

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



Методи оптимізації та дослідження операцій

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань *12 «Інформаційні технології»*
Спеціальність *124 "Системний аналіз"*
Освітній рівень *перший (бакалаврський)*
Освітня програма *Управління складними системами*

Статус дисципліни *базова*
Мова викладання, навчання та оцінювання *українська*

Завідувач
кафедри економічної кібернетики

Лідія ГУР'ЯНОВА

Харків
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри *економічної кібернетики*
Протокол № 1 від 25 серпня 2020 р.

Розробники:

Прокопович Світлана Валеріївна, к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики

Чернова Наталя Леонідівна, к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики

Чаговець Любов Олексіївна, к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Програма вивчення базової навчальної дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Управління складними системами» для підготовки бакалаврів спеціальності 124 «Системний аналіз».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є методологія та інструментарій побудови і розв'язування детермінованих і стохастичних оптимізаційних задач та задач дослідження операцій.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Задачі лінійного програмування.
2. Окремі лінійні та нелінійні оптимізаційні моделі.
3. Детерміновані динамічні моделі.
4. Стохастичні моделі.

Мета навчальної дисципліни: Метою вивчення навчальної дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є формування системи знань з методології та інструментарію побудови і використання оптимізаційних методів і моделей в реальних умовах.

Основним завданням вивчення дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» є оволодіння практичними навичками постановки задач, побудови оптимізаційних моделей, прийняття рішень у процесі планування діяльності в умовах обмеженості ресурсів за допомогою використання методів та алгоритмів лінійної і нелінійної оптимізації та дослідження операцій.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2
Семестр	3, 4
Кількість кредитів ECTS	12 (7 та 5)
Форма підсумкового контролю	Екзамен, екзамен

Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Лінійна алгебра та аналітична геометрія, Математичний аналіз, Теорія ймовірностей і математична статистика	Моделювання систем Теорія прийняття рішень, Актуальні проблеми моделювання, Методи управління конкурентоспроможністю

Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
1	2
КЗ 11. Здатність приймати обґрунтовані рішення	РН-11. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення
КЗ 14. Здатність бути критичним та самокритичним	РН-14. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у навчанні та професійній діяльності
КЗ 15. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт	РН-15. Оцінювати ефективність та забезпечувати якість виконуваних робіт у професійній діяльності
КФ 5. Здатність формулювати постановку задачі оптимізації при	РН-20. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти

1	2
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	застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування

Тема 1. Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу об'єктів і процесів.

1.1. Історія становлення дослідження операцій як науки. Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження операцій. Розділи дослідження операцій.

Історія становлення дослідження операцій як науки. Зв'язок дослідження операцій і теорії систем. Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження операцій. Розділи дослідження операцій.

1.2. Прямі та обернені задачі дослідження операцій.

Ефективність операції. Прямі задачі. Обернені задачі. Класифікація задач дослідження операцій за рівнем інформації про ситуацію. Детермінований рівень. Стохастичний рівень. Невизначений рівень.

1.3. Основні поняття дослідження операцій.

Операція. Приклади операцій. Структурна схема операції. Модель. Класи моделей, що застосовують у дослідженні операцій.

1.4. Етапи операційного дослідження.

Основні етапи операційного дослідження.

Тема 2. Оптимізаційні математичні моделі.

2.1. Основні поняття і класифікація задач оптимізації.

Основні поняття оптимізаційного моделювання. Класифікація задач оптимізації. Окремі класи задач математичного програмування.

2.2. Основні види оптимізаційних задач.

Основні види оптимізаційних задач. Загальна постановка задачі оптимізації. Задача оптимального використання сировини. Задача складання суміші (раціону). Задача оптимального завантаження устаткування. Задача на розкрій.

Тема 3. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування

3.1. Постановка задачі лінійного програмування. Основні поняття.

Поняття лінійного програмування. Загальна, стандартна і канонічна задачі лінійного програмування (ЗЛП). Еквівалентність форм ЗЛП. Приведення задач лінійного програмування до стандартної форми. Додаткові змінні.

3.2. Властивості основної задачі лінійного програмування.

Поняття опорного і оптимального плану, базису, базисного рішення, виродженого і неvirодженого плану. Теореми про множину планів основної ЗЛП. Зв'язок властивостей ЗЛП з властивостями опуклих множин.

3.3. Графічний метод рішення задач лінійного програмування.

Графічний метод рішення ЗЛП. Поняття багатогранника і багатокутника рішень, градієнту, лінії рівня. Приклади областей допустимих рішень. Алгоритм пошуку оптимального плану ЗЛП на основі її геометричної інтерпретації.

3.4. Симплексний метод.

