



НЕЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

● Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>113 прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Наука про дані та математичне моделювання</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>Ладогубець Тетяна Сергіївна aladog@gmail.com</i> Лабораторні: <i>Ладогубець Тетяна Сергіївна aladog@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Немає</i>

● Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою викладання кредитного модулю є оволодіння основними поняттями і класичними методами теорії оптимізації, що необхідні для розв'язування широкого спектру задач оптимізації. Вивчаються у кредитному модулі «Нелінійне програмування» критерії оптимальності для нелінійних задач безумовної та умовної оптимізації, методи розв'язування нелінійного програмування з лінійними обмеженнями, методи розв'язування багатокрокових задач.

Основні завдання кредитного модуля.

В результаті вивчення кредитного модулю «Нелінійне програмування» студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- основні поняття теорії оптимізації;
- критерії оптимальності для задач безумовної оптимізації;
- критерії оптимальності для задач умовної оптимізації;
- методи розв'язування задач нелінійного програмування з лінійними обмеженнями;
- методи розв'язування багатокрокових задач;
- роль методів оптимізації в прикладних науках і розв'язанні практичних задач.

УМІННЯ:

- проаналізувати поставлену задачу оптимізації;
- обрати найбільш ефективний для її розв'язку метод;
- реалізувати обраний метод та отримати практичні результати.

ДОСВІД:

- ставити та розв'язувати оптимізаційні задачі за допомогою аналітичних та чисельних методів

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Міждисциплінарні зв'язки:

- дисципліні «Нелінійне програмування» передують дисципліни «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Дискретна математика», «Функціональний аналіз», «Чисельні методи» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 113 Прикладна математика;
- дисципліна «Нелінійне програмування» забезпечує вивчення дисциплін «Методи оптимізації», «Математичне моделювання», «Системний аналіз», «Алгоритми і системи комп'ютерної математики» та «Теорія керування» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 113 Прикладна математика, навчального плану підготовки магістрів за спеціальністю 113 Прикладна математика.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.

РОЗДІЛ 2. ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.

РОЗДІЛ 3. ЗАДАЧІ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З ЛІНІЙНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ.

Тема 3.1. Цілочисельне програмування.

Тема 3.2. Дробово-лінійне програмування.

Тема 3.3. Квадратичне програмування.

Тема 3.4. Транспортна задача (ТЗ).

Тема 3.5. Задача о призначеннях.

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Тема 4.1. Багатокрокові задачі.

Тема 4.2. Загальна постановка задачі динамічного програмування.

Тема 4.3. Задачі розподілу ресурсів..

Тема 4.4. Типові задачі динамічного програмування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Нефьодов Ю.М. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навчальний посібник / Нефьодов Ю.М., Балицька Т.Ю. – К.: Кондор, 2011. – 324 с.
2. Оптимізаційні методи та моделі: підручник / В. С. Григорків, М.В. Григорків – Ч.: ЧНУ, 2016. – 400 с.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підручник. – 7-ме вид., перероб .та доп. Київ : Слово, 2006. 816 с.
4. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Збірник задач Учбовий посібник. –К.: Вища школа, 2014.- 412 с.
5. Методи оптимізації : підручник / В. В. Ладозубець, Т. С. Ладозубець, О. Д. Фіногенов – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 229 с.
6. Двоїстість в лінійному програмуванні: практикум з дисципліни «Методи оптимізації»: навч. посіб. / Т. С. Ладозубець, О. Д. Фіногенов– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 59 с.
7. Лінійне програмування: практикум з дисципліни «Методи оптимізації»: навч. Посіб. / Т. С. Ладозубець, О. Д. Фіногенов– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 61 с.
8. Дякон В.М., Ковальов Л.Є. Математичне програмування: Навчальний посібник / За загальною редакцією В.М. Михайленка. – 3-е видання, виправлене і доповнене. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 497 с.
9. Івченко І.Ю. Математичне програмування. – К.: ЦУЛ, 2007. – 232 с.
10. Оптимізаційні методи і моделі. Моделювання засобами MS Excel : навч. посіб. / А. І. Кузьмичов. - Київ : Ліра-К, 2018. - 214 с.

● Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. Мета, завдання та зміст курсу. Постановка задачі інженерної оптимізації. Етапи постановки задачі. Побудування моделі системи. Структура оптимізаційних задач. Класифікація оптимізаційних задач.
2	Загальна задача опуклого програмування. Опуклі функції. Властивості опуклих функцій. Критерії опуклості функцій. Умови оптимальності Куна-Таккера. Необхідність та достатність умов Куна-Таккера. Умови існування сідлової точки.
3	РОЗДІЛ 2. ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ. Задача лінійного програмування та методи її розв'язку. Приклади задач лінійного програмування. Властивості розв'язків цієї задачі. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування (ЗЛП). Графічний метод розв'язку ЗЛП. Симплексний метод розв'язування ЗЛП.
4	Симплексний метод. Канонічні форми ЗЛП. Методи побудови дозволеного базисного розв'язку (ДБР). Знаходження оптимального розв'язку. Алгоритм симплексного методу.
5	Виключні ситуації при розв'язку ЗЛП. Безмежні розв'язки ЗЛП. Виродженість, зациклювання в ЗЛП. Альтернативні оптимальні розв'язки ЗЛП.
6	Методи знаходження ДБР. Знаходження начального дозволеного базисного розв'язку ітеративним методом. Метод штучної бази.
7	РОЗДІЛ 3. ЗАДАЧІ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З ЛІНІЙНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ. <u>ТЕМА 3.1. ЦІЛОЧИСЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Методи відсікання. Постановка задачі цілочисельного лінійного програмування (ЗЦЛП). Метод Гоморі. Геометрична інтерпретація та графічний розв'язок ЗЦЛП. Перший та другий алгоритми Гоморі.
8	Метод гілок та меж. Алгоритм методу гілок та меж. Задача пошуку оптимального гамільтонового шляху на деякому графі. Особливості задачі комівояжера. Використання методу гілок та меж для розв'язання задачі комівояжера.
9	<u>ТЕМА 3.2. ДРОБОВО-ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Методи розв'язку задач дробово-лінійного програмування. Стандартна задача дробово-лінійного програмування (ЗДЛП). Властивості розв'язків ЗДЛП. Геометрична інтерпретація та графічний розв'язок ЗДЛП. Застосування симплексного методу для розв'язку ЗДЛП.
10	<u>ТЕМА 3.3. КВАДРАТИЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Квадратичне програмування. Властивості задач квадратичного програмування (ЗКП). Застосування модифікованого симплексного методу для розв'язку ЗКП.
11	<u>ТЕМА 3.4. ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА (ТЗ).</u> Типи ТЗ та методи їх розв'язку. Особливості структури транспортної задачі. Знаходження опорних планів транспортної задачі. Побудова оптимальних планів транспортних задач. Метод потенціалів.
12	Типи ТЗ та методи їх розв'язку. Транспортна задача за критерієм часу. Метод заборонених клітин. Транспортна задача з обмеженнями на пропускну здатність.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
13	<u>ТЕМА 3.5. ЗАДАЧА О ПРИЗНАЧЕННЯХ.</u> Задача о назначеннях. Особенности задачи о назначеннях. Использование угорского метода для решения задачи о назначеннях.
14	<u>РОЗДІЛ 4. ДИНАМІЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ</u> <u>ТЕМА 4.1. БАГАТОКРОКОВІ ЗАДАЧІ.</u> Багатокрокові (багатоетапні) операції. Визначення завдання динамічного програмування. Приклад задачі динамічного програмування. Адитивний показник ефективності. Сутність оптимізації керування методом динамічного програмування.
15	<u>ТЕМА 4.2. ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВА ЗАДАЧІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Загальне формулювання завдання оптимального керування. Геометрична інтерпретація процесу керування. Поняття фазового простору та фазових координат. Загальне завдання оптимізації керування у геометричних термінах. Особенности решения задачи оптимизации управления методом динамического программирования. Описание принципиальной структуры двух стадий оптимизации методом динамического программирования с помощью символических формул. Основное функциональное уравнение динамического программирования. Последовательность решения задачи оптимального управления методом динамического программирования.
16	<u>ТЕМА 4.3. ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ.</u> Класична задача розподілу ресурсів. Її вирішення методом динамічного програмування, геометрична інтерпретація. Розподіл ресурсів за неоднорідними етапами. Задача про резервування ресурсів. Задача про розподіл ресурсів між трьома та більше галузями. Розподіл ресурсів з вкладанням прибутків у виробництво.
17	<u>ТЕМА 4.4. ТИПОВІ ЗАДАЧІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Задача про завантаження транспортного засобу. Дискретна детермінована задача управління запасами. Оптимізаційні задачі на графах. Задача пошуку найкоротшого шляху на мережі. Побудова моделі динамічного програмування для задачі про заміну устаткування.
18	Вирішення задачі динамічного програмування з врахуванням попередньої історії процесу. Задачі динамічного програмування, які не зв'язані з часом. Задачі динамічного програмування з мультиплікативним показником. Нескінчений процес динамічного програмування.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять: закріплення студентами на практиці знань, отриманих ними під час лекцій та самостійної роботи.

