

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра теоретичної та прикладної механіки



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Елементи теорії апроксимації  
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітня програма	«Комп'ютерна механіка»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Зражевський Григорій Михайлович, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки

Пролонговано: на 20/20<sup>22</sup> н.р. ( ) « 8 » серпня 20<sup>22</sup> р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Зражевський Григорій Михайлович, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки

ЗАТВЕДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної та прикладної механіки

  
(підпис)

Жук Я.О.

Протокол № 1 від 28 серпня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

**1. Мета дисципліни** – оволодіти сучасними методами, теоретичними положеннями та основами застосуваннями теорії апроксимації при розробці та застосуванні аналітичних та чисельних методів при розв'язанні задач механіки та математики. Отримати практичні навички застосування апроксимаційних методів.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни (перед навчанням у 3-му семестрі):**

1. *Знати:* основні поняття та методи класичного математичного аналізу, основи функціонального аналізу та чисельних методів, що стосуються розділів теорії диференціального та інтегрального числень, теорії функціональних просторів та операторів, теорії інтерполювання та оцінювання.
2. *Вміти:* застосовувати методи математичного та функціонального аналізу при проведенні аналітичних досліджень математичних задач, формалізувати фізичні моделі механіки та формулювати математичні постановки задач, використовувати класичні нерівності та теореми при розв'язанні задач.
3. *Володіти елементарними навичками:* технікою математичних перетворень, доведення та використання основних теорем математичного та функціонального аналізу, застосування чисельних методів наближення функцій та розв'язків математичних задач.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Елементи теорії апроксимації» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 «Математика та статистика» зі спеціальності 113 «Прикладна математика» освітньої програми «Комп'ютерна механіка». Дана дисципліна є обов'язковою. Сучасний фахівець в галузі механіки та математики має володіти теоретичними основами напіваналітичних та чисельних методів моделювання та розв'язання складних математичних задач. Основою таких знань є в тому числі і теорія апроксимації, оскільки велика частина математичних задач та моделей використовують ідеї наближення функцій. У програмі курсу розглядаються такі фундаментальні поняття математики, як метричні лінійні нормовані, гільбертові та банахові простори з точки зору теорії наближень, наближення функцій, оптимальне наближення точки нормованого простору, система рівнянь Грама, узагальнений ряд Фур'є, лінійний функціонал, замкненість множини векторів в лінійному нормованому просторі, рівномірне наближення, ортогональні многочлени, система Чебишева, кубічні сплайни.

Викладається у 1 семестрі 1 курсу в обсязі **120 год.** (**4 кредити ECTS<sup>1</sup>**) зокрема: лекції – всього 28 год., практичні 8 год., самостійна робота – 80 год.. У курсі передбачено 1 змістовний модуль та 1 модульна контрольна робота. Завершується дисципліна **іспитом**.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

ознайомлення студентів з: математичною та механічною термінологією, та системами класифікацій що пов'язані з теорією апроксимації, основними теоретичними та прикладними правилами наближення математичних об'єктів, окресленням та класифікацією основних задач, що можуть бути розв'язані з використанням теорії апроксимації, формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики та механіки і характеризується комплексністю умов, набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від прикладної математики (ЗК–1);

<sup>1</sup> кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 5) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
- 6) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
- 7) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері прикладної математики і комп'ютерної механіки та їх практичних застосувань (ФК-1);
- 8) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
- 9) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
- 10) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК-6);
- 11) Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей прикладної та теоретичної механіки та механіки суцільних середовищ(ФК-7);
- 12) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
- 13) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики (ФК-10);
- 14) Володіння знаннями та здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області прикладної математики (ФК-12).

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація.)		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 (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати основні поняття та основні задачі теорії апроксимації, метричні, лінійні нормовані та гільбертові простори та їх значення в задачах апроксимації, основну теорему апроксимації в лінійному нормованому просторі, особливості апроксимації в гільбертових просторах, систему рівнянь Грама її властивості та використання при побудові наближення функції та оцінці похибки наближення.	Лекція, практичне заняття	Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді, модульна контрольна робота (60% правильних відповідей)	16%
РН 1.2	Знати ортонормальні системи функцій, узагальнений ряд Фур'є, нерівність Бесселя та рівність Парсеваля, першу та другу теореми Вейерштрасса про існування оптимальних наближень, теорему Мюнца, теорію Чебишева про рівномірне наближення за допомогою полінома та дробово поліноміальної функції, теорію Хаара.			15%
РН 1.3	Знати загальний підхід в теорії сплайн апроксимації, теорію наближення функцій кубічними інтерполяційними сплайнами.		Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді	5%
РН 2.1	Вміти використовувати методи теорії апроксимації в усіх розділах механіки, обґрунтовувати існування та єдиність (якщо це можливо) оптимального наближення в стандартних лінійних нормованих просторах, будувати системи рівнянь Грама та	Практичне та лабораторне заняття, самостійна	Модульна Контрольна робота (60% правильних відповідей),	28%

