

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет

Затверджую
Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
„30” 2024 р.



Затверджую
Проректор з
науково-педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
„30” 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
Методи оптимізації та дослідження операцій

Ступінь вищої освіти бакалавр
Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 124 Системний аналіз
Освітньо-професійна програма – Системний аналіз

Кафедра економічної кібернетики та інформатики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год)	Практичні заняття (год)	ІРС (год)	Тренінг (год)	СРС (год)	Разом (год)	Екзамен (сем)
Денна	3	5	30	30	4	8	78	150	5

30.08.2024

Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 „Інформаційні технології” спеціальності 124 „Системний аналіз”, затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 9 від 15.06.2022 р., зі змінами (протокол №11 від 26.06.2024 р.)

Робочу програму склала к.е.н, доцент Оксана БАШУЦЬКА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформатики, протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Леся БУЯК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності „Системний аналіз”, протокол № 1 від 30 серпня 2024 р.

Голова ГЗС



Роман ПАСІЧНИК

Гарант ОП



Роман ПАСІЧНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Методи оптимізації та дослідження операцій»

1. Опис дисципліни "Методи оптимізації та дослідження операцій"

Дисципліна “Методи оптимізації та дослідження операцій”	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5	Галузь знань 12 Інформаційні технології	Нормативна дисципліна викладання – українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність 124 Системний аналіз	Рік підготовки: <i>Денна – 3</i> Семестр: <i>Денна – 5</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 30 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 30 год.</i>
Загальна кількість годин <i>Денна – 150 год.</i>		Самостійна робота: <i>Денна – 78 год.</i> <i>Тренінг – 8 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 4 год.</i>
Тижневих годин – 10 год., з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – <i>іспит</i>

2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій»

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою навчальної дисципліни є ознайомити студентів з основами теорії оптимізації та дослідження операцій, необхідних для розв'язування багатьох теоретичних і практичних економічних, соціальних задач, задач логістики, призначення, теорії ігор, познайомити з методами знаходження оптимального плану; розвинути логічне мислення, вміння самостійно аналізувати та здійснювати математичні дослідження прикладних задач. Оволодіння цим курсом повинно виробити у студентів навички практичного використання оптимізаційних підходів в процесі прийняття рішень із управління системами.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

В результаті вивчення курсу студенти повинні:

- знати поняття операції, операційної системи; принципи моделювання систем і процесів; методи вирішення лінійних оптимізаційних задач; поняття двоїстості в оптимізаційних задачах; методи вирішення задач цілочисельного програмування; методи вирішення транспортних задач; основні методи вирішення нелінійних оптимізаційних задач; основні методи сіткового планування; динамічного програмування; управління запасами; теорії систем масового обслуговування; теорії ігор;

- вміти визначати керовані і некеровані показники операції; вибирати показники ефективності операції відповідно до поставленої мети; застосовувати відповідні методи вирішення оптимізаційних задач лінійного і нелінійного вигляду; визначати оптимальні плани виробництва, перевезень; аналізувати стійкість отриманих оптимальних планів; формувати оптимальні плани розвитку соціально- економічних та технічних систем на підставі вирішення задач цілочисельного програмування; визначати оптимальне управління в задачі динамічного програмування; будувати мережі мінімальної довжини, найкоротші маршрути на мережі, максимальні та оптимальні потоки в мережі; визначати оптимальні об'єми замовлень, планувати багатоетапне виробництво із складуванням; знаходити середнє число приладів, що простоюють, коефіцієнти простою та зайнятості, абсолютну пропускну здатність та середню довжину черги для розімкнутих систем масового обслуговування; будувати розв'язки простих стратегічних ігор двох гравців з нульовою сумою.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K09. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

K16. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і

суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

К21. Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Для успішного освоєння дисципліни потрібно використовувати знання та вміння з раніше вивчених дисциплін «Вища математика», «Теорія імовірностей та математична статистика», «Дискретна математика».

2.5. Результати навчання:

ПРО7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

2.6. Завдання лекційних занять

Мета проведення лекцій полягає у тому, щоб ознайомити студентів із основними питаннями курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій».

Завдання проведення лекцій полягає у:

- викладенні студентам у відповідності з програмою та робочим планом основних питань курсу;
- сформуванні у студентів цілісної системи теоретичних знань.

2.7. Завдання проведення практичних занять

Мета проведення практичних занять полягає у тому, щоб виробити у студентів практичні навички використання теоретичного матеріалу.