Теореми про оптимальність опорного плану. Загальне поняття симплекс-методу і його кроки. Симплекс-алгоритм і його етапи. Симплексна таблиця.

3.5. Метод штучного базису.

Розширена задача. Штучні змінні. Штучний план. Теорема про оптимальність плану розширеної задачі. Алгоритм методу штучного базису.

Тема 4. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач

4.1. Постановка двоїстої задачі.

Основні поняття: двоїста задача, двоїста пара. Правила побудови двоїстої задачі. Несиметричні і симетричні двоїсті задачі. Властивості пари двоїстих задач. Теореми двоїстості. Економічна інтерпретація двоїстих задач. Приклад пошуку оптимального плану двоїстої задачі на основі рішення прямої задачі.

4.2. Аналіз стійкості двоїстих оцінок.

Аналіз стійкості двоїстих оцінок.

4.3. Двоїстий симплекс-метод.

Поняття псевдоплану прямої задачі. Теореми (критерії оптимальності псевдоплану). Алгоритм двоїстого симплекс-метода.

Змістовий модуль 2. Окремі лінійні та нелінійні оптимізаційні моделі

Тема 5. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу

5.1. Математична модель транспортної задачі.

Постановка транспортної задачі (ТЗ) та її математична модель. Відкрита і закрита модель ТЗ. Перетворення відкритої моделі в закриту. Опорний план транспортної задачі.

5.2. Методи побудови первісних опорних планів. Метод потенціалів.

Метод північно-західного кута. Метод мінімальної вартості. Метод подвійної переваги. Умова виродженості плану транспортної задачі.

Сутність методу потенціалів. Умова потенціальності. Критерій оптимальності рішення. Алгоритм рішення транспортної задачі методом потенціалів.

5.3. Модифікації транспортної задачі.

Пошук оптимального плану ТЗ з ускладненнями у постановці. Пошук рішення деяких економічних задач, що зводяться до транспортної.

Тема 6. Цілочислове програмування

6.1. Постановка задачі цілочислового програмування.

Постановка задачі цілочислового програмування. Економічна і геометрична інтерпретація задачі цілочислового програмування. Приклади економічних задач цілочислового програмування.

6.2. Метод рішення задач цілочислового програмування.

Метод Гоморі. Складання додаткових обмежень та їх геометричний зміст. Недоліки методу Гоморі.

Тема 7. Задачі параметричного програмування

7.1. Постановка задачі параметричного програмування.

Математична постановка задачі параметричного програмування. Економічна і геометрична інтерпретації задачі параметричного програмування.

7.2. Методи рішення задач параметричного програмування.

Методи рішення задач параметричного програмування. Рішення задачі, цільова функція якої має параметр. Рішення задачі, праві частини якої мають параметр.

Тема 8. Нелінійне програмування

8.1. Постановка задачі нелінійного програмування.

Постановка задачі нелінійного програмування. Економічна та геометрична інтерпретація задач нелінійного програмування.

8.2. *Методи рішення задач нелінійного програмування.*

Безумовна оптимізація. Чисельні методи оптимізації. Задачі з обмеженням на змінні. Метод множників Лагранжа.

8.3. *Задачі опуклого програмування.*

Постановка задачі опуклого програмування. Приклади задач опуклого програмування. Квадратичне програмування. Теорема Куна-Такера. Квадратична форма. Алгоритм пошуку рішення задачі квадратичного програмування.

8.4. *Гradientні методи пошуку рішень.*

Gradientні методи пошуку рішень задач нелінійного програмування: Франка-Вульфа, штрафних функцій, Ерроу-Гурвица.

8.5. *Задачі сепарабельного програмування.*

Постановка задачі сепарабельного програмування. Метод кусочно-лінійної апроксимації.

Змістовий модуль 3. Детерміновані динамічні моделі

Тема 9. Моделі динамічного програмування

9.1. Загальна постановка задачі динамічного програмування

Рекуррентна природа обчислювань в задачах динамічного програмування. Задача про найкоротший шлях. Поняття етапу, змінної стану, змінної управління, цільової функції в задачах динамічного програмування. Принцип оптимальності Белмана.

9.2. Найпростіші економічні задачі динамічного програмування

Задача розподілу ресурсів, задача о загрузке, задача заміни устаткування, задача про інвестування.

9.3. Деякі задачі динамічного програмування в стохастичній постановці.

Тема 10. Теорія управління запасами

10.1. Модель управління запасами та її елементи.

Що вивчає теорія управління запасами. Постановка задачі управління запасами. Елементи моделі управління запасами.

10.2. Класифікація моделей управління запасами.

