



## Чисельні методи розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### – Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий (магістерський)
<b>Галузь знань</b>	11 Математика та статистика
<b>Спеціальність</b>	111 Математика
<b>Освітня програма</b>	«Страхова та фінансова математика»
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	Очна (денна)/дистанційна
<b>Рік підготовки, семестр</b>	2 курс, осінній семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	120 годин (18 годин – Лекції, 18 години – Практичні, 84 годин – СРС)
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Залік, МКР
<b>Розклад занять</b>	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Боднарчук Семен Володимирович <a href="mailto:sem_bodn@ukr.net">sem_bodn@ukr.net</a> Практичні / Семінарські: Боднарчук Семен Володимирович <a href="mailto:sem_bodn@ukr.net">sem_bodn@ukr.net</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a>

**– Програма навчальної дисципліни**

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

<b>Цілі дисципліни</b>	<p>Метою навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей;</li> <li>– формування здатностей до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у студентів прикладної математичної культури;</li> <li>– формування здатностей самостійно використовувати і вивчати літературу з математики, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.</li> </ul>
<b>Предмет навчальної дисципліни</b>	<p>Чисельні методи розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь та їх застосування.</p>
<b>Компетентності</b>	<p>Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК1)</p> <p>Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК2)</p> <p>Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК4)</p> <p>Здатність до виконання дослідницької роботи з елементами наукової новизни (ЗК7)</p> <p>Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (ФК1)</p> <p>Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні математичних проблем (ФК2)</p> <p>Спроможність розуміти наукові проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК4)</p> <p>Здатність розв'язувати прикладні задачі аналізу даних математичними методами та методами комп'ютерної статистики і обирати для цього адекватні математичні засоби (ФК10)</p> <p>Здатність проводити обчислення в рамках математичних моделей та застосовувати для цього необхідні та адекватні математичні та комп'ютерні методи, здібність пояснювати у математичних термінах результати, отримані під час підрахунків, та інтерпретувати їх у рамках даної предметної області (ФК12)</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики (РН1)</p> <p>Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії (РН2)</p> <p>Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів (РН3)</p> <p>Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів (РН4)</p> <p>Знати спеціальні математичні дисципліни для оцінки ризиків у банківській та фінансовій сферах і страхуванні: фінансову</p>

математики фондового ринку, стохастичні диференціальні рівняння, ланцюги та процеси Маркова, аналіз часових рядів, правильно змінні функції у теорії ймовірностей, прикладні моделі нелінійного регресійного аналізу (PH15)
---

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

**Пререквізити:** Дисципліна «Чисельні методи розв’язання стохастичних диференціальних рівнянь» викладається в першому семестрі другого курсу підготовки магістрів і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей», «Основи математичної статистики», «Диференціальні рівняння», «Основи теорії випадкових процесів», які вивчаються на бакалаврському рівні вищої освіти за освітньою програмою «Страхова та фінансова математика».

**Постреквізити:** Дисципліна «Чисельні методи розв’язання стохастичних диференціальних рівнянь» передуює освітнім компонентам «Наукова робота за темою магістерської дисертації» та «Науково-дослідна практика».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
<i>Тема 1. Лінійний конгруентний генератор випадкових чисел.</i>	12	2	2	8
<i>Тема 2. Гауссів білий шум та вінерівський процес.</i>	12	2	2	8
<i>Тема 3. Формула Іто та стохастичні диференціальні рівняння.</i>	18	2	4	12
<i>Тема 4. Чисельні методи розв’язання стохастичних диференціальних рівнянь.</i>	30	6	4	20
<i>Тема 5. Застосування стохастичних диференціальних рівнянь.</i>	30	6	4	20
Залік	18	-	2	16
Всього годин	120	18	18	84

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова література

1. Numerical solution of stochastic differential equations / P. E. Kloeden, E. Platen. — В. : Springer, 1992. — 636 p.
2. Numerical solution of SDE through computer experiments / P. E. Kloeden, E. Platen, H. Schurz. — В. : Springer, 1994. — 294 p.

