

**Одеський національний університет імені І. І. Мечникова**  
**Факультет математики, фізики та інформаційних технологій**  
**Кафедра фізики та астрономії**

**Силабус навчальної дисципліни**  
**ОК 19 «Методи математичної фізики»**

Обсяг	7 кредитів, 210 год
Семестр, рік	4-й семестр, 2-й рік; 5-й семестр, 3-й рік
Дні, час, місце	Середа, 8:00, 9:30, ауд. 30 (у дні за розкладом)
Викладач	Сушко Мирослав Ярославович, к.ф.м.н., доцент
E-mail	<a href="mailto:mrs@onu.edu.ua">mrs@onu.edu.ua</a>
Робоче місце	Кафедра фізики та астрономії
Консультації	Середа, 13:20-15:20. Очні в ауд. 30 або онлайн за лінком <a href="https://meet.google.com/fox-rfrz-cqo">https://meet.google.com/fox-rfrz-cqo</a> (згідно з режимом занять)

### КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами: електронною поштою [mrs@onu.edu.ua](mailto:mrs@onu.edu.ua) або очно в аудиторії за розкладом.

### АНОТАЦІЯ КУРСУ

**Предметом вивчення** навчальної дисципліни «Методи математичної фізики» є початковий мінімум класичних понять, засобів і прийомів математичної фізики.

**Передумовами** для вивчення дисципліни є знання, уміння й навички, що здобуваються в курсах «Математичний аналіз» (диференціювання і інтегрування функцій, аналітичні властивості функцій), «Диференціальні та інтегральні рівняння» (методи розв'язування диференціальних і інтегральних рівнянь для функцій однієї змінної) «Механіка» (рівняння руху матеріальних точок і механічних систем, особливості коливальних і хвильових процесів у механічних системах), «Молекулярна фізика» (особливості процесів теплопередачі і дифузії), «Електрика і магнетизм» (особливості електричних коливальних й електромагнітних хвиль).

Знання, уміння і навички, здобуті в результаті вивчення дисципліни «Методи математичної фізики», є необхідними для паралельного або подальшого вивчення обов'язкових дисциплін «Фізика атома», «Класична механіка», «Електродинаміка», «Квантова механіка» «Квантова фізика» та окремих спеціальних дисциплін за вибором студента.

**Метою** навчальної дисципліни є підготовка фахівців, які володіють основами кількісного опису, моделювання та симуляції природних явищ і фізичних процесів, базових математичних методів сучасної фізики та їх застосувань при розробці проблем фізики, астрономії та прикладної фізики, здатні розв'язувати базові задачі і практичні проблеми, пов'язані з дослідженням фізичних об'єктів, а також формування у здобувачів здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі з організації освітнього процесу, які

зумовлені закономірностями й особливостями сучасної теорії і методики навчання.

**Завданнями** вивчення дисципліни є формування у студентів наступної системи компетентностей, що включають знання, розуміння, уміння та навички кількісного аналізу природних явищ та фізичних процесів з використанням математичних методів сучасної фізики:

**Інтегральна компетентність** – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### **Загальні компетентності:**

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K04. Здатність бути критичним і самокритичним.
- K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

#### **Спеціальні (фахові) компетентності:**

- K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

#### **Очікувані результати**

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати**: основні теоретичні аспекти теорії лінійних задач Коші для диференціальних рівнянь в частинних похідних; поняття, зміст і властивості функцій Гріна для класичних рівнянь теплопровідності, дифузії і хвильового рівняння; основи теорії узагальнених функцій й інтегральних перетворень Фур'є; основи варіаційного числення; властивості власних значень і власних функцій крайових задач.

**Вміти**: ставити і розв'язувати лінійні задачі Коші для класичних рівнянь теплопровідності, дифузії і хвильового рівняння в різних вимірах; аналізувати й інтерпретувати зміст отриманих розв'язків; застосовувати інтегральні перетворення Фур'є для розв'язування лінійних диференціальних рівнянь; застосовувати варіаційні методи для аналізу фізичних і математичних задач.

У підсумку здобувач повинен **досягнути** такий програмний результат:

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

## ОПИС КУРСУ

### Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (60 год.) і практичних (44 год.), організації самостійної роботи студентів (106 год.).

Під час викладання дисципліни використовуються словесні інтерактивні та наочні методи навчання. Головними словесними методами навчання є лекції і практичні заняття. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу; частково-пошуковий або евристичний метод. Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод; дослідницький метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

### Зміст навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Рівняння теплопровідності та дифузії

Тема 1. Процес теплопровідності.