Завдання проведення практичних занять полягає у глибшому засвоєнні та закріпленні теоретичних знань, одержаних на лекціях.

3. Програма дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій»

Змістовий модуль 1 – Лінійне програмування.

Тема 1. Постановка загальної задачі дослідження операцій.

Предмет та основні поняття ДО. Основні етапи операційного дослідження. Типові задачі ДО та їх характеристика. Історія виникнення та напрямки розвитку дослідження операцій. Моделювання організаційних систем. Основні задачі курсу дослідження операцій.

Тема 2. Загальна задача лінійного програмування та методи її розв'язування.

Постановка загальної задачі лінійного програмування (ЗЛП). Канонічна форма ЗЛП. Приклади задач, що зводяться до ЗЛП: а) задача планування виробництва; б) задача про розкрій матеріалів. Графічний метод розв'язування ЗЛП та його наслідки. Поняття базисного плану ЗЛП. Методи побудови початкового базисного плану ЗЛП. Симплексний метод розв'язування ЗЛП. Критерій оптимальності розв'язку ЗЛП.

Тема 3. Теорія двоїстості та кількісний аналіз оптимізаційних розрахунків.

Двоїстість у задачах лінійного програмування: правила побудови двоїстих задач та їх основні класи. Основні теореми двоїстості. Двоїстий симплекс-метод. Економіко-математичний аналіз отриманих розрахунків.

Тема 4. Транспортна задача та методи її розв'язування.

Загальна постановка транспортної задачі та її математична модель (ТЗ). Критерій розв'язності ТЗ. Відкрита та закрита ТЗ. Методи побудови початкового базисного плану ТЗ: діагональний метод; метод найменшої вартості. Метод потенціалів розв'язування ТЗ. Цикл ТЗ. Приклад розв'язування відкритої ТЗ.

Тема 5. Задача цілочислового лінійного програмування.

Постановка задачі цілочислового лінійного програмування (ЗЦЛП). Методи розв'язування ЗЦЛП: метод Гоморі; метод “віток і мереж”. Приклади задач цілочислового лінійного програмування: задача про призначення; задача про вибір вантажу (задача про комівояжера).

Тема 6. Основи динамічного програмування.

Постановка задачі динамічного програмування. Методи розв'язування задач динамічного програмування. Приклади багатокрокових процесів. Ідея методу динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана. Алгоритм розв'язування задач динамічного програмування. Модель оптимального розподілу фінансових ресурсів між інвестиційними проектами. Модель оптимальної заміни устаткування.

Змістовий модуль 2 – Нелінійне програмування. Управління в організаційних системах.

Тема 7. Розв'язування задач нелінійного програмування.

Постановка задачі нелінійного програмування та її характерні особливості. Геометрична інтерпретація ЗНП. Основні види задач нелінійного програмування. Методи розв'язування ЗНП. Метод множників Лагранжа. Задачі випуклого програмування. Задачі квадратичного програмування. Прикладне використання методу множників Лагранжа.

Тема 8. Моделі управління запасами.

Загальна постановка задачі. Модель управління запасами при миттєвому постачанні. Формула Уілсона. Модель рівномірного постачання. Модель управління запасами, що враховує випадковий характер споживання. Модель випадкового попиту. Модель управління запасами, що враховує розрив цін.

Тема 9. Моделі та методи мережевої оптимізації.

Поняття графа та мережі. Матричне представлення графа. Побудову графа мінімальної довжини. Алгоритм оптимізації сполучень вершин графа. Оцінка сумарної довжини сполучень. Алгоритм побудови мінімального покриваючого дерева. Алгоритми визначення найкоротшого шляху (Дейкстри та Флойда) між вузлами мережі. Приклади задач на аналіз максимальної пропускної здатності мережі. Теорема Форда-Фалкерсона про максимальний потік в мережі.

Тема 10. Моделювання систем масового обслуговування.

Основні задачі масового обслуговування. Опис системи (СМО). Моделювання обслуговування в системі. Основні характеристики СМО.

Тема 11. Ігрове моделювання.