№ з/п	Назва лабораторного заняття
1	Задача лінійного програмування (ЗЛП) та методи її розв'язку. Симплексний метод розв'язування ЗЛП. Виключні ситуації при розв'язку ЗЛП. Завдання на СРС: обчислити задачі, зробити їх геометричну інтерпретацію.
2	Методи знаходження ДБР. Знаходження начального дозволеного базисного розв'язку ітеративним методом. Метод штучної бази. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою симплексного методу, проаналізувати отримані рішення.
3	Методи відсікання. Метод Гоморі. Перший та другий алгоритми Гоморі. Завдання на СРС: обчислити задачі та зробити їх геометричну інтерпретацію, порівняти повністю та частково цілочисельні задачі.

№ з/п	Назва лабораторного заняття
4	Метод гілок та меж. Алгоритм [4] –с.397-428.. Використання методу гілок та меж для розв'язання задачі комівояжера. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою методу гілок та меж побудувати дерево рішень.
5	Методи розв'язку задач дробово-лінійного програмування. Властивості розв'язків ЗДЛП. Застосування симплексного методу для розв'язку ЗДЛП. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою симплексного методу.
6	Квадратичне програмування. Властивості задач квадратичного програмування (ЗКП). Застосування модифікованого симплексного методу для розв'язку ЗКП. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою модифікованого симплексного методу.
7	Методи розв'язку задач дробово-лінійного програмування. Властивості розв'язків ЗДЛП. Застосування симплексного методу для розв'язку ЗДЛП. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою симплексного методу.
8	Квадратичне програмування. Властивості задач квадратичного програмування (ЗКП). Застосування модифікованого симплексного методу для розв'язку ЗКП. Завдання на СРС: обчислити задачі за допомогою модифікованого симплексного методу.

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<u>КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ НЕЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Побудування оптимізаційних задач. Приклади будування оптимізаційних задач. Узагальнений метод множників Лагранжа для задач з обмеженнями у вигляді нерівностей.	1
2	<u>МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Методи знаходження ДБР. Метод штучної бази.	2
3	<u>ЦІЛОЧИСЕЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Метод гілок та меж. Задача пошуку оптимального гамільтонового шляху на деякому графі. Особливості задачі комівояжера. Використання методу гілок та меж для розв'язання задачі комівояжера.	2
4	<u>ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА (ТЗ).</u> Типи ТЗ та методи їх розв'язку. Транспортна задача за критерієм часу. Метод заборонених клітин. Транспортна задача з обмеженнями на пропускну здатність.	2
5	<u>ЗАДАЧА О ПРИЗНАЧЕННЯХ.</u> Задача о призначеннях. Особливості задачі о призначеннях. Використання угорського методу для розв'язання задачі о призначеннях. Мережеві алгоритми.	1
6	<u>ТИПОВІ ЗАДАЧІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.</u> Задача пошуку найкоротшого шляху на мережі.	2

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги, які ставляться перед студентом під час опанування навчальної дисципліни:
- · систематичне відвідування занять (як лекцій, і особливе лабораторних);
- · Заохочувальні бали також надаються за участь у відповідних олімпіадах, конкурсах тощо – до 5 балів.;
- · штрафні бали передбачено за списування на контрольних заходах, неготовність до лабораторного заняття (результат тестового опитування), пропуск МКР без поважної причини – 1-2 бали за раз, не більше 5 за семестр;
- · пропущені контрольні роботи обов'язково повинні бути виконані до заліку; перескладання (переписування) МКР не передбачено; у випадку недостатньої кількості балів, що набрані за семестр, надається декілька завдань, для досягнення допуску;
- · за списування або розмови під час МКР знімаються штрафні бали.
- **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: Виконання лабораторних робіт (40 балів), МКР (30 балів), колоквиум (30 балів).

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог програми; студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 60 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до даного календарного контролю

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: Необхідною умовою допуску студента до заліку є виконання всіх завдань протягом семестру та семестровий рейтинг не менше **40 балів**. В іншому разі студент повинен виконати додаткову роботу та підвищити свій рейтинг. При семестровому рейтингу не менше **60 балів**, студент отримує залік відповідно до наступної таблиці.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до програми);
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;

Робочу програму навчальної дисципліни (програму):

Складено старший викладач Ладогубець Тетяна Сергіївна

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол №13 від 16.06.2022р.)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол №11 від 27.06.2022р.)