Тема 2. Задача Коші для лінійного рівняння теплопровідності.

Тема 3. Стаціонарна температура та теплові коливання.

Тема 4. Процес дифузії.

#### Змістовий модуль 2. Додаткові розділи аналізу

Тема 1. Узагальнені функції.

Тема 2. Інтегральне перетворення Фур'є.

#### Змістовий модуль 3. Задачі для хвильового рівняння

Тема 1. Малі коливання рідин і газів.

Тема 2. Задача Коші для однорідного хвильового рівняння.

Тема 3. Неоднорідне хвильове рівняння.

#### Змістовий модуль 4. Варіаційне числення

Тема 1. Поняття функціонала.

Тема 2. Узагальнення найпростішої задачі варіаційного числення.

Тема 3. Функціонали, що залежать від функцій декількох змінних.

#### Змістовий модуль 5. Коливання, теплопровідність та дифузія в однорідних системах

Тема 1. Коливання натягнутої струни.

Тема 2. Рівняння теплопровідності та дифузії на відріжку.

#### Змістовий модуль 6. Теорія Штурма–Ліувілля. Неодновимірні системи: коливання, дифузія та теплопровідність

Тема 1. Коливання неоднорідних систем.

Тема 2. Крайові задачі для неодновимірних систем.

### Рекомендована література

#### Основна

1. Адамян В. М., Сушко М. Я. Вступ до математичної фізики. Introduction to Mathematical Physics. – Одеса: Астропринт, 2003. – 320 с.
2. Адамян В. М., Сушко М. Я. Варіаційне числення. – Одеса: Астропринт, 2005. – 128 с.

3. Адамян В. М., Сушко М. Я. Вступ до математичної фізики. Варіаційне числення та крайові задачі. – Одеса: Астропринт, 2014. – 380 с.
4. Адамян В. М., Сушко М. Я. Методи математичної фізики. Методичні вказівки з курсу. – Одеса: Астропринт, 2007. – 39 с.
5. Перестюк М. О., Маринець В. В. Теорія рівнянь математичної фізики. – Київ.: Либідь, 2001. – 336 с.
6. Піх С. С., Попель О. М., Ровенчак А. А., Тальянський І. І. Методи математичної фізики. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – 404 с.
7. Свідзинський А. Математичні методи теоретичної фізики. – Луцьк: Вежа, 2001. – 563 с.
8. Courant, R., Hilbert, D. Methods of Mathematical Physics. Vol 1. – New York: Wiley, 1989. – 560 p.
9. Courant, R. Partial Differential Equations. In: Courant, R., Hilbert, D. Methods of Mathematical Physics. Vol 2. – New York: Wiley, 1989. – 811 p.
10. Tikhonov, A. N., Samarskii, A. A. Equations of Mathematical Physics. – New York: Dover, 2011. – 765 p.

#### Додаткова

1. Arsenin V. Ya. Basic Equations and Special Functions of Mathematical Physics. – London: Elsevier, 1968. – 361 p.
2. Budak, B. M., Samarskii, A. A., Tikhonov, A. N. A Collection of Problems on Mathematical Physics. – Oxford: Pergamon, 1964. – 768 p.
3. Vladimirov, V. S. Equations of Mathematical Physics. – New York: Marcel Dekker, 1971. – 418 p.
4. Vladimirov, V. S. A Collection of Problems on the Equations of Mathematical Physics. – Berlin: Springer, 1986. – 288 p.
5. Піх С. С., Ровенчак А. А., Криницький Ю. С. 1001 задача з математичної фізики. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 328 с.
6. Положій Г. М. Рівняння математичної фізики. – Київ : Рад. шк., 1959. – 479 с.

#### Електронні інформаційні ресурси

1. <http://phys.onu.edu.ua>
2. <http://theorphys.onu.edu.ua/uk/textbooks>
3. <http://en.wikipedia.org/>
4. <http://arxiv.org/abs/1306.1675>
5. [http://www.researchgate.net/profile/Miroslav\\_Sushko1/publications](http://www.researchgate.net/profile/Miroslav_Sushko1/publications)

#### ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики» оцінюється за 100-бальною шкалою. Для виведення підсумкової оцінки використовуються наступні **форми і методи контролю** і розроблені для них певні алгоритми оцінювання (докладно викладені у робочій програмі дисципліни):

**Поточний контроль** здійснюється за результатами виконання студентом домашніх завдань, відвідування ним занять і його аудиторної активності. Кожне домашнє завдання включає кілька завдань та/чи запитань з тем(и) практичних занять та/чи самостійної роботи, відповіді на які студент подає у

письмовій формі. Відповіді перевіряються і обговорюються з викладачем. Оцінка за виконання завдання визначається повнотою, правильністю і якістю наданих студентом відповідей.