Основні класифікаційні ознаки моделей управління запасами. Приклади задач управління запасами у різних постановках.

10.3. Найпростіші моделі управління запасами.

Детермінований стаціонарний попит. Формули Уілсона. Пілоподібний графік. Задачі управління запасами при обмеженні на об'єм складу. Модель оптимального розміру замовлення з виробництвом. Модель оптимального розміру замовлення з дефіцитом. Модель оптимального розміру замовлення з кількісними знижками. Моделі управління багатомономенклатурними запасами при ймовірнісному попиті та миттєвих періодичних поставках.

10.4. Динамічні моделі управління запасами.

Визначення етапів, змінних стану та управління, цільової функції та алгоритму рішення.

Тема 11. Методи багатокритеріальної оптимізації

11.1. Характеристика, приклади багатокритеріальних оптимізаційних задач.

Формалізована постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Приклади багатокритеріальних оптимізаційних задач в економічній сфері.

11.2. Основні властивості багатокритеріальної задачі, проблема визначення її розвитку.

Множина Парето, її знаходження графічним та аналітичним способом.

11.3. Методи багатокритеріальної оптимізації управлінських рішень.
Метод поступок, метод ідеальної точки, метод згортання, метод обмежень.

Змістовий модуль 4. Стохастичні моделі

Тема 12. Ланцюги Маркова та їх використання в моделюванні економічних систем

12.1. Поняття марківського випадкового процесу

Історія виникнення теорії марківських випадкових процесів. Роль А.А. Маркова та А.М. Колмогорова у розвитку цієї теорії. Приклади операцій, що можуть бути представлені як марківські випадкові процеси. Визначення марківського процесу як процесу без післядії.

12.2. Класифікація марківських випадкових процесів

Перелік класифікаційних ознак марківських випадкових процесів. Визначення та приклади процесів з дискретними станами та неперервними станами. Визначення та приклади процесів з дискретним часом та неперервним часом.

12.3. Марківські випадкові процеси з дискретними станами та дискретним часом.

Визначення марківських процесів з дискретними станами та дискретним часом. Визначення марківського ланцюга. Методи формалізованого опису марківських ланцюгів. Поняття про граф станів марківського ланцюга. Поняття про ймовірності станів та перехідні ймовірності. Особливості однорідних та неоднорідних ланцюгів. Рівняння Колмогорова-Чепмена.

12.4. Марківські процеси з доходами.

Поняття марківського процесу з доходами. Визначення матриці доходів. Формула повного очікуваного доходу системи. Визначення середнього однокрокового доходу системи.

12.5. Управління марківськими процесами з доходами.

Загальна постановка задачі управління марківськими процесами з доходами. Визначення стратегій управління. Класифікація та сфери використання методів дослідження марківських процесів з доходами. Рекурентний метод дослідження марківських процесів з доходами. Ітераційний метод дослідження марківських процесів з доходами.

Тема 13. Елементи теорії нечітких множин.

13.1. Поняття неструктурованої проблеми. Операції над нечіткими множинами.

Неструктурованість проблем у системах прийняття рішень. Поняття нечіткої множини та ступеня приналежності. Методи побудови функцій приналежності. Види функції приналежності.

13.2. Нечіткі логічні операції та відношення.

Підходи до операції з нечіткими множинами. Види операції з нечіткими множинами. Визначення нечіткого відношення. Операції над нечіткими відношеннями. Властивості відношень.

13.3. Задачі прийняття рішень на базі нечіткої логіки.

Системи нечіткого логічного виводу Мамдані та Сугено. Алгоритми фазифікації та дефазифікації.

Методи навчання та викладання

У процесі викладання навчальної дисципліни для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачене застосування як активних, так і інтерактивних навчальних технологій, серед яких: лекції проблемного характеру, міні-лекції, робота в малих групах, презентації, банки візуального супроводу (табл. 1 і 2). Розділ форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни наведено у табл. 1.

