

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
Мова викладання, навчання та оцінювання

обов'язкова
українська

Завідувач кафедри
економічної кібернетики і системного аналізу

Лідія ГУР'ЯНОВА

Харків
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри економічної кібернетики і системного аналізу.

Протокол № 1 від 25 серпня 2022 р.

Розробники:

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

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 обов'язкової навчальної дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 124 «Системний аналіз».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є методологія та інструментарій побудови і розв'язування лінійних і нелінійних 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.

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
Кількість кредитів ECTS	7
Форма підсумкового контролю	Екзамен

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Пререквізити	Постреквізити
Вища математика Дискретна математика	Методи оптимізації та дослідження операцій-2 Моделювання фінансових процесів Моделювання систем Теорія прийняття рішень Теорія ігор в управлінні складними системами

Компетентності та результати навчання за дисципліною:

Компетентності	Результати навчання
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	РН 7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем
КФ 2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів,	РН 15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою

застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів	
КФ 5. 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	РН 6. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів. РН 7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем
Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов	РН 7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти 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. Градієнтні методи пошуку рішень.

Градiєнтні 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.

Перелік практичних, лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни"

Методи навчання та викладання

У процесі викладання навчальної дисципліни для реалізації визначених компетентностей освітньої програми та активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачене застосування як активних, так і інтерактивних навчальних технологій, серед яких: лекції проблемного характеру (Тема 1, 7), міні-лекції (Тема 3, 4), робота в малих групах (Тема 1, 5), презентації(Тема 3-6) банки візуального супроводу (Тема 1-8)

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 включають:

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 з даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

захист індивідуального розрахункового завдання;

проведення поточного тестування;

проведення модульного контролю .

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять.

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 та методології проблем, що розглядаються;

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 однієї або кількох тем 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:

$$\text{Оцінка} = \text{округл} \left[\frac{\text{кількість вірних відповідей}}{\text{кількість запитань}} \times \text{ваговий коефіцієнт} \right], \quad (1)$$

де $\text{округл} []$ – 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.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей.

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 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:

$$\text{Кількість балів} = \frac{\text{відсоток правильних відповідей} \cdot 10}{100\%}$$

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. Мінімально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна 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. 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

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах 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»		
	Лекція	Лекція «Дослідження операцій як науковий підхід до аналізу економічних об'єктів і процесів». Продовження		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
Тема	<i>Аудиторна робота</i>			

2	Лекція	Лекція "Оптимізаційні математичні моделі"			
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки оптимізаційних задач			
	Лабораторне заняття	Вирішення завдань щодо математичної постановки оптимізаційних задач			
	<i>Самостійна робота</i>				
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
		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»			
	Лабораторне заняття	Виконання лабораторної роботи щодо розв'язання ЗЛП графічним методом у додатку GLP			
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою графічного методу			
	Лекція	Лекція «Задача лінійного програмування та методи її розв'язування. Продовження.			
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану виробництва в умовах обмеженості ресурсів			
			Контрольна робота К1	6	
	Лекція	Міні-лекція з питання «Приклади задач лінійного програмування»			
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою симплекс-методу			
	<i>Самостійна робота</i>				
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
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	8		
Тема 4	<i>Аудиторна робота</i>				
	Лекція	Лекція «Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей			

		оптимізаційних задач»			
Практичне заняття		Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану ЗЛП за допомогою симплекс-методу			
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»	Модульна КР2	7	
Лабораторне заняття		Пошук оптимального рішення двоїстої задачі, та дослідження стійкості отриманого рішення			
Лекція		Лекція «Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач». Закінчення			
Практичне заняття		Вирішення практичних завдань щодо визначення двоїстих оцінок, розв'язання ЗЛП двоїстим симплекс-методом			
<i>Самостійна робота</i>					
Підготовка до занять		Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4	
		Підготовка до контрольної роботи			
		Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану прямої та двоїстої ЗЛП.			
		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»			
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану перевезень			
	Лекція	Лекція «Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу». Продовження			
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану перевезень, рішення ТЗ з ускладненою постановкою			
	Лекція	Лекція проблемного характеру з питання «Особливості рішень транспортних задач у матричному та сітьовому вигляді»			
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану перевезень	Контрольна робота К2	6	
	<i>Самостійна робота</i>				
	Підготовка до		Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	4

	занять	Вирішення практичних завдань щодо пошуку оптимального плану перевезень, рішення ТЗ з ускладненою постановкою		
Тема 6	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція «Цілочислове програмування»		
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач цілочислового програмування		
	Лекція	Лекція «Цілочислове програмування». Продовження		
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану капіталовкладень для розвитку підприємств галузі		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
Підготовка до контрольної роботи				
Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач цілочислового програмування				
Тема 7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція "Задачі параметричного програмування"		
	Лабораторне заняття	Пошук оптимального плану задачі параметричного програмування		
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану задач параметричного програмування	Презентація	4
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
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"		
	Лекція	Міні-лекція з питання "Приклади задач опуклого програмування"		
	Лекція	Лекція "Нелінійне програмування". Продовження		
	Практичне заняття	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану окремих задач нелінійного програмування	Модульна КР2	7
	Лабораторне заняття	Рішення окремих задач нелінійного програмування за допомогою ППП MS Excel та Matlab	Контрольна робота К3	6

<i>Самостійна робота</i>			
Підготовк а до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою	Перевірка ДЗ	8
	Підготовка до контрольної роботи		
	Вирішення практичних завдань щодо математичної постановки та пошуку оптимального плану окремих задач нелінійного програмування		
Іспит			40
Загальна кількість балів			100

Рекомендована література

Основна

1. Григорків В.С. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків, О.І. Ярошенко. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. – 440 с.
2. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.
3. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник / О. О. Ємець. - Полтава : ПУЕТ, 2019. - Ч. 2. - 139 с. – [Електронний ресурс] . – Режим доступу : <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/8599> .
4. Оптимізаційні методи та моделі : навчальний посібник / Н. В. Буреннікова, О. В. Зелінська, І. М. Ушкаленко, Ю. Ю. Буренніков. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 121 с.

Додаткова

5. Дослідження операцій та методи оптимізації [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до практичних завдань для студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня / уклад. С. В. Прокопович, О. В. Панасенко, Л. О. Чаговець. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 64 с.
6. Дослідження операцій. Побудова економіко-математичних моделей. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. Г. Жданова, В. Д. Попенко, М. О. Сперкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,81 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 79 с.
7. Моделі оптимального розвитку енергосистем: Методи оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем. Навчальний посібник. [Електронний ресурс] для студ. спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. А. Баженов. – Електронні текстові дані (1 файл: 462 кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 38 с. – Режим доступу : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48160/1/Modeli_optymalnoho_rozvytku_enerhosystem.pdf
8. Modern Optimization Methods for Science, Engineering and Technology/ Edited by G R Sinha Myanmar Institute of Information Technology Mandalay, Myanmar/ IOP Publishing, Bristol, UK, 2020. – 433 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

9. Прокопович С.В. Навчальна дисципліна «Методи оптимізації та дослідження операцій» [Електронний ресурс] / С. В. Прокопович. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7020> .
10. ACML 2020 Tutorial: Optimization Methods for Machine Learning. - <http://www.acsu.buffalo.edu/~haimonti/tutorial.html>