



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Прогнозування випадкових процесів та надійність

Шифр та назва спеціальності  
113 – Прикладна математика

Інститут  
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма  
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра  
Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Вибіркова, фахова

Семестр  
7

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



**Ларін Олексій Олександрович (відповідальний лектор)**

[Oleksiy.Larin@khi.edu.ua](mailto:Oleksiy.Larin@khi.edu.ua)

доктор техніч. наук, професор, досвід роботи - 15 років  
Фахівець в галузі обчислювальної механіки, ймовірного моделювання та прогнозуванні надійності. Основний фокус наукових робіт присвячено розробці моделей, методів, підходів та алгоритмів комп'ютерного моделювання та статистичного аналізу інженерних систем, зокрема із випадковими параметрами. Автор понад 150 наукових та методичних праць

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс охоплює теоретичні та практичні аспекти моделювання випадкових явищ та аналізу надійності технічних систем. Студенти вивчатимуть основні концепції, пов'язані із статистичним аналізом даних, ймовірністю та математичними моделями надійності. Курс також включає в себе використання різних статистичних програм для розв'язання завдань у реальних технічних сценаріях. Студентам надається можливість розвинути навички прогнозування, аналізу даних та прийняття рішень в контексті випадкових подій. Вивчення цього предмету допомагає студентам отримати глибоке розуміння та практичні навички у галузі оцінки надійності та прогнозування.

### Мета та цілі дисципліни

Дати студентам знання із застосування основ теорії ймовірності та математичної статистики; понять теорії випадкових процесів та випадкових коливань механічних систем; вивчити методи розв'язання задачі статистичної динаміки, а також задач прогнозування надійності та оцінки ресурсу механічної конструкції за раптових та поступових відмов. До завдань дисципліни можна віднести підготовку майбутніх фахівців із аналізу випадкових коливань та проведення прогнозування ресурсу конструкцій, що проєктуються.

## **Формат занять**

Лекції, практичні заняття. Підсумковий контроль – іспит.

## **Компетентності**

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФКС1: Здатність створювати математичні моделі в контексті механіки твердого деформівного тіла.

ФКС2. Здатність створювати та аналізувати математичні моделі, що відтворюють поведінку складних динамічних систем

## **Результати навчання**

РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів

РНС1: Вміти створювати математичні моделі для механіки твердого деформівного тіла.

РНС2. Створювати та аналізувати математичні моделі, що відтворюють поведінку складних динамічних систем.

РН13. Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.

РН15. Вміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS): лекції – 38 год., практичні заняття – 10 год., самостійна робота – 72 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Основними реквізитами до цього курсу є вивчення дисциплін "Теорія ймовірності", "Математична статистика", "Диференційні рівняння", "Спеціальні глави вищої математики" (в частині розділів математичної фізики), "Теоретична та аналітична механіка", "Теоретичні основи моделювання фізичних процесів", "Теорія динамічних процесів".

## **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Методи викладання та вивчення курсу включають традиційні лекції для теоретичних основ, а також для закріплення практичних навичок запропоновано виконання індивідуальних розрахункових завдань (РГЗ). При цьому практичні заняття побудовані наступним чином: 1-а та 3-я практики є заняттями семінарського типу де у формі консультації розглядаються приклади вирішення студентами завдання заданого в РГЗ для віртуального варіанту. При цьому саме виконання РГЗ здійснюється в системі символічної математики або з використанням мови Python у середовищі PyCharm (на вибір більшості студентів у групі). Інші практики відбуваються у вигляді консультацій щодо проблем з якими стикнувся студент при виконання РГЗ (в тому числі допомога і з програмною частиною) та захист результатів даного завдання. Важливим є відповіді на теоретичні питання щодо теми РГЗ, а також інтерпретація отриманих результатів та висновків.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

**Тема 1. Випадкові функції та процеси.**

Визначення випадкової функції та процесу. Одновимірні та двовимірні ймовірнісні характеристики випадкових функцій. Кореляційна функція.

#### Тема 2. Стаціонарні випадкові процеси.

Стаціонарні випадкові процеси та їх особливості. Спектральна теорія стаціонарних випадкових процесів.

#### Тема 3. Стаціонарні випадкові процеси (продовження).

Спектральна щільність та її особливості. Визначення умов стохастичної ортогональності для стаціонарних процесів

#### Тема 4. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання.

Аналіз коливань дискретної динамічної системи, що виникають внаслідок випадкових значень початкових умов.

#### Тема 5. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання (продовження)

Визначення ймовірнісних показників коливань одномасової коливальної системи, що знаходиться під дією випадкового у часі навантаження. Метод спектральних перетворень.

#### Тема 6. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання (продовження)

Вирішення задач випадкових коливань континуальних механічних систем.

#### Тема 7. Системи випадкових процесів

Системи випадкових процесів та їх характеристики. Стаціонарність та стаціонарна зв'язаність.

#### Тема 8. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання багатовимірних систем

Вирішення задачі випадкових коливань дискретної динамічної механічної системи з кінцевої кількістю степенів волі, що знаходиться під дією випадкового навантаження.

#### Тема 9. Основи математичної теорії надійності

Основні поняття і терміни теорії надійності. Основні підходи до вирішення задач надійності.

