



Вибрані питання теоретичної фізики

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

□ Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 – Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>111 Математика</i>
Освітня програма	<i>Страхова та фінансова математика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС, 120 годин (30 годин – лекції, 30 годин – практичні, 60 годин – СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д. фіз.-мат. наук, професор Снарський Андрій Олександрович, asnarskii@gmail.com , +380676982636 Практичні: д. фіз.-мат. наук, професор Снарський Андрій Олександрович, asnarskii@gmail.com , +380676982636
Розміщення курсу	Електронний кампус КПІ https://campus.kpi.ua/ , сайт кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей ФМФ http://matan.kpi.ua/uk/

□ Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Цілі дисципліни	<i>Метою дисципліни «Вибрані питання теоретичної фізики» є придбання здобувачами знань та навичок, необхідних для адекватного оцінювання різних фізичних процесів, вибір адекватних моделей фізичних процесів, пов'язаних зі складними багаторівневими системами, різними масштабами, фазовими переходами та застосування цих моделей у галузі біології, економіки, інформатики.</i>
Предмет навчальної дисципліни	<i>Складні фізичні системи. Опис скейлінгу, фазового переходу в геометричних, фізичних інформаційних системах. Системи, що мають перколяційні властивості, універсальність, властивості складних мереж. Основні моделі складних мереж та самоорганізована критичність.</i>
Компетентності	<p><i>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).</i></p> <p><i>Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2).</i></p> <p><i>Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК3).</i></p> <p><i>Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7).</i></p> <p><i>Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК8).</i></p> <p><i>Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ФК1).</i></p> <p><i>Здатність до кількісного мислення (ФК5).</i></p> <p><i>Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (ФК6).</i></p> <p><i>Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей (ФК7).</i></p> <p><i>Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (ФК8).</i></p> <p><i>Здатність математичними методами оцінювати ризики в тих предметних областях, де проводяться дослідження (ФК11).</i></p> <p><i>Здатність знаходити методи розв'язання прикладних задач в нових та незнайомих контекстах на основі математичних методів та методів комп'ютерної статистики (ФК12).</i></p> <p><i>Здатність застосовувати математичний апарат до оптимізації та оцінювання ефективності організаційно-управлінської системи в конкретних предметних областях, проводити прогностичні розрахунки, оцінювати точність та достовірність результатів моделювання (ФК13).</i></p>

Програмні результати навчання	<p><i>Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів (PH6).</i></p> <p><i>Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефакхівців у галузі математики (PH7).</i></p> <p><i>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 (PH10).</i></p> <p><i>Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (PH11).</i></p> <p><i>Знати теоретичні основи і застосовувати основні методи теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів і математичної статистики для дослідження випадкових явищ, перевірки гіпотез, обробки реальних даних та аналізу тривалих випадкових явищ (PH17).</i></p> <p><i>Застосовувати отримані знання з математичних дисциплін, у яких вивчаються моделі природничих процесів; математичні методи аналізу та прогнозування; математичні способи інтерпретації числових даних; принципи функціонування природничих процесів (PH24).</i></p>
--------------------------------------	--

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: Освітній компонент «Вибрані питання теоретичної фізики» є одним із вибіркового курсів професійної підготовки здобувачів першого (бакалавського) рівня спеціальності Математика, які навчаються за освітньо-професійною програмою Страхова та фінансова математика. Цей вибіркового компонент доповнює обов'язкові дисципліни циклу професійної підготовки у напрямку теорії ймовірностей, математичної статистики, фрактального аналізу, теорії критичних явищ та їх застосування та знайомить студентів з математичними моделями та методами, що використовуються для аналізу складних систем. Дисципліна базується на знаннях, отриманих щодо дисциплін "Математичний аналіз", "Теорія ймовірностей".

Постреквізити: Дисципліна «Вибрані питання теоретичної фізики» передую освітнім компонентам Статистичні методи ризикового страхування, Основні математичні моделі процесів ризику.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Тема 1. Поняття фракталу.	6	2	-	4
Тема 2. Фрактальні розмірності множин	8	2	2	4
Тема 3. Мультифрактали	8	2	2	4

Тема 4. Фрактальний та мультифрактальний аналіз сигналів.	10	4	2	4
Тема 5. Фази та фазові переходи, теорія середнього поля.	12	4	2	6
Тема 6. Перколяційні системи, універсальність та скейлінг	10	2	2	6
Модульна контрольна робота	8	-	2	6
Тема 7. Ренормалізаційна група, критичні індекси та самоорганізована критичність.	12	4	2	6
Тема 8. Складні мережі, типи та характеристики.	14	6	2	6
Тема 9. Процеси на складних мережах.	12	6	2	4
Розрахункова робота	10	-	-	10
Залік	10	4	-	6
Всього годин	120	36	18	66