**Розподіл форм та методів активізації процесу навчання
за темами навчальної дисципліни**

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1. Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу об'єктів і процесів.	Лекція проблемного характеру з питання «Використання методів математичного програмування при формуванні оптимальних планових рішень на підприємствах», робота в малих групах, презентація результатів, банки візуального супроводу
Тема 3. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування	Міні-лекція з питання «Приклади задач лінійного програмування», банки візуального супроводу
Тема 4. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач	Міні-лекція з питання «Пошук рішення оптимального плану двоїстої задачі за результатом рішення прямої задачі», банки візуального супроводу
Тема 5. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу	Лекція проблемного характеру з питання «Особливості рішень транспортних задач у матричному та сітьовому вигляді», робота в малих групах, презентація результатів, банки візуального супроводу
Тема 6. Цілочислове програмування	Міні-лекція з питання "Недоліки алгоритмів розв'язання задач цілочислового програмування", банки візуального супроводу
Тема 7. Задачі параметричного програмування	Лекція проблемного характеру з питання «Складні задачі параметричного програмування», робота в малих групах, презентація результатів, банки візуального супроводу
Тема 8. Нелінійне програмування	Міні-лекція з питання "Приклади задач опуклого програмування", банки візуального супроводу
Тема 9. Моделі динамічного програмування	Лекція проблемного характеру з питання "Особливості використання алгоритмів прямої та зворотної прогонки", робота в малих групах, презентація результатів, банки візуального супроводу
Тема 10. Теорія управління запасами	Міні-лекція з питання "Класифікація задач управління запасами"
Тема 12. Ланцюги Маркова та їх використання в моделюванні економічних систем	Міні-лекція з питання "Класифікація марківських випадкових процесів"

Основні відмінності активних та інтерактивних методів навчання від традиційних визначаються не тільки методикою і технікою викладання, але й високою ефективністю навчального процесу, який виявляється у: високій мотивації студентів; закріпленні теоретичних знань на практиці; підвищенні самосвідомості студентів; формуванні здатності приймати самостійні рішення; формуванні здатності до ухвалення колективних рішень; формуванні здатності до соціальної інтеграції; набуття навичок вирішення конфліктів; розвитку здатності до знаходження компромісів.

Лекції проблемного характеру – один із найважливіших елементів проблемного на-

вчання студентів. Вони передбачають поряд із розглядом основного лекційного матеріалу встановлення та розгляд кола проблемних питань дискусійного характеру, які недостатньо розроблені в науці й мають актуальне значення для теорії та практики. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається. Вони сприяють формуванню у студентів самостійного творчого мислення, прищеплюють їм пізнавальні навички. Студенти стають учасниками наукового пошуку та вирішення проблемних ситуацій.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень. Вони проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження. Міні-лекції відрізняються від повноформатних лекцій значно меншою тривалістю. Зазвичай міні-лекції тривають не більше 10 – 15 хвилин і використовуються для того, щоб стисло донести нову інформацію до всіх студентів. Міні-лекції часто застосовуються як частини цілісної теми, яку бажано викладати повноформатною лекцією, щоб не втомлювати аудиторію. Тоді інформація надається по черзі кількома окремими сегментами, між якими застосовуються інші форми й методи навчання.

Робота в малих групах дає змогу структурувати практичні заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування.

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи звіту про виконання індивідуальних завдань, проектних робіт. Презентації можуть бути як індивідуальними, наприклад виступ одного студента, так і колективними, тобто виступи двох та більше студентів.

Банки візуального супроводу сприяють активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни за допомогою наочності.

Таблиця 2

Використання методик активізації процесу навчання

Тема навчальної дисципліни	Практичне застосування методик	Методики активізації процесу навчання
1	2	3
<i>Тема 1.</i> Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу об'єктів і процесів.	<i>Завдання 1.</i> Приклади оптимізаційних задач в економіці. <i>Завдання 2.</i> Математична постановка оптимізаційних задач	Робота в малих групах, мозкові атаки
<i>Тема 4.</i> Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач	<i>Завдання 1.</i> Аналіз стійкості двоїстих оцінок	Робота в малих групах
<i>Тема 5.</i> Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу	<i>Завдання 1.</i> Розв'язання ТЗ з блокуванням перевезень	Робота в малих групах, презентації індивідуальних виступів
<i>Тема 8.</i> Нелінійне програмування	<i>Завдання 1.</i> Постановка задачі нелінійного програмування	Робота в малих групах, мозкові атаки
Тема 9. Моделі динамічного програмування	<i>Завдання 1.</i> Приклади економічних задач, які можуть бути сформульовані як задачі динамічного програмування	Робота в малих групах, презентації індивідуальних виступів
Тема 11. Методи багатокритеріальної оптимізації	<i>Завдання 1.</i> Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації	Робота в малих групах, мозкові атаки
Тема 13. Елементи теорії нечітких множин	<i>Завдання 1.</i> Розв'язання задач прийняття рішень на базі нечіткої логіки	Робота в малих групах, презентації індивідуальних виступів

Порядок оцінювання результатів навчання

ХНЕУ ім. С. Кузнеця використовує накопичувальну (100-бальну) систему оцінювання. Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, практичні заняття, а також виконання самостійної роботи. Контрольні заходи містять:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, – 35 балів);

підсумковий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять та проводиться в таких формах:

активна робота на лекційних заняттях (максимальний бал – 3 (семестр 3), 4,8 (семестр 4));

активна участь у виконанні практичних завдань (максимальний бал – 4,5 (семестр 3), 2,6 (семестр 4));

активна участь у виконанні лабораторних завдань (максимальний бал – 4,5 (семестр 3), 2,6 (семестр 4));

захист індивідуального розрахункового завдання (максимальний бал – 23 (семестр 3), 20 (семестр 4));

проведення поточного тестування (максимальний бал – 15 (семестр 3), 20 (семестр 4));

проведення модульного контролю (максимальний бал – 10 (семестр 3), 10 (семестр 4)).