Предмет та основні поняття теорії ігор. Класифікація ігор. Оптимальний розв'язок в іграх двох осіб з нульовою сумою. Змішані стратегії. Розв'язання ігор $2 \times m$. Розв'язання ігор $n \times 2$. Зведення задач теорії ігор до задач лінійного програмування.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій»

денна форма навчання

	Кількість годин					
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 – Лінійне програмування						
Тема 1. Постановка загальної задачі дослідження операцій.	2	2	7	2	4	поточне опит
Тема 2 Загальна задача лінійного програмування та методи її розв'язування.	4	4	7			поточне опит
Тема 3. Теорія двоїстості та кількісний аналіз оптимізаційних розрахунків.	2	2	7			поточне опит
Тема 4. Транспортна задача та методи її розв'язування.	4	2	7			поточне опит
Тема 5. Задача цілочислового лінійного програмування.	2	4	7			поточне опит
Тема 6. Основи динамічного програмування.	2	2	7			
Змістовий модуль 2 – Нелінійне програмування. Управління в організаційних системах						
Тема 7. Розв'язування задач нелінійного програмування.	4	2	7	2	4	поточне опит.
Тема 8. Моделі управління запасами.	2	4	7			поточне опит.
Тема 9. Моделі та методи мережевої оптимізації	2	2	7			поточне опит.
Тема 10. Моделювання систем масового обслуговування.	4	2	8			поточне опит.
Тема 11. Ігрове моделювання.	2	4	7			
Разом	30	30	78	4	8	

5. Тематика практичних занять.

Практичне заняття 1.

Тема: Постановка загальної задачі дослідження операцій.

1. Основні поняття та визначення. Ефективність операцій.
2. Загальні відомості про математичні моделі операцій.
3. Основні етапи математичного моделювання.
4. Класифікація моделей.
5. Фактори якості моделі.
6. Система як об'єкт математичного моделювання (на прикладі економічної системи).
7. Постановка задач лінійного програмування.
8. Задача про використання ресурсів.
9. Узагальнена модель оптимального планування.
10. Задача про складання кормового раціону.
11. Задача про оптимальний розкрій матеріалів.

Практичне заняття 2.

Тема: Загальна задача лінійного програмування та методи її розв'язування.

1. Дві стандартні форми ЗЛП. Перехід від однієї стандартної форми до іншої.
2. Графічний метод розв'язання ЗЛП.
3. Симплексний метод розв'язання ЗЛП.

Практичне заняття 3.

Тема: Загальна задача лінійного програмування та методи її розв'язування.

1. Метод штучного базису.
2. Розв'язування задач лінійного програмування з допомогою пакетів Excel та Matlab.

Практичне заняття 4.

Тема: Теорія двоїстості та кількісний аналіз оптимізаційних розрахунків.

1. Двоїстість у задачах лінійного програмування.
2. Правила побудови двоїстих задач та їх основні класи.
3. Основні теореми двоїстості.
4. Двоїстий симплекс-метод.
5. Економіко-математичний аналіз отриманих розрахунків.

Практичне заняття 5.

Тема: Транспортна задача та методи її розв'язування.

1. Загальна постановка транспортної задачі.
2. Математична модель ТЗ. Критерій розв'язності ТЗ.
3. Відкрита та закрита ТЗ.
4. Методи побудови початкового базисного плану ТЗ: діагональний метод; метод найменшої вартості.
5. Метод потенціалів розв'язування ТЗ.
6. Побудова циклів ТЗ.
7. Розв'язування відкритої ТЗ.

Практичне заняття 6 - 7.

Тема: Задачі цілочислового лінійного програмування та методи їх розв'язування.

1. Постановка задачі цілочислового лінійного програмування (ЗЦЛП).
2. Розв'язування ЗЦЛП методом Гоморі.
3. Розв'язування ЗЦЛП методом "віток і мереж".
4. Задача про призначення.
5. Задача про комівояжера.

Практичне заняття 8.

Тема: Основи динамічного програмування.

1. Постановка задачі динамічного програмування.
2. Методи розв'язування задач динамічного програмування.
3. Приклади багатокрокових процесів.
4. Ідея методу динамічного програмування.
5. Принцип оптимальності Беллмана.
6. Алгоритм розв'язування задач динамічного програмування.
7. Модель оптимального розподілу фінансових ресурсів між інвестиційними проектами.
8. Модель оптимальної заміни устаткування.

Практичне заняття 9.

Тема: Розв'язування задач нелінійного програмування.

1. Постановка задачі нелінійного програмування та її характерні особливості.
2. Геометрична інтерпретація ЗНП.
3. Основні види задач нелінійного програмування.
4. Методи розв'язування ЗНП. Метод множників Лагранжа.
5. Задачі випуклого програмування.
6. Задачі квадратичного програмування.
7. Прикладне використання методу множників Лагранжа.

Практичне заняття 10 - 11.

Тема: Моделі управління запасами.

