

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Олексій ХАРИТОНОВ

« 31 » серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ
для студентів**

галузь знань	01 «Освіта/Педагогіка»
спеціальність	014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)»
предметна спеціальність	014.04 «Середня освіта (Математика)»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	«Математика»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Капустян Олексій Володимирович, д.ф.м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

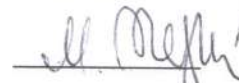
Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробники:

Капустян Олексій Володимирович, д.ф.м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри
інтегральних та диференціальних рівнянь



Перестюк М.О.

Протокол №1 від 30.08 2021р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" 08. 2021 року № 1

Голова науково-методичної комісії



д.ф.-м.н. Олійник А.С.

1. **Мета дисципліни (до 300 символів)** – ознайомлення з основними поняттями та положеннями теорії оптимізаційних задач, проведення їх класифікації, опанування основними методами розв’язання таких задач, включаючи наближені методи, та застосування цих методів до характерних прикладів задач оптимізації та оптимального керування, що виникають в інженерних та економіко-математичних моделях, а також екстремальних задач зі шкільного курсу математики

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* основні поняття, факти і теореми математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії диференціальних рівнянь.

2. *Вміти:* активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Методи оптимізації», а також при аналізі екстремальних задач та задач оптимального керування, що виникають в інженерних та економіко-математичних моделях.

3. *Володіти елементарними навичками:* дослідження екстремумів функцій однієї змінної, розв’язання алгебраїчних систем, інтегрування основних типів диференціальних рівнянь та лінійних систем диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

3. **Анотація навчальної дисципліни (до 700 символів):**

Навчальна дисципліна «Методи оптимізації» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметної спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика). Дана дисципліна є обов’язковою. Дисципліна «Методи оптимізації» вивчає теорію задач на пошук екстремуму в скінченновимірних та нескінченновимірних просторах та охоплює наступне коло питань: оптимізація функцій багатьох змінних з обмеженнями типу рівностей та нерівностей, наближені методи пошуку локальних екстремумів, елементи опуклого аналізу, елементи диференціального числення в нормованих просторах, задачі класичного варіаційного числення, задачі оптимального керування, а також приклади застосування цієї теорії в інженерних та економіко-математичних моделях.

Викладається у 7 семестрі 4 курсу в обсязі 180 год. (6 кредити ECTS¹) зокрема: лекції – 26 год., практичні – 26 год., лабораторних – 14, консультацій – 2 год., самостійна робота – 112 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом.

Завдання (навчальні цілі): формування здатності розв’язувати складні спеціалізовані практичні завдання в галузі середньої освіти, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти. Набуття умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у педагогіці та математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- 5) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;
- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 8) Здатність працювати автономно;
- 9) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 10) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;
- 11) Здатність до кількісного мислення;
- 12) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
- 13) Здатність до комунікації з фаховими спільнотами державною (українською) мовою;
- 14) Здатність до формування у учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків;
- 15) Здатність здійснювати об'єктивний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень учнів;
- 16) Здатність формувати в учнів критичне мислення, переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення та математичного моделювання;
- 17) Здатність забезпечувати розвиток прийомів розумової діяльності та просторової уяви учнів, усвідомлюючи й реалізуючи специфічні можливості процесу навчання математики для розвитку логічного та алгоритмічного мислення.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Основи типи та приклади екстремальних задач, необхідні та достатні умови екстремуму в скінченновимірних задачах без обмежень та з обмеженнями типу рівностей, теорема Куна-Такера	лекція	активна робота на лекціях, модульна контрольна робота, іспит	10%
РН 1.2	Необхідні та достатні умови екстремуму функціоналів в нормованих просторах, приклади застосувань			10%
РН 1.3	Необхідні та достатні умови екстремуму в задачах			10%