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Оцінювання знань студента під час лабораторних і практичних занять та виконання індивідуальних завдань проводиться за накопичувальною 100-бальною системою за такими критеріями:

розуміння, ступінь засвоєння теорії;

ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються;

вміння поєднувати теорію з практикою при розгляді виробничих ситуацій, розв'язанні задач, проведенні розрахунків у процесі виконання індивідуальних завдань та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки;

арифметична правильність виконання індивідуального та комплексного розрахункового завдання.

Максимально можливий бал за конкретним завданням ставиться за умови відповідності індивідуального завдання студента або його усної відповіді всім зазначеним критеріям. Відсутність тієї або іншої складової знижує кількість балів. При оцінюванні індивідуальних завдань увага також приділяється якості, самостійності та своєчасності здачі виконаних завдань викладачу, згідно з графіком навчального процесу. Якщо якась із вимог не буде виконана, то бали будуть знижені.

Проміжний тестовий контроль проводиться по закінченні вивчення кожної теми дисципліни. Проведення поточного тестування передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля і та вміння застосовувати його для розв'язання практичної ситуації. При цьому тестове завдання може містити як запитання, що стосуються суто теоретичного матеріалу, так і запитання, спрямовані на розв'язання невеличкого практичного завдання.

Формат тестових завдань ділиться на:

завдання закритої форми із запропонованими відповідями, з яких вибирають одну правильну;

завдання відкритої форми з вільно конструйованими відповідями.

Тестове завдання містить від 15 до 30 запитань щодо перевірки знань основних категорій навчальної дисципліни залежно від теми.

Оцінка рівня відповідей студентів на тестові завдання розраховується за формулою:

$$\text{Оцінка} = \text{округл} \left[\frac{\text{кількість вірних відповідей}}{\text{кількість запитань}} \times \text{ваговий коефіцієнт} \right],$$

де округл[] – функція округлення за загальними правилами.

Критерії оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів. Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізація на практичних та лабораторних заняттях.

Модульний контроль з даної навчальної дисципліни проводиться 2 рази за семестр у письмовій формі після того як розглянуто увесь теоретичний матеріал та виконані практичні, лабораторні завдання в межах кожного з двох модулів, та включає практичні завдання різного рівня складності відповідно до тем змістового модуля.

Підсумковий контроль проводиться у формі семестрового екзамену. **Семестрові екзамени** – форма оцінювання підсумкового засвоєння студентами теоретичного та практичного матеріалу з окремої навчальної дисципліни, що проводиться як контрольний захід.

Завданням екзамену є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей. Екзаменаційний білет включає одно стереотипне, одно діагностичне та одне евристичне завдання.

Перше завдання спрямоване на оцінку когнітивних знань студента за дисципліною, що дозволяє визначити рівень володіння навчальним матеріалом, для цього використовується наступний критерій:

$$KB = \frac{ВПВ \cdot 10}{100\%}.$$

де КБ – кількість балів;

ВПВ – відсоток правильних відповідей.

Друге завдання дає можливість визначити здатність студента застосовувати отримані знання на практиці для вирішення широкого класу задач управління різними соціально – економічними об'єктами (процесами). При оцінці даного завдання використовуються наступні критерії:

15 балів – за повністю вірно розв'язане завдання, з повним обґрунтуванням отриманих висновків і поданням пояснень студента;

12 – 14 балів – при наявності вірно розв'язаного завдання, з недосить повним обґрунтуванням отриманих висновків і поданням пояснень студента;

9 – 11 балів – при наявності правильного рішення, але при відсутності його обґрунтування і пояснень;

5 – 8 балів – якщо завдання вирішене частково, тобто відсутні остаточні висновки або в ході рішення була допущена технічна помилка;

1 – 4 балів – у випадку якщо студент продемонстрував лише знання загального ходу рішення або основних співвідношень запропонованої моделі;

0 балів – якщо завдання не розв’язане.