#### Тема 10. Основи математичної теорії надійності (продовження)

Показники надійності невідновлюваних та відновлюваних об'єктів.

#### Тема 11. Надійність систем

Показники надійності механічних систем, що складаються з декількох елементів. Способи з'єднання елементів.

#### Тема 12. Методи аналізу та прогнозу надійності

Статистичний підхід до визначення показників надійності.

#### Тема 13. Прогнозування надійності при раптових відмовах.

Елементи теорії викидів випадкових процесів.

#### Тема 14. Прогнозування надійності при раптових відмовах (продовження).

Викиди стаціонарних випадкових процесів.

Частковий випадок вузько-смугового стаціонарного процесу

#### Тема 15. Прогнозування надійності при раптових відмовах (продовження).

Визначення надійності системи при раптових відмовах по заданим показникам викидів випадкового відгуку.

#### Тема 16. Надійність систем при поступових відмовах.

Теорія накопичення пошкоджуваності. Фізичний та геометричний зміст пошкоджуваності.

#### Тема 17. Надійність при поступових відмовах (фізичні приклади)

Поступові відмови втоми. Механізми, моделі та кінетичні рівняння накопичення пошкоджуваності за умов багатоциклової втоми.

#### Тема 18. Загальна задача прогнозування надійності при поступових відмовах

Визначення ймовірнісних показників пошкоджуваності що відповідає лінійній моделі накопичення за відомими ймовірнісними показниками стаціонарного випадкового відгуку системи.

#### Тема 19. Загальна задача прогнозування надійності при поступових відмовах

Визначення ймовірнісних показників пошкоджуваності у нелінійній моделі накопичення (частковий випадок приведення).

### Теми практичних занять

#### Практичне заняття 1.

Вирішення задач випадкових коливань просто опертої (шарнірно) балки.

#### Практичне заняття 2.

Консультація та/або захист результатів РГЗ №1.

Вирішення задач випадкових коливань просто опертої (шарнірно) балки для заданого розподілу зовнішнього навантаження.

**Практичне заняття 3.**

Вирішення задач випадкових коливань дискретної системи з кінцевою кількістю ступенів вільності. (Приклад для моделювання руху транспортного засобу).

**Практичне заняття 4.**

Консультація та/або захист результатів РГЗ №2.

(Захист результатів попереднього РГЗ)

**Практичне заняття 5.**

Консультація та/або захист РГЗ №3.

Прогнозування надійності при раптових відмовах (за основу випадкового процесу взяти результати РГЗ2)

**Практичне заняття 5.**

Задача та захист РГЗ №4.

Прогнозування надійності при поступових відмовах (За основу випадкового процесу взяти результати РГЗ1)

**Самостійна робота складається з наступних компонентів**

Опрацювання лекційного матеріалу.

Виконання індивідуальних завдань:

Розрахункове завдання (РГЗ) №1: вирішення задачі випадкових коливань механічної системи, що знаходиться під дією випадкового у часі широкосмугового навантаження та заданого у просторі розподілу зовнішнього навантаження..

Розрахункове завдання (РГЗ) №2 Вирішення задач випадкових коливань дискретної системи з кінцевою кількістю ступенів вільності (різні по варіантам дискретні системи) , що знаходиться під дією випадкового у часі широкосмугового навантаження.

Розрахункове завдання (РГЗ) №3: показники надійності випадково навантаженої системи та раптових відмов.

Розрахункове завдання (РГЗ) №4: Знаходження показників надійності випадково навантаженої механічної системи за поступових відмов (аналіз відмових викликаних втомю).

**Література та навчальні матеріали**

- 1) Випадкові процеси: теорія, статистика, застосування : підручник / Ю. С. Мішура, К. В. Ральченко, Л. М. Сахно, Г. М. Шевченко. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2023. – 496 с
- 2) Випадкові процеси. [Текст], навчальний посібник / І.В. Новицький, С.А. Ус. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 125 с
- 3) Ймовірнісні розрахунки на міцність та вібрацію: навч. посіб. / Ю.Я. Тарасевич. – Суми: Сумський державний університет, 2010. – 203 с.
- 4) Основи надійності літальних апаратів [Текст]: навч. посіб. О. М. Нечипоренко. – К.: НТУУ "КПІ», 2010. – 240 с
- 5) Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
- 6) Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В. Основи теорії надійності технічних систем. Павлюк О.М., Медиковський М.О., Ізонін І.В., Львівська політехніка, 2021. – 208 стор.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Теоретична частина: 30 балів

у формі усного екзамену (2 питання у білеті по 12 балів та додаткові усні запитання 6 балів)

Практична частина курсу: 70 балів

4 індивідуальних розрахункових завдання (РГЗ): РГЗ1 20 балів; РГЗ2 20 балів; РГЗ3 10 балів; РГЗ4 20 балів. Оцінюються відповіді на запитання щодо тема РГЗ, коректність тлумачення результатів, а також якість оформлення звіту (до 5 балів).

Виконання та захист РГЗ є допуском до екзамену.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

29.08.2023

Завідувач кафедри  
Олексій ВОДКА

Гарант ОП  
Геннадій ЛЬВОВ