	класичного варіаційного числення, застосування до класичних механічних моделей			
РН 1.4	Принцип максимуму Понтрягіна та метод динамічного програмування Беллмана в задачах оптимального керування, приклади			20%
РН 2.1	Розв'язувати задачі на мінімум, максимум для функцій багатьох змінних без обмежень та з обмеженнями типу рівностей, знаходити екстремуму в опуклих задачах, що задаються обмеженнями типу нерівностей	лекція, практичне заняття, самостійна робота, лабораторна робота	розв'язання задач на практичних заняттях, виконання завдань самостійної роботи, лабораторних робіт, модульна контрольна робота, іспит	10%
РН 2.2	Знаходити похідні та екстремуми функціоналів в нормованих просторах			10%
РН 2.3	Знаходити екстремалі, а також виділяти серед них сильні та слабкі екстремуми в задачах Лагранжа, Больца та ізопериметричній задачах класичного варіаційного числення			10%
РН 2.4	Розв'язувати основні типи задач оптимального керування: задачі Больца та оптимальної швидкодії			10%
РН 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекціях, практичних заняттях	5%
РН 3.2	Вироблення навиків командної роботи			5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Програмні результати навчання	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2

рівень										
РН-27 Формує ціннісний аспект математичного знання, координує його емоційне сприйняття учнями, розробляє і пропонує різні форми та прийоми виховання позитивного ставлення до математики, мотивації учнів до засвоєння її основ та методів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекціях: РН1.1-РН1.4, РН3.1, РН3.2 – 5 балів/3 бали;
 2. Виконання завдань для самостійної роботи: РН2.1 - РН2.4 – 15 балів/9 балів;
 3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2 – 15 балів/9 балів;
 4. Контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН2.3, РН2.4 – 15 балів/9 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1-РН2.4, РН3.1,РН3.2–10 балів/5 балів;
- Разом: 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1-РН1.4, РН2.1-РН2.4
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає усні відповіді на запитання лектора щодо раніше розглянутого теоретичного матеріалу.

Самостійна робота передбачає опрацювання певного обсягу теоретичного та практичного матеріалу за запропонованими джерелами.

Модульна контрольна робота проводиться письмово і складається з теоретичних завдань та типових задач за пройденим матеріалом.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 6-му тижні 7 семестру.
2. Модульна контрольна робота №2: на 12-му тижні 7 семестру.

3. Оцінювання завдань самостійної роботи за PH2.1-PH2.2 на 6-му тижні, за PH2.3-PH2.4 - на 13 тижні 7 семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Консультації	Лабораторні
Змістовий модуль 1 «Оптимізація в скінченновимірних задачах»						
1	Необхідні та достатні умови екстремуму в скінченновимірних задачах без обмежень та з обмеженнями типу рівностей, приклади.	4	4	20		2
2	Знаходження екстремуму в задачах з обмеженнями типу нерівностей	4	4	20		2
3	Опуклі задачі мінімізації, приклади	4	4	20	1	2
Змістовий модуль 2 «Оптимізація в нескінченновимірних задачах»						
4	Умови екстремуму в задачах класичного варіаційного числення, приклади	6	6	20		2
5	Принцип максимуму Понтрягіна в задачах оптимального керування, приклади	4	4	20		2
6	Метод Беллмана в задачах оптимального керування, приклади	4	4	12	1	4
Всього годин		26	26	112	2	14

ЗА НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:

лекції – 26 годин,

практичні заняття – 26 годин,

консультації – 2 години,

самостійна робота – 112 годин.

лабораторні роботи – 14 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Перестюк М.О., Станжицький О.М., Капустян О.В. Екстремальні задачі: теорія, приклади, методи розв'язання. – К.: ВПЦ Київський університет – 2019.
2. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. – К.: ВПЦ Київський університет – 2010
3. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. – М.:Наука, 1979
4. Янг Л. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления. – М.: Мир, 1974

Додаткові:

5. Intriligator M.D. Mathematical Optimization and Economic Theory. SIAM, 2002.
6. Leonard D., Van Long N. Optimal Control Theory and Static Optimization in Economics. Cambridge University Press, 1992.
7. Weber T.A. Optimal control theory with applications in economics. The MIT Press, 2011.
8. Ли Э.Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. – М.: Наука, 1972