Третє завдання спрямоване на виявлення креативності мислення студента, його здібності інтегрувати отримані знання для вибору і застосування оптимізаційних методів і моделей з метою оцінки, аналізу і планування соціально-економічних процесів. При оцінці даного завдання використовуються наступні критерії:

15 балів студент одержує за повністю чітко і логічно послідовно розв’язане завдання, з повним обґрунтуванням обраного ходу розв’язання й отриманих висновків, змістовною економічною інтерпретацією отриманих результатів і сформованих управлінських рішень.

13 – 14 балів – студент одержує за повністю логічно послідовно розв’язане завдання, з недосить повним обґрунтуванням обраного ходу розв’язання й отриманих висновків;

10 – 12 балів – якщо завдання розв’язане не повністю, не повне економічне обґрунтування, не повні висновки;

7 – 9 балів – якщо дослідження запропонованої моделі не було повним та відсутнє обґрунтування або не зроблені чіткі логічні висновки;

4 – 6 балів – якщо в ході дослідження була допущена логічна помилка, що вплинула на хід розв’язання й остаточні висновки;

1 – 3 балів – якщо студент зміг тільки запропонувати деякий шлях розв’язання, але не зміг провести дослідження моделі або тільки почав таке дослідження;

0 балів – у випадку, якщо завдання повністю не розв’язано.

Округлення отриманих балів здійснюється за загальними правилами округлення.

Підсумкова оцінка з дисципліни складається як сума результатів поточного контролю та кількості балів за результатами іспиту.

Студент, який із поважних причин, підтверджених документально, не мав можливості брати участь у формах поточного контролю, тобто не склав змістовий модуль, має право на його відпрацювання у двотижневий термін після повернення до навчання за розпорядженням декана факультету відповідно до встановленого терміну.

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимумально кількість – 40 балів, мінімумально кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної «Відомості обліку успішності».

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: «60 і більше балів – зараховано», «59 і менше балів – не зараховано» та заноситься у залікову «Відомість обліку успішності» навчальної дисципліни. Виставлення підсумкової оцінки здійснюється за шкалою, що наведена в таблиці "Шкала оцінювання: національна та ЄКТС".

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 63	E	задовільно	не зараховано
35 – 59	FX	незадовільно	
1 – 34	F		

У випадку отримання менше 60 балів студент обов'язково здає залік після закінчення екзаменаційної сесії у встановлений деканом факультету термін, але не пізніше двох тижнів після початку семестру. У випадку повторного отримання менше 60 балів декан факультету призначає комісію у складі трьох викладачів на чолі із завідувачем кафедри та визначає термін перескладання заліку, після чого приймається рішення відповідно до чинного законодавства: «зараховано» – студент продовжує навчання за графіком навчального процесу, а якщо «не зараховано», тоді декан факультету пропонує студенту повторне вивчення навчальної дисципліни протягом наступного навчального періоду самостійно.

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Рейтинг-план навчальної дисципліни. Семестр 3

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Макс бал
Змістовий модуль 1. Задачі лінійного програмування				
Тема 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція «Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу економічних об'єктів і процесів»	Робота на лекції	0,1
	Лекція	Лекція «Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу економічних об'єктів і процесів». Продовження	Робота на лекції	0,1
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	-	-
Тема 2	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція "Оптимізаційні математичні моделі"	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки оптимізаційних задач	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	Лабораторне заняття	Вирішення завдань щодо математичної постановки оптимізаційних задач	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
			Контрольна робота К1	2
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	
		Підготовка до контрольної роботи		
		Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки оптимізаційних задач		
Тема 3	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція «Задача лінійного програмування та методи її розв'язування»	Робота на лекції	0,2
	Лабораторне заняття	Виконання лабораторної роботи щодо розв'язання ЗЛП графічним методом у додатку GLP	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою графічного методу	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Макс бал
	Лекція	Лекція «Задача лінійного програмування та методи її розв'язування. Продовження».	Робота на лекції	0,2
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану виробництва в умовах обмеженості ресурсів	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
			Контрольна робота К2	3
	Лекція	Міні-лекція з питання «Приклади задач лінійного програмування»	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою симплекс-методу	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
Самостійна робота				
Підготовка до занять		Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	3
		Підготовка до контрольної роботи		
		Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою графічного методу.		
		Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою симплекс-методу	Перевірка ДЗ	5
Аудиторна робота				
	Лекція	Лекція «Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач»	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою симплекс-методу	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	Лекція	Лекція «Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач». Продовження. Міні-лекція з питання «Пошук рішення оптимального плану двоїстої задачі за результатом рішення прямої задачі»	Робота на лекції	0,2
		Колоквіум	5	
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального рішення двоїстої задачі, та дослідження стійкості отриманого рішення	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
			Контрольна робота К3	3
	Лекція	Лекція «Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач». Закінчення	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо визначення двоїстих оцінок, розв'язання ЗЛП двоїстим симплекс-методом	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
Самостійна робота				
Підготовка до занять		Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	5
		Підготовка до контрольної роботи		
		Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану прямої та двоїстої ЗЛП.		