1. Загальна постановка задачі.
2. Модель управління запасами при миттєвому постачанні. Формула Уїлсона.
3. Модель рівномірного постачання.
4. Модель управління запасами, що враховує випадковий характер споживання. Модель випадкового попиту.
5. Умова достатності страхового запасу. Оцінка обсягу страхового запасу за допомогою функції Лапласа.
6. Модель управління запасами, що враховує розрив цін.

Практичне заняття 12.

Тема: Моделі та методи мережевої оптимізації.

1. Поняття графа та мережі.
2. Матричне представлення графа.
3. Побудова графа мінімальної довжини. Алгоритм оптимізації сполучень вершин

графа.

4. Побудова оптимального маршруту на мережі. Алгоритми визначення найкоротшого шляху (Дейкстри та Флойда).
5. Розв'язування задач на аналіз максимальної пропускної здатності мережі.
6. Теорема Форда-Фалкерсона про максимальний потік в мережі.

Практичне заняття 13.

Тема: Моделювання систем масового обслуговування.

1. Основні задачі масового обслуговування.
2. Опис системи (СМО).
3. Моделювання обслуговування в системі.
4. Основні характеристики СМО.

Практичне заняття 14.

Тема: Ігрове моделювання.

1. Предмет та основні поняття теорії ігор. Класифікація ігор.
2. Оптимальний розв'язок в іграх двох осіб з нульовою сумою.
3. Змішані стратегії.
4. Розв'язання ігор $2 \times m$.
5. Розв'язання ігор $n \times 2$.
6. Зведення задач теорії ігор до задач лінійного програмування.

Практичне заняття 15.

Контрольна робота.

6. Самостійної роботи студентів.

Самостійна робота студентів передбачає виконання обов'язкових індивідуальних завдань, які містять задачі з кожної теми. Завдання для самостійної роботи виконуються самостійно кожним студентом згідно з розподілених варіантів та методичних рекомендацій.

При виконанні самостійної роботи студент може використовувати підручники та комп'ютерну техніку. Оцінювання самостійної роботи студентів передбачає визначення рівня теоретичних знань та практичних умінь і навичок розв'язування конкретних задач після вивчення певної завершеної частини навчального матеріалу з навчальної дисципліни (змістового модуля). Таке оцінювання проводиться двічі за семестр після вивчення відповідних тем змістового модуля «Лінійне програмування» та змістового модуля «Нелінійне програмування. Управління в організаційних системах» кожна частина завдань самостійної роботи навчальної дисципліни оцінюється від 1 до 100 балів залежно від кількості виконаних задач, повноти виконання, кількості допущених помилок/

Критерії оцінювання частини завдань самостійної роботи:

90 - 100 балів - усі завдання виконано вірно, наведено теоретичне обґрунтування розв'язків, наведено висновки щодо отриманих результатів обчислень;

75 – 89 балів - усі завдання виконано виконано, допускаються незначні помилки при розв'язанні практичних завдань, неадекватно обґрунтуванні результати обчислень;

60 - 74 бали - завдання виконані із помилками або лише частково виконані завдання;

1 - 59 балів - обсяг виконання завдань низький, припускається значних помилок у розрахунках при розв'язанні практичних завдань роботи, відсутнє обґрунтування результатів обчислень.

Загальна оцінка за самостійну роботу визначається як середнє арифметичне двох оцінок отриманих під час оцінювання результатів самостійної роботи студентів у відповідності до змістових модулів дисципліни.

7. Тренінг з дисципліни

Тематика тренінгу: **"Практичне застосування методів оптимізації для вирішення реальних бізнес-завдань"**

Мета тренінгу: Навчити студентів застосовувати методи оптимізації та дослідження операцій для вирішення практичних завдань, використовуючи сучасні програмні засоби (наприклад, Excel Solver, Python з бібліотеками SciPy, PuLP, або MATLAB).

Методика проведення тренінгу:

Вступна частина:

1. Коротке узагальнення основних методів оптимізації (лінійне програмування, нелінійне програмування, транспортні задачі, методи гілок та меж тощо).
2. Огляд програмних інструментів для реалізації методів оптимізації.

Практична частина:

1. Студенти працюють над практичними завданнями в малих групах (по 3-4 особи).
2. Кожна група отримує задачу з реального життя, яку можна вирішити за

допомогою методів оптимізації. Вони мають розробити математичну модель задачі, вирішити її та інтерпретувати результати.

Обговорення результатів:

1. Презентація рішень від кожної групи.
2. Обговорення складностей, з якими стикалися студенти, та способів їх подолання.

Завдання для студентів (на вибір малої групи):

Задача 1. Задача з планування виробництва.

