

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник

декана

з навчальної роботи

Харитонов О.М.

серпень 2020 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕЛІНІЙНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ЕКОНОМІЧНІ
ЗАСТОСУВАННЯ. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ З
МНОГОЗНАЧНОЮ ПРАВОЮ ЧАСТИНОЮ
для студентів

галузь знань

11 «Математика та статистика»

спеціальність

112 «Статистика»

освітній рівень

перший (бакалавр)

освітня програма

«Статистика»

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2020/2021

Семестр

8

Кількість кредитів ECTS

6

Мова викладання, навчання

та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: Капустян Олексій Володимирович, д.ф.м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь, Сукретна Анна Василівна, к.ф.м.н., доцент кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

Пролонговано: на 20 /20 н.р.
на 20 /20 н.р.

() « »
() « »

20 р.
20 р.

КИЇВ – 2020

Розробники: Капустян Олексій Володимирович, д.ф.м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь, Сукретна Анна Василівна, к.ф.м.н., доцент кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри
інтегральних та диференціальних рівнянь



Перестюк М.О.

Протокол №1 від 27 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" 08 2020 року № 2

Голова науково-методичної комісії



професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення з сучасним математичним апаратом нелінійного та багатозначного аналізу, диференціальних рівнянь з розривними та багатозначними правими частинами та їх застосувань при дослідженні економіко-математичних моделей.

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 «Нелінійний аналіз та його економічні застосування. Диференціальні рівняння з багатозначною правою частиною».

3. *Володіти елементарними навичками:* дослідження екстремумів функцій однієї та багатьох змінних, розв'язання алгебраїчних систем, інтегрування основних типів диференціальних рівнянь та лінійних систем диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, елементів якісної теорії диференціальних рівнянь.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Нелінійний аналіз та його економічні застосування. Диференціальні рівняння з багатозначною правою частиною» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 Математика та статистика зі спеціальності 112 Статистика освітньої програми «Статистика». Дана дисципліна є вибірковою. Дисципліна «Нелінійний аналіз та його економічні застосування. Диференціальні рівняння з багатозначною правою частиною» вивчає основні поняття теорії багатозначних відображень, теореми про нерухомі точки, їх застосування в математичній економіці до задач економічної рівноваги, а також основні поняття та методи диференціальних включень та їх застосування до якісного дослідження динамічних економіко-математичних моделей.

Викладається у 8 семестрі 4 курсу в обсязі 180 год. (6 кредитів ECTS¹) зокрема: лекції – 26 год., практичні – 28 год., консультацій – 4 год., самостійна робота – 122 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна заліком.

4. **Завдання (навчальні цілі):** формування здатності розв'язувати складні спеціалізовані математичні та статистичні задачі, що характеризується комплексністю і невизначеністю умов і передбачає застосування теоретико-ймовірнісних і статистичних методів; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці та статистиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 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 українською мовою як усно, так і письмово.
- 5) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- 8) Здатність працювати автономно.
- 9) Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- 10) Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- 11) Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
- 12) Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків.
- 13) Здатність до математичного формулювання задач та вибору методів їх розв'язання.
- 14) Здатність до кількісно-статистичного мислення
- 15) Здатність робити якісні висновки з кількісних даних.
- 16) Здатність проводити дослідження ймовірісно-статистичних моделей та інтерпретувати одержані результати.
- 17) Здатність подавати статистичні процедури та результати їхнього застосування у формі, придатній для цільової аудиторії, до якої звертаються, як усно, так і письмово.
- 18) Здатність до аналізу основ і властивостей статистичних алгоритмів та розуміння переваг тих чи інших підходів, у тому числі до оцінки їх обґрунтованості й ефективності.

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	Знати основні типи багатовисновкових відображень, означення напівнеперервності, параметризованих та маргінальних відображень, відображення попиту та пропозиції, поняття нерухомої точки багатовисновкових відображень, застосування до теорії економічної рівноваги	лекція	активна робота на лекціях, модульна контрольна робота, іспит	10%
РН 1.2	Знати означення та приклади опуклих множин та опуклих функцій, теореми про відокремлення, теореми про мінімізацію в опуклих задачах, означення та властивості субдиференціала опуклої функції, правило Ферма для субдиференціалів, принципи децентралізації за допомогою цін			10%
РН 1.3	Знати основні типи та властивості селекторів багатовисновкових відображень, теореми про збіжність, теореми про розв'язність диференціальних включень з напівнеперервною зверху опуклою правою частиною			10%
РН 1.4	Знати дискретні та неперервні моделі формування рівноважної ціни в динамічних економіко-математичних моделях, принципи формування багатовисновкового відображення надлишкового попиту та його властивості, теореми про механізм формування рівноважної ціни та його стійкість			20%