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Макс бал
		Вирішення практичних завдань щодо аналізу стійкості двоїстих оцінок, розв'язання ЗЛП двоїстим симплекс-методом		
Змістовий модуль 2. Окремі лінійні та нелінійні оптимізаційні моделі				
Тема 5	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція «Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу»	Робота на лекції	0,2
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану перевезень	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
	Лекція	Лекція «Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу». Продовження	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану перевезень, рішення ТЗ з ускладненою постановкою	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	Лекція	Лекція проблемного характеру з питання «Особливості рішень транспортних задач у матричному та сітьовому вигляді»	Робота на лекції	0,2
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану перевезень	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
			Контрольна робота К4	3
<i>Самостійна робота</i>				
Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4	
	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану перевезень, рішення ТЗ з ускладненою постановкою			
Тема 6	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція «Цілочислове програмування»	Робота на лекції	0,2
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач цілочислового програмування	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	Лекція	Лекція «Цілочислове програмування». Продовження	Робота на лекції	0,2
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану капіталовкладень для розвитку підприємств галузі	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
			Контрольна робота К5	2
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	3
Підготовка до контрольної роботи				
Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач цілочислового програмування				

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Макс бал
Тема 7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція "Задачі параметричного програмування"	Робота на лекції	0,1
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану задачі параметричного програмування	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач параметричного програмування	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	
		Підготовка до контрольної роботи		
Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану т задач параметричного програмування				
Тема 8	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція "Нелінійне програмування"	Робота на лекції	0,1
	Лекція	Міні-лекція з питання "Приклади задач опуклого програмування"	Робота на лекції	0,1
	Лекція	Лекція "Нелінійне програмування". Продовження	Робота на лекції	0,1
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану окремих задач нелінійного програмування	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5
			Колоквіум	5
	Лабораторне заняття	Рішення окремих задач нелінійного програмування за допомогою ППП MS Excel та Matlab	Контрольна робота К6	2
			Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	3
Підготовка до контрольної роботи				
Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану окремих задач нелінійного програмування				
ЕКЗАМЕН	Виконання завдань екзаменаційного білету			40

Рейтинг-план навчальної дисципліни. Семестр 4

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал	
Змістовий модуль 3. Детерміновані динамічні моделі					
Тема 9	<i>Аудиторна робота</i>				
	Лекція	Лекція «Моделі динамічного програмування»	Робота на лекції1	0,4	
	Практичне заняття	Постановка та розв'язання задач динамічного програмування (задача про найкоротший шлях, задача про рюкзак)	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,4	
	Лекція	Лекція «Моделі динамічного програмування»	Робота на лекції	0,4	
	Лабораторне заняття	Постановка та вирішення задач динамічного програмування	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,4	
	Лекція	Лекція «Моделі динамічного програмування»	Робота на лекції2	0,4	
	Практичне заняття	Постановка та вирішення задач динамічного програмування (задача про найкоротший шлях, задача про рюкзак)	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,4	
	Лабораторне заняття	Постановка та вирішення задач динамічного програмування	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,4	
			Поточна контрольна робота	4	
	<i>Самостійна робота</i>				
Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4		
	Вирішення практичних завдань щодо використання принципу оптимальності Белмана				
Тема 10	<i>Аудиторна робота</i>				
	Лекція	Лекція " Теорія управління запасами "	Робота на лекції3	0,4	
	Лекція	Лекція " Теорія управління запасами "	Робота на лекції4	0,4	
	Практичне заняття	Вирішення найпростіших задач управління запасами	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,4	
			Колоквіум	5	
	Лабораторне заняття	Вирішення динамічних задач управління запасами	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,4	
			Поточна контрольна робота	4	
	<i>Самостійна робота</i>				
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4	
		Вирішення практичних завдань щодо оптимального управління запасами			
Тема 11	<i>Аудиторна робота</i>				
	Лекція	Лекція «Методи багатокритеріальної оптимізації»	Робота на лекції5	0,4	
	Лекція	Лекція «Методи багатокритеріальної оптимізації»	Робота на лекціїб	0,4	