□ 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Ю.І.Горобець, А.М.Кучко, И.Б.Вавилова, *Фрактальна геометрія у природознавстві. Навчальний посібник.* — Київ: Наук, думка, 2008. — 232 с.
2. A.Snarskii, I.V.Bezsudnov, *Transport Processes in Macroscopically Disordered Media*, Springer, 2016.
3. Kruglyak Yu.A., Glushkov A.V., Prepelitsa G.P., Buyadzhi V.V., *Calculational Methods in Quantum Geometry and Chaos theory*, P. 4. *Lecture's Notes* Odessa: TEC, 2015.180P
4. Glushkov A.V., Khetselius O.Yu., Svinarenko A.A., Chernyakova Yu.G., *Fractal Geometry and a Chaos Theory, part 2: New methods and algorithms of Nonlinear Analysis*, *Lecture's Notes*. Odessa: OSENU.
5. Glushkov A.V., *Relativistic Quantum Theory. Quantum, mechanics of Atomic Systems*. Odessa: Astroprint, 2008
6. *Фрактальна геометрія : навчальний посібник / Н. І. Мазуренко – Івано-Франківськ, 2010. — 65 с.*

Додаткова література

7. H.Schuster, *Deterministic Chaos*, Weinheim, 1984.
8. Frees, E.W. *Regression Modeling with Actuarial and Financial Applications*. Cambridge University Press. 2010
9. Glushkov A.V. *Atom in electromagnetic field*. KNT: Kiev, 2005.

Інформаційні ресурси

10. <https://www.actuaries.org.uk/studying/curriculum/actuarial-mathematics/resources-subject-cm1-actuarial-mathematics>

11. <https://www.actuaries.org.uk/studying/curriculum/actuarial-mathematics/resources-subject-cm2-financial-engineering-and-loss-reserving>

□ Навчальний контент

□ 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Поняття фракталу. Приклади. <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
2	Фрактальні розмірності множин. Кантор, Кох, Серпинський, Менгер. <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
3	Фрактальний та мультифрактальний аналіз сигналів. Моделювання індивідуального ризику. Обчислення та деякі властивості. <i>Рекомендована література:</i> [1- 6].
4-5	Фази та фазові переходи, теорія середнього поля. Наближення. <i>Рекомендована література:</i> [1- 4]
6-7	Перколяційні системи, універсальність та скейлінг Теорія перколяції. <i>Рекомендована література:</i> [1- 5] .
8-9	Ренормалізаційна група, критичні індекси та самоорганізована критичність. Нерухливі точки відображення. Метод ренорм групи теорії перколяції <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
10-11	Складні мережі, типи та характеристики. Центральні та загальні характеристики складних мереж, Мережі малого світу, масштабно-інваріантні та Ердоша-Реньї <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
12-14	Процеси на складних мережах. Проблема пошуку у мережах, рангові характеристики, освіта гігантської компоненти. <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
15	Залік

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1-2	Поняття фракталу. Приклади. <i>Завдання для СРС:</i> [1 - 3]
3-4	Фрактальні розмірності множин. Обчислення множин: Кантор, Кох, Серпинський, Менгер. <i>Завдання для СРС:</i> [6]
5-6	Фрактальний та мультифрактальний аналіз сигналів. Моделювання

	індивідуального ризику. Обчислення та деякі властивості. <i>Завдання для СРС: [7]</i>
7-8	Фази та фазові переходи, теорія середнього поля. Наближення. <i>Рекомендована література: [1- 5]</i>
9-11	Ренормалізаційна група, критичні індекси та самоорганізована критичність. Нерухливі точки відображення. Метод ренорм групи теорії перколяції. Обчислення квадратної та трикутної сеті. <i>Рекомендована література: [1- 6]</i>
12-13	Модульна контрольна робота. <i>Завдання для СРС: [1 - 3]</i>
14-15	Складні мережі, типи та характеристики. Робота с програмою Gephi <i>Завдання для СРС: [1 - 3]</i>

□ 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- *підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;*
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;*
- виконання розрахункової роботи;*
- підготовка до заліку.*

□ Політика та контроль

□ 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: *вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.*

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання розрахункової роботи, підготовку до МКР та заліку.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

□ 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	РР	Семестр. атест.
7	4	120	36	18	66	1	1	залік

На першому занятті студенти ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтинг студента з навчальної дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали і складається з балів, які він отримує за:

- роботу на практичних заняттях;
- виконання домашніх робіт;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи.

1. Робота на практичному занятті

За умови якісної підготовки і активної роботи на практичному занятті студент отримує 1 бал за заняття, максимально 8 балів за семестр.

2. Виконання домашніх робіт.

За виконання домашніх робіт студент отримує від 0 до 4 балів за кожну домашню роботу, максимально $8 \times 4 = 32$ бали за семестр.

3. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота оцінюється від 0 до 30 балів і складається з 6 задач. Ваговий бал кожної задачі – 5 балів.

4. Розрахункова робота

Розрахункова робота складається з 10 задач і оцінюється від 0 до 30 балів.

Форма семестрового контролю – залік.

Якщо виконано усі передбачені види робіт, то залік виставляється «автоматом» згідно рейтингу здобувача, з переведенням в оцінку за університетською шкалою. В разі недостатньої кількості балів або з метою підвищення рейтингу дозволяється написання залікової роботи, за результатами якої здобувач отримує остаточний рейтинговий бал

Умови позитивної оцінки календарного контролю

Для отримання "зараховано" з першої (8 тижднів) та другої проміжної атестації (14 тижднів) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Розрахунок шкали рейтингу (R):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 8 + 32 + 30 + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складен: професором кафедри ЗФ, доктором фіз.-мат. наук, Снарським А.О.

Ухвалено кафедрою ЗФ (протокол № 7 від 06.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2023 р.)