Наприклад, компанія виробляє два продукти з обмеженими ресурсами. Необхідно максимізувати прибуток, враховуючи обмеження на сировину та час виробництва.

Задача 2: Транспортна задача.

Оптимізація перевезення товарів з кількох складів до магазинів, щоб мінімізувати транспортні витрати, враховуючи обмеження на кількість товарів у складах і попит магазинів.

Задача 3: Задача про завантаження (knapsack problem).

Є обмежений вантажний простір і кілька типів товарів із різною вартістю і вагою. Потрібно максимізувати вартість завантажених товарів, не перевищуючи обмеження по вазі.

Задача 4: Мережевий аналіз. Оптимізація логістичної мережі компанії, що включає мінімізацію часу доставки товарів з кількох пунктів відправлення до кінцевих споживачів.

8. Методи навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, консультації, самостійна робота, робота у групах, методи опитування, тестування, моделювання практичних ситуацій, реферування, виконання індивідуальних завдань, підготовка і презентація проектів.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

В процесі вивчення дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- модульне тестування та опитування;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань під час тренінгу;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка за поточне оцінювання визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (теми 1- 6). Модульний контроль по змістовому модулю 1		Оцінка за поточне оцінювання визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (теми 7 - 11). Модульний контроль по змістовому модулю 2.		Оцінка, отримана під час тренінгу	Оцінка, отримана за виконання самостійної роботи	1. Теоретичне питання – 40 б 2. Дві задачі по 30 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування
1.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет
1.	Середовище MATLAB, Python
2.	Пакет програм MS Office

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Ладогубець Т. С., Фіногенов О. Д. Методи оптимізації без використання похідних: практикум з дисципліни «Дослідження операцій»: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 45 с.
2. Пасічник Г.С, Кушнірчук В.Й. Методи оптимізації: нелінійне програмування: Навчальний посібник. – Чернівці: Золоті литаври, 2021. – 65 с.
3. Дослідження операцій: навчальний посібник / В. М. Малкіна, О. Г. Зінов'єва, М.Ю. Мірошніченко. – Мелітополь: Люкс, 2020. – 201 с.
4. Черняк О. І. та ін. ; Дослідження операцій в економіці : підруч. Миколаїв : МНАУ, 2020. 398 с.
5. Яровий А.А., Ваховська Л.М., Крилик Л.В. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Частина 1 : навчальний посібник / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.
6. Буяк Л.М., Башуцька О.С., Пришляк К.М. Методичні вказівки до виконання практичних завдань з курсу «Дослідження операцій». – Тернопіль: Вектор, 2023. – 59 с.
7. Башуцька О.С. Методичні рекомендації з курсу “Методи оптимізації та дослідження операцій”. Тернопіль: Вектор, 2023. – 24 с.
8. Башуцька О.С. Методичні рекомендації до самостійної роботи та тренінгу з дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій». Тернопіль: ЗУНУ, 2024. – 22 с.

Додаткова література

1. Bashutska Oksana, Buiak Lesia, Pryshliak Kateryna, Hryhorkiv Vasyl, Maria Hryhorki Maria, Kobets Vitaliy. Models of Rental Payments Formation for Agricultural Land Plots Taking into Account the Ecological Level of Economy. *10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies ACIT 2020*. Deggendorf, Germany September 16- 18. 2020 P. 204-208.
2. Башуцька О.С., Буяк Л.М., Пришляк К.М. Імітаційна модель управління страховою компанією в умовах невизначеності. *Науковий вісник Чернівецького університету*. Випуск 829. 2020. С. 99-108.
3. Bashutska Oksana, Buiak Lesia, Pryshliak Kateryna, Buiak Lilia, Polozova Tetiana. Simulation and Forecasting of Agricultural Land Market Development. *13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies ACIT 2023*. P. 70-74.
4. Bashutska O., Buiak L., Hryhorkiv M., Hryhorkiv V., Pryshliak K. Computer Modeling of the Economy Dynamics of Ukraine, Taking into Account the Socio-Economic Clustering of Society. *Journal of Information Technology Management* [This link is disabled](#). 2023, 15(4), pp. 64–79.
5. Bashutska Oksana, Buiak Lesia, Pryshliak Kateryna, Buiak Andriy, Shynkaryk Mykola, Semenenko Yurii. Digital Transformation of the process of Monetary Evaluation of Agricultural Land. *International Conference on Advanced Computer Information Technologies*. 2024. pp. 288–292.