	Лекція	Лекція «Методи багатокритеріальної оптимізації»	Робота на лекції7	0,4	
	Лабораторне заняття	Вирішення задач багатокритеріальної оптимізації	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,4	
			Поточна контрольна робота	4	
	Практичне заняття	Вирішення задач багатокритеріальної оптимізації	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,4	
Самостійна робота					
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4	
		Підготовка до контрольної роботи			
		Вирішення практичних завдань за допомогою методів багатокритеріальної оптимізації			
Змістовий модуль 4. Стохастичні моделі					
Тема 12	Аудиторна робота				
	Лекція	Лекція «Ланцюги Маркова та їх використання в моделюванні економічних систем»	Робота на лекції8	0,4	
	Лекція	Лекція «Ланцюги Маркова та їх використання в моделюванні економічних систем»	Робота на лекції9	0,4	
	Лабораторне заняття	Управління марковськими процесами з доходами	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5	
			Поточна контрольна робота	4	
	Практичне заняття	Марківські випадкові процеси з дискретними станами та дискретним часом	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5	
	Самостійна робота				
		Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4
	Вирішення практичних завдань з управління стохастичними процесами				
Тема 13	Аудиторна робота				
	Лекція	Лекція «Елементи теорії нечітких множин»	Робота на лекції10	0,4	
	Лекція	Лекція «Елементи теорії нечітких множин»	Робота на лекції11	0,4	
	Практичне заняття	Задачі прийняття рішень на базі нечіткої логіки	Активна участь у виконанні практичних завдань	0,5	
			Колоквіум	5	
	Лабораторне заняття	Задачі прийняття рішень на базі нечіткої логіки	Активна участь у виконанні лабораторних завдань	0,5	
			Поточна контрольна робота	4	
	Самостійна робота				
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4	
		Підготовка до контрольної роботи			

	Вирішення практичних завдань прийняття рішень на базі нечіткої логіки		
	Підготовка до контрольної роботи		
ЕКЗАМЕН			40

Рекомендована література

Основна

1. Глушик М. М. Дослідження операцій / М. М. Глушик, Н. М. Телесницька. – Львів : Новий світ – 2009. – 368 с.
2. Дослідження операцій: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика» всіх форм навчання / Т. С. Клебанова, О. Ю. Полякова, Н. Л. Чернова, Л. О. Чаговець, О. В. Панасенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. – 192 с.
3. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / О.В. Боровик, Л. В. Боровик. – Київ : Центр навчальної літератури, 2007. – 423 с.
4. Гетманцев В. Д. Математика для економістів. Дослідження операцій. Математичне програмування : [навч. посіб.] / Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана / В. Д. Гетманцев. – Київ : КНЕУ, 2006. – 304 с.
5. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці : підруч. для студ. Вузів / О. В. Ульянченко. – Харків : Гриф, 2002. – 578 с.

Додаткова

6. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособ. для студентов эконом. спец. вузов 3-е изд., стер. / И. Л. Акулич. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 352 с.
7. Артими-Дрогомирецька З.Б. Дослідження операцій. Частина I. / М.В. Негрей, Артими-Дрогомирецька З.Б. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2014. – 312 с.
8. Боровська Т. М. Основи теорії управління та дослідження операцій: навч. посібн. / Т.М. Боровська, І.С. Колеснік, В.А. Северілов. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 242 с.
9. Дослідження операцій: Навчальний посібник / За ред. В.І. Оспіщева – Харків: ХНАМГ, 2008. – 136 с.
10. Дослідження операцій / посібник [для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів] / Галаєва Л.В., Рогоза Ш.А., Шульга Н.Г. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 231 с.
11. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексеева, – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
12. Єгоршин О. О. Математичне програмування: Підручник / О. О. Єгоршин, Л. М. Малярець. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2006. – 384 с.
13. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підручник. – 7-е изд., перероб. и доп. / Ю. П. Зайченко. – Київ : Видавничий Дім «Слово», 2006. – 816 с.
14. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
15. Олійник, А. П. Дослідження операцій : конспект лекцій / А. П. Олійник. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. – 120 с.
16. Таха Х. А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: пер. с англ. – Москва : Издательский дом "Вильямс", 2005. – 912 с.
17. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці. Підручник / О.В. Ульянченко – Суми : Видавництво «Довкілля», 2010. – 594 с.
18. Шикин Е. В. Исследование операций / Шикин Е. В., Шикина Г. Е. – Москва : ТК

Велби, изд. Проспект, 2006. — 280 с.

Інформаційні ресурси

19. Прокопович С.В. Навчальна дисципліна «Методи оптимізації та дослідження операцій. Частина 1» [Електронний ресурс] / С. В. Прокопович. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7020> .

20. Чернова Н.Л. Навчальна дисципліна «Методи оптимізації та дослідження операцій (6.04.124)» [Електронний ресурс] / Н. Л. Чернова, Л. О. Чаговець. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7209>