	знаходити наближення функцій в стандартних гільбертових просторах, оцінювати похибку наближень, будувати ортонормальні системи в гільбертових просторах та досліджувати їх повноту, будувати узагальнені ряди Фур'є.	<i>робота</i>	<i>розв'язання задач на практичних заняттях, іспит, виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	
PH 2.2	Вміти використовувати теореми Вейерштраса та Мюнца для побудови степеневих та тригонометричних наближень, будувати оптимальні поліноміальні наближення функцій в рівномірній нормі за теорією Чебишева та її узагальнення.		<i>Розв'язання задач на практичних заняттях, іспит, виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 3.1	Здатність обгрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, практичне та лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи	<i>Лекція, практичне та лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 4.1	самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації			2%
PH 4.2	виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації і вирішення моральних дилем, морально-професійних і морально-психологічних проблем і конфліктів, в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики	<i>Самостійна робота</i>	<i>Виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	2%
PH 4.3	усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність та політико-ідеологічну незаангажованість отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних культур			2%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання \ Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 2.2	PH 3.1	PH 3.2	PH 4.1	PH 4.2	PH 4.3
<b>КС 1</b> демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці;	+	+	+	+	+	+	+			
<b>КС 2</b> володіти основними положеннями та методами механіки, чисельними методами, методами дослідження операцій, методами комп'ютерного моделювання;	+	+	+	+	+	+	+			
<b>КС 3</b> формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС 6</b> вибирати раціональні методи та алгоритми розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС 1</b> виявляти здатність до самонавчання та професійного розвитку;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС 2</b> уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС 4</b> уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС 5</b> ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;	+	+	+	+	+	+	+			
<b>ЦМС 7</b> демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов.	+	+	+	+	+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2 – 15 балів/9 балів;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1, РН4.2, РН4.3 – 5 балів/3 бали
  3. Модульна контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 20 балів/12 балів;
  4. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2, – 20 балів/11 балів;
- Разом має бути 60/35

#### - підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота та усна співбесіда. Завдання включає 2 теоретичні питання/теоретичні задачі та дві практичні задачі

### 7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає присутність на лекції та практичному занятті, уважне прослуховування лекційного матеріалу, відповіді на питання, що задаються лектором під час лекції, задання питань лектору з метою роз'яснення матеріалу, участь в дискурсіях, що ініціюються лектором, чи слухачами на протязі лекції, коментування матеріалу лекції та оцінка якості донесення матеріалу лектором.

Самостійна робота передбачає виконання завдань, що надаються лектором, пошук та робота з додатковою літературою по заданій темі, читання наукової та науково-популярної літератури.

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 складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Теоретичні завдання оцінюються від 0 до 7 балів кожне, практичні завдання оцінюються від 0 до 10 балів кожне. Додатково від 0 до 6 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: на 5-му тижні семестру.
2. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 3-му тижні, за РН2.2 на 6 тижні 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 I семестр	Кількість годин					
		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	Самост. робота	Модульн а контроль на	Інші форми контролю
<b>Змістовий модуль 1 „Елементи теорії апроксимації”</b>							
1	Апроксимація в лінійних нормованих та гільбертових просторах	14		4	30		
2	Теорія Чебишева та її узагальнення	8		4	30	2	
3	Сплайн апроксимація	6			20		
Всього годин за I семестр		28		8	80	2	

**Загальний обсяг 120 годин, у тому числі:**

**лекції – 28 годин,**

**практичні - 8 годин,**

**консультації – 4 години,**

**самостійна робота – 80 годин.**

### 9. Рекомендовані джерела

#### Основні:

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. -6-е изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
2. Ахиезер Н.И. Лекции по теории аппроксимации. изд. 2-е. изд. М: Наука, 1965.
3. Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш. Теория сплайнов и ее приложения. М.: “Мир”. 1972. 319 с.
4. Варга Р. Функциональный анализ и теория аппроксимации в численном анализе. Изд. М: Мир, 1974.

#### Додаткові:

1. В.М. Тихомиров. Некоторые вопросы теории приближений. Изд. Московского университета, М: 1976