



Вибрані питання теоретичної фізики Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	11 – Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)/змішана
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС, 120 годин (36 годин – лекції, 18 годин – практичні, 66 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
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/

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 символічній 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 нефахівців 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 вибіркових курсів професійної підготовки здобувачів першого (бакалавського) рівня спеціальності Математика, які навчаються за освітньо-професійною програмою Страхова та фінансова математика. Цей вибірковий 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» передує 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., *Computational 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-Ренї <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	Поняття фракталу. Приклади. <i>Завдання для СРС:</i> [1 - 3]
2	Фрактальні розмірності множин. Обчислення множин: Кантор, Кох, Серпинський, Менгер. <i>Завдання для СРС:</i> [6]
3	Фрактальний та мультифрактальний аналіз сигналів. Моделювання індивідуального ризику. Обчислення та деякі властивості. <i>Завдання для СРС:</i> [7]
4	Фази та фазові переходи, теорія середнього поля. Наближення. <i>Рекомендована література:</i> [1- 5]
5 -7	Ренормалізаційна група, критичні індекси та самоорганізована критичність. Нерухливі точки відображення. Метод ренорм групи теорії перколяції. Обчислення квадратної та трекутної сеті. <i>Рекомендована література:</i> [1- 6]
8	Модульна контрольна робота. <i>Завдання для СРС:</i> [1 - 3]
9	Складні мережі, типи та характеристики. Робота с програмою Gephi <i>Завдання для СРС:</i> [1 - 3]

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.

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. залік
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 силабусу, 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 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) 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):

Складено:

Прфесор кафедри ЗФ, д-р. фіз.-мат. наук, Снарський А.О.

Ухвалено кафедрою ЗФ (протокол № 10 від 08.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 8 від 11.07.2022 р.)