**Періодичний контроль** здійснюється за результатами виконання студентом письмових контрольних робіт за змістовими модулями. Кожна контрольна складається з 10 теоретичних питань, кожне з яких може включати кілька пов'язаних підпитань, на які треба відповісти у стислій формі. Відповідь на кожне питання оцінюється за десятибальною шкалою. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за кожну контрольну роботу за змістовним модулем, складає 100 балів.

**Підсумковий семестровий контроль (іспит)** проводиться у вигляді письмової контрольної роботи, що оцінюється за 100-бальною шкалою. Вона складається з чотирьох розділів:

А. Математичні означення та базові співвідношення. Тестові запитання з наведеними відповідями у вигляді певних формул, одна з яких правильна;

В. Аналіз правильності тверджень. Тестові запитання з наведеними відповідями у вигляді певних тверджень, одне з яких правильне.

С. Формулювання законів, означень, понять. Короткі теоретичні питання, на які треба дати власні відповіді;

Д. Практичне завдання. Задача середнього рівня складності або теоретичне питання, що передбачає поглиблений модельний аналіз.

**Підсумковий бал за кожний змістовний модуль** обчислюється за такою схемою: знаходиться відсоток, який загальна сума балів, набраних студентом у ході поточного контролю, складає від максимально можливої за всі теми у цьому модулі; обчислюється відсоток, який загальна сума балів, набраних студентом у ході виконання контрольної роботи за змістовним модулем, складає від максимально можливої; знаходиться середнє значення для цих двох відсотків; від середнього береться певний ваговий відсоток (який чисельно дорівнює максимальній сумі балів за цей змістовий модуль і вказано нижче).

**Підсумкова семестрова оцінка** визначається за результатами поточного, періодичного і (при наявності) підсумкового контролів за такими схемами:

#### 4 семестр

Поточний та періодичний контроль			Підсумковий бал*
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	
40	30	30	100

\* Обчислюється як сума балів поточного та періодичного контролів.

#### 5 семестр

Поточний та періодичний контроль			Підсумковий контроль (іспит)	Підсумковий бал**
Змістовий модуль 4	Змістовий модуль 5	Змістовий модуль 6		
35	35	30	100	100

\*\* Обчислюється як сума балів поточного та періодичного контролів, помножена на коефіцієнт 0,7, та балу за підсумкову контрольну роботу, помноженого на 0,3.

**Самостійна робота студентів.** Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій і додаткових тем), самостійне розв'язування задач (за темами практичних занять винесених на самостійне опрацювання). Метою самостійної роботи студента є поглиблене розуміння теоретичного матеріалу і поглиблене оволодіння практичних навичок розв'язування задач. Результати виконання самостійної роботи враховуються у всіх формах контролю.

## **ПОЛІТИКА КУРСУ**

**Правила організації освітнього процесу** регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Одеському національному університеті імені І.І.Мечникова

([https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/polozennya/poloz-org-osvit-process\\_2022.pdf](https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/polozennya/poloz-org-osvit-process_2022.pdf)). Зокрема, відвідування занять і своєчасна явка на них є обов'язковими. В окремих випадках навчання може відбуватись онлайн з використанням дистанційних технологій. Терміни виконання завдань з курсу, їх перенесення у разі поважних причин визначаються викладачем. Перездача заборгованостей – з дозволу деканату. Користування мобільними засобами зв'язку під час занять і контрольних заходів не дозволяється.

**Політика щодо академічної доброчесності** всіх учасників освітнього процесу регламентується Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І.Мечникова

([https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/acad\\_council/polozhennya-antiplagiat-2021.pdf](https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/acad_council/polozhennya-antiplagiat-2021.pdf)). Для здобувача вищої освіти ці правила передбачають самостійне виконання завдань поточного, періодичного і підсумкового контролів, належне посилення на джерела інформації під час виконання творчих робіт, дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права, надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності. За порушення правил академічної доброчесності учасник освітнього процесу може бути притягнений до академічної відповідальності згідно з цим Положенням.