

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичної фізики**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Харитонов О.М.

2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Методи математичної фізики і елементи
функціонального аналізу
для студентів

| | |
|------------------|--|
| галузь знань | 11 «Математика та статистика» |
| спеціальність | 111 «Математика» |
| освітній рівень | перший (бакалавр) |
| освітня програма | «Математика та викладання математичних |
| дисциплін» | |
| вид дисципліни | обов'язкова |

| | |
|---|------------|
| Форма навчання | денна |
| Навчальний рік | 2020/2021 |
| Семестр | 6 |
| Кількість кредитів ECTS | 6 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |


Викладач: Верьовкіна Ганна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної фізики
Вакал Євген Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної фізики

Пролонговано: на 20²¹/20²² н.р. *О.М. Харитонов* «31» серпня 20²¹ р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Верьовкіна Ганна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедрою
математичної фізики


Самойленко В.Г.

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.
(підпис)

1. **Мет дисципліни (до 300 символів)** – ознайомлення та оволодіння базовими поняттями та положеннями теорії лінійних задач математичної фізики, сукупністю специфічних методів дослідження та розв’язання таких задач із застосуванням систем комп’ютерної математики.

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

1. *Знати:* основні положення теорії звичайних диференціальних рівнянь; основні методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь; основи роботи в системах комп’ютерної математики.

2. *Вміти:* зводити квадратичні форми до канонічного вигляду; розв’язувати звичайні диференціальні рівняння 2-го порядку; використовувати системи комп’ютерної математики.

3. *Володіти елементарними навичками:* методами розв’язання звичайних диференціальних рівнянь; прийомами роботи в системах комп’ютерної математики.

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

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики і елементи функціонального аналізу» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньо-наукової програми «Математика та викладання математичних дисциплін». У програмі дисципліни основна увага приділяється питанням класифікації та зведення до канонічного вигляду ДРЧП 2-го порядку; основним підходам до побудови математичних моделей фізичних явищ; постановці крайових задач математичної фізики та їх коректності; основним методам розв’язання задач для рівнянь гіперболічного, параболічного, еліптичного типів. Ці базові математичні поняття необхідні для підготовки студентів до використання загальних методів теорії ДРЧП в подальших навчальних курсах, застосуванню в комп’ютерних науках, сприянню розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

Дана дисципліна є обов’язковою.

Викладається у 6 семестрі 3 курсу в обсязі 180 год. (6 кредитів ECTS¹) зокрема: лекційні – 42 год., практичні – 28 год., консультацій – 2 год, самостійної роботи студентів – 108 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом.

4. **Завдання (навчальні цілі):**

формування здатності розв’язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп’ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

3 Загальні компетентності:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2)
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК-3)

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 1) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 2) 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 (СК -2);
- 3) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізнити основні ідеї від деталей і технічних викладок (СК -3);
- 4) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізнити правдоподібні аргументи від формально бездоганих (СК -4);
- 5) Здатність до кількісного мислення (СК-5);
- 6) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (СК-6);

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 | Основні поняття теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними; | Практичні заняття | Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), залік, активна робота на практичних та усні відповіді | 5% |
| РН 1.2 | Основні типи лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з 2-ма та багатьма незалежними змінними, їх канонічна форма | | | 10% |
| РН 1.3 | Постановка задачі Коші та задачі Гурса для хвильового рівняння. Постановка мішаних задач для хвильового рівняння | | | 5% |
| РН 1.4 | Методи побудови та формули розв'язку задачі Коші. | | | 10% |

| | | | | |
|---------|--|---|--|--|
| PH 2.1 | Формулювання математичних моделей основних фізичних процесів | <i>Практичні заняття, самостійна робота</i> | <i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i> | 20% |
| PH 2.2 | Зведення квадратичних форм до канонічного вигляду та знаходження лінійної заміни змінних, яка це робить | | <i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i> | 20% |
| PH 2.3 | Здійснення заміни незалежних змінних у диференціальному виразі. Визначення основних типів ДРЧП | | <i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i> | 20% |
| PH 3.1 | Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій | <i>Практичні заняття, самостійна робота</i> | <i>Активна робота на практичних заняттях, усні відповіді</i> | 2,5% |
| PH 3.2. | Вироблення навиків командної роботи | | | 2,5% |
| PH 4.1 | Продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні та/або управлінські рішення, які базуються на використанні математичних методів | <i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i> | <i>Активна робота на лекційних заняттях, самостійна робота, усні відповіді</i> | 2,5% |
| PH 4.2 | Високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість | | | <i>Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження</i> |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