PH 2.1	Вміти досліджувати напівнеперервність зверху та знизу многозначних відображень, вміти доводити існування нерухомих точок многозначних відображень, зокрема тих, що виникають в моделях вальрасівського типу теорії економічної рівноваги	лекція, практичне заняття, самостійна робота	розв'язання задач на практичних заняттях, виконання завдань самостійної роботи, модульна контрольна робота, іспит	10%
PH 2.2	Вміти досліджувати опуклість функцій, знаходити мінімуми в задачах опуклої оптимізації, зокрема в теорії споживання, знаходити субдиференціали опуклих функцій			10%
PH 2.3	Вміти доводити локальну та глобальну розв'язність диференціальних включень з напівнеперервною зверху опуклою правою частиною, визначати множину досяжності та досліджувати її властивості			10%
PH 2.4	Вміти досліджувати стійкість процесу формування цін в дискретних та неперервних економіко-математичних моделях.			10%
PH 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%
PH 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	Р
	Н	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	
<i>(з опису освітньої програми)</i>											
PH-1 - Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та, принаймні, однією з іноземних мов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-5 - Володіти базовими знаннями та вміннями з фундаментальних розділів математики: математичного аналізу, алгебри, аналітичної геометрії, диференціальних рівнянь, у тому числі в частинних похідних	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекціях: PH1.1-PH1.4, PH3.1, PH3.2 – 5 балів/3 бали;
2. Виконання завдань для самостійної роботи: PH2.1 - PH2.4 – 15 балів/9 балів;
3. Контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 15 балів/9 балів;

4. *Контрольна робота 2*: РН1.3, РН1.4, РН2.3, РН2.4 – 15 балів/9 балів;
6. *Розв'язання задач на практичних заняттях*: РН2.1-РН2.4, РН3.1,РН3.2–10 балів/5 балів;

Разом: 60/35

- **підсумкове оцінювання**: залік.

- *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. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 20 балів, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (20 балів), то бали за залік не додаються до семестрової оцінки;

Форма заліку – письмово-усна. Білет 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 залік можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Модульна контрольна робота №1*: на 5-му тижні 8 семестру.
2. *Модульна контрольна робота №2*: на 11-му тижні 8 семестру.
3. *Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1-РН2.2* на 6-му тижні, *за РН2.3-РН2.4* - на 12 тижні 8 семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та прездачі 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

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

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

теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Консультації	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1 «Многозначний аналіз та теорія економічної рівноваги»						
1	Основні типи mnogoznachnih відображень, означення напівнеперервності, параметризовані та маргинальні відображення, mnogoznachni відображення попиту та пропозиції.	4	4	10		
2	Основні теореми про нерухому точку mnogoznachnih відображень, нерухома точка як рівноважна ціна в моделях вальрасівського типу	4	4	20	1	
3	Опуклі процеси в економічних моделях, задачі опуклої мінімізації, економічна інтерпретація множників Лагранжа	4	6	20	1	
4	Елементи субдиференціального числення та правило Ферма	4	4	20		
Змістовий модуль 2 «Диференціальні включення»						
5	Селектори mnogoznachnih відображень, основні теореми та приклади застосувань	4	4	22		
6	Теореми про існування, єдиність та множину досяжності розв'язків початкових задач для диференціальних включень	4	4	10	1	
7	Функція надлишкового попиту, властивість валового заміщення та процеси формування рівноважних цін	2	2	20	1	
Всього годин		26	28	122	4	

ЗА НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:

лекції – 26 годин,

практичні заняття – 28 годин,

консультації – 4 години,

самостійна робота – 122 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Капустян О.В., Сукретна А.В. Методи нелінійного аналізу в математичній економіці. – К: ВПЦ Київський університет, 2013
2. Моклячук М.П. Негладкий аналіз та оптимізація. – К: ВПЦ Київський університет, 2008
3. Обен Ж.-П. Нелинейный анализ и его экономические приложения. – М.: Мир, 1988
4. Aubin J.-P., Cellina A. Differential inclusions. Set-Valued Maps and Viability Theory. - New-York: Springer, 1984.

Додаткові:

5. Intriligator M.D. Mathematical Optimization and Economic Theory. SIAM, 2002.
6. J.-P. Aubin, Frankowska H. Set-valued analysis. - Boston: Birkhauser, 1990.
7. J.-P. Aubin, S. Wilson Optima and Equilibria. An Introduction to Nonlinear Analysis. – New-York, Springer, 1998.