3. Elementary stochastic calculus with finance in view / T. Mikosch. — S. : World Scientific, 1998. — 224 p.
4. Introduction to stochastic differential equations / T. C. Gard. — NY. : Marcel Dekker Inc, 1988. — 234 p.
5. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения / И. И. Гихман, А. В. Скороход. — К. : Наукова думка, 1982. — 612 с.
6. Стохастические дифференциальные уравнения / Б. Оксендаль. — М. : Мир, 2003. — 408 с.
7. Learning Python, fifth edition / M. Lutz. — S. : O'Reilly Media Inc, 2013. — 1213 p.
8. <https://numpy.org>
9. <https://matplotlib.org>

## – 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	<b>Лінійний конгруентний генератор випадкових чисел.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 1.3; [2], розд. 1.2.
2	<b>Симуляція траєкторій процесу Вінера.</b> Два підходи до симуляції траєкторій процесу Вінера: центральна гранична теорема або ряд Фур'є. <i>Рекомендована література:</i> [3], розд. 1.1.3.
3	<b>Стохастичний інтеграл та формула Іто. Стохастичні диференціальні рівняння.</b> <i>Рекомендована література:</i> [3], розд. 2.2, 2.3; [6], розд. 3, 4.1.
4	<b>Схема Ойлера-Маруями розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 9.1.
5	<b>Схема Мільштейна розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 10.3.
6	<b>Схема Рунге-Кутти розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 12.3.
7	<b>Застосування стохастичних диференціальних рівнянь у фінансовій математиці.</b> <i>Рекомендована література:</i> [3], розд. 4; [6], розд. 12.
8	<b>Застосування стохастичних диференціальних рівнянь у задачах біології.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 7.1.
9	<b>Задача параметричного оцінювання для стохастичних диференціальних рівнянь.</b> <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 6.4.

#### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лінійний конгруентний генератор псевдо-випадкових чисел. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи 1. <i>Рекомендована література:</i> [2], розд. 1. 2.
2	Симуляція траєкторій процесу Вінера. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи 2.

	<i>Рекомендована література:</i> [2], розд. 1. 7.
3	Стохастичний інтеграл та формула Іто. Стохастичні диференціальні рівняння. Означення, теорема існування та єдиності розв'язку. <i>Рекомендована література:</i> [3], розд. 2.3; [6], розд. 4.1.
4	Методи розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи 3. <i>Рекомендована література:</i> [4], розд. 4; [1], розд. 4.4.
5	Схеми Ойлера-Маруяма та Мільштейна розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи 4. <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 9.1.
6	Схема Рунге-Кутти розв'язання стохастичних диференціальних рівнянь. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи 5. <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 12.3.
7	Застосування стохастичних диференціальних рівнянь у фінансовій математиці. <i>Рекомендована література:</i> [3], розд. 4; [6], розд. 12.
8	Застосування стохастичних диференціальних рівнянь у задачах біології. <i>Рекомендована література:</i> [1], розд. 7.1.
9	Залік.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання лабораторних робіт;
- 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 лабораторних 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 лабораторних робіт, підготовку до іспиту.

#### 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) (очна\дистанційна форма)

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	Лабораторні роботи	Семестр. атест. залік
2	4	120	18	18	84	5	залік

На першому занятті здобувачі 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](https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf).

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), лабораторні роботи.

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 кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- виконання лабораторних робіт.

#### Лабораторні роботи

Ваговий бал 20

- якщо лабораторна робота виконана повністю і здана у визначений термін, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо лабораторна робота виконана повністю, але не здана у визначений термін, то здобувач отримує 60% від максимальної кількості запланованих балів;
- якщо лабораторна робота виконана не повністю, то здобувач отримує 0 балів.

Максимальний бал  $100=20 \times 5$ .

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 проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 60% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

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

**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 та відео-конференцій в Zoom.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:**

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Боднарчук С. В.

**Ухвалено** кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 04.06.2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021 р.)