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

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-1 Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці; | | | | | | | | + | + | + | + |
| PH-3 Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; | + | + | + | + | + | + | + | | | | |
| PH-4 Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; | | | | | + | + | + | | | | |
| PH-10 Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями; | | | | | + | + | + | | | | |
| PH-11 Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей; | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| PH-16 Знати теоретичні основи і застосовувати методи топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь для дослідження динамічних систем; | + | + | + | + | + | + | + | | | | |
| PH-19 Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально-економічних та інших процесів і явищ; | + | + | + | + | + | + | + | | | | |

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лабораторних, усні відповіді: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4– 5 балів/3 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 15 балів/9 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH 4.1, PH 4.2 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: PH1.3, PH1.4, PH2.2, PH2.3, PH 4.1, PH 4.2 – 15 балів/9 балів;
 5. Розробка проєктів на лабораторних заняттях: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 10 балів/5 балів;
- Разом 60/35

- підсумкове оцінювання: залік.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3;
- форма проведення і види завдань: представлення проєкту.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекція передбачає виконання додаткових задач теоретичного плану, запропонованих керівником курсу.

Самостійна робота передбачає виконання зазначених керівником курсу завдань практичного характеру.

Модульні контрольні роботи та колоквиум проводиться в час після занять в формі письмово-усній за практичними та теоретичними питаннями курсу, запропонованих керівником курсу.

Допускається оцінювання за допомогою технологій дистанційного навчання.

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 скласти 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.

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>.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюються 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 5-му тижні навчального періоду.
2. Модульна контрольна робота 2: на 9-му тижні навчального періоду.

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

6-й семестр

| Теми | Назва теми | Кількість годин | | | | |
|--|---|-----------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|
| | | Лекції | Практичні заняття | Самост. робота | Контр. модульна робота | Інші форми контролю |
| Змістовий модуль 1. Постановка основних задач математичної фізики | | | | | | |
| 1 | Фізичні процеси, що приводять до задач математичної фізики. Формулювання математичних | 8 | 4 | 20 | | |

| | | | | | | |
|---|---|----|----|-----|---|--|
| | моделей основних фізичних процесів | | | | | |
| 2 | Основні поняття теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними | 10 | 8 | 20 | | |
| Змістовий модуль 2. Класифікація та зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку. Задача Коші | | | | | | |
| 1 | Класифікація лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з багатьма незалежними змінними. Зведення квадратичних форм до канонічного вигляду та знаходження лінійної заміни змінних. Визначення основних типів ДРЧП | 8 | 4 | 20 | | |
| 2 | Класифікація лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з двома незалежними змінними. Застосування математичних пакетів. | 8 | 6 | 20 | | |
| 3 | Постановка та розв'язання задачі Коші для хвильового рівняння. | 8 | 6 | 28 | 2 | |
| Всього годин за 6 семестр | | 42 | 28 | 108 | | |

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:

лекції – 42 годин,

практичні заняття – 28 годин,

консультації – 2 години,

самостійна робота – 108 годин.

9. Рекомендовані джерела:

Основна література:

1. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. – М.: Наука, 1980.
2. Вакал Є., Вакал Ю. Класифікація рівнянь із частинними похідними з використанням системи MATLAB. – К.: Основа, 2017.
3. Вакал Є.С., Ловейкін А.В. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навч. посібник для студентів механіко-математичного факультету. – К., 2020.
4. Владимиров В.С. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.:

- Наука, 1982.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1980.
 6. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высшая школа, 1970.
 7. Перестюк М.О., Маринець В.В., Рего В.Л. Збірник задач з математичної фізики. – Кам'янець-Подільський.: Аксіома, 2012.
 8. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. Курс лекцій. – К.: Либідь, 2001.
 9. Самойленко В.Г., Конет І.М. Рівняння математичної фізики : навч. посібник. – К.: ВПЦ Київський ун-т, 2014.
 10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966.

Додаткова література:

1. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1969.
2. Гончаренко В.М. Основы теории уравнений в частных производных. – К.: Вища школа, 1985.
3. Контрольні завдання з курсу "Рівняння математичної фізики" для студентів механіко-математичного факультету заочної форми навчання / Упорядники Є.С. Вакал та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2002.
4. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения математической физики. – М.: Физматгиз, 1962.
5. Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968.
6. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966.