



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Випадкові коливання та процеси

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

Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)

Тип дисципліни

Науково-професійна, вибіркова

Семестр

3

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Ларін Олексій Олександрович (відповідальний лектор)

Oleksiy.Larin@khp.edu.ua

доктор техніч. наук, професор, досвід роботи - 15 років

Фахівець в галузі обчислювальної механіки, ймовірнісного 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 коливань та аналізу випадкових процесів. Студенти вивчатимуть основні концепції, пов'язані із статистичним аналізом даних, ймовірністю та математичними моделями коливань. 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. В рамках дисципліни студентам надаються загально теоретичні постановки та напрямки прикладних чисельних алгоритмів, які можуть бути використані для вирішення прикладних задач. Курс акцентує на самостійній практичній роботі, що передбачає розв'язок засобами обчислювальних симуляцій двох розрахунково-графічних задач.

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. Основні цілі включають вивчення ключових концепцій та властивостей випадкових процесів, розвиток навичок моделювання та аналізу динаміки систем

з їх використанням. Дисципліна також має за мету підготувати студентів до ефективного застосування отриманих знань для вирішення реальних інженерних завдань.

Формат занять

Лекції, практичні заняття. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

СК1. Здатність розв'язувати задачі й проблеми, які можуть бути формалізовані, потребують оновлення й інтеграції знань, зокрема в умовах неповної інформації.

СК2. Здатність проводити наукові дослідження з розробки нових та адаптації існуючих математичних та комп'ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, здійснювати відповідні експерименти та аналізувати одержані результати.

СК3. Здатність розробляти методи й алгоритми побудови, дослідження та програмної реалізації математичних моделей у техніці, фізиці, біології, медицині та інших галузях та здійснювати їх аналіз.

СК4. Здатність розробляти та досліджувати математичні та комп'ютерні моделі, проводити обчислювальний експеримент та розв'язувати формалізовані задачі за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

СК9. Здатність математично формалізувати постановку наукових та практичних задач, обирати математичний аналітичний або чисельний метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

СК11. Здатність до математичного опису різноманітних динамічних процесів, що можуть відбуватись в системах об'єктів проектування.

СК12. Здатність виявляти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

Результати навчання

РН4. Будувати математичні моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютерних технологій.

РН14. Мати знання математично формалізувати постановку наукових та практичних задач, обирати математичний аналітичний або чисельний метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

РН18. Розуміти сутність науково-технічних проблем в професійній діяльності, застосовувати відповідні математичні моделі для дослідження механічних об'єктів та процесів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для ефективного засвоєння дисципліни важливо мати глибоке розуміння теорії ймовірностей та диференціальних рівнянь та рівнянь математичної фізики. Рекомендується також мати розуміння теорій динамічних систем або теорії коливань континуальних систем та дискретних з кінцевою кількістю ступенів вільності. Бажано мати компетенції на понятійному рівні в галузі теоретичної та аналітичної механіки. Додатково вітається досвід у використанні математичного програмного забезпечення для числового моделювання та розв'язання диференціальних рівнянь. Знання мов програмування, таких як MATLAB/Octave/Wolfram Mathematica/Python (бібліотеки SciPy, NumPy) або інші, буде корисним для виконання практичних завдань та РГЗ у рамках курсу, але не вимагаються бо відповідні програмні навички необхідні на базовому рівні, а їх розбудова не є у фокусі дисципліни.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи викладання та вивчення курсу включають традиційні лекції для теоретичних основ та практики. Фактично дана дисципліна є суттєво теоретичною надаючи поглиблені наукові

компетенції. Практична частина побудова у два підходи: класичні практичні заняття на яких розглядаються приклади щодо теоретичних концепцій (це фактично дуже близько до інтерактивних лекцій занять по суті) і межах розбору завдань поставлених на РГЗ. Для закріплення практичних навичок запропоновано виконання індивідуальних розрахункових завдань (РГЗ). При цьому відповідні практичні заняття побудовані наступним чином: у формі занять семінарського типу де в межах консультацій 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). Наступні 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 та ергодичні випадкові процеси та їх особливості.

Тема 3. Спектральна теорія стаціонарних випадкових процесів.

Інтегральне перетворення Фур'є. Поняття спектрів. Спектральна щільність та її особливості. Визначення умов стохастичної ортогональності для стаціонарних процесів

Тема 4. Вузькосмугові та широкосмугові стаціонарні випадкові процеси.

Класифікація. Приклади. Критерії для визначення.

Тема 5. Додаткові характеристики вузькосмугових стаціонарних випадкових процесів.

Поняття еквівалентно несучої частоти. Ймовірнісні характеристики для амплітуди та фази процеси.

Тема 6. Аналіз на основі дискретних представлень випадкового процесу.

Статистичні характеристики для дискретно заданих випадкових процесів. Оцінки для кореляційної функції.

Тема 7 Спектральний аналіз на основі дискретних представлень випадкового процесу.

Дискретне перетворення Фур'є. Алгоритм швидкого перетворення Фур'є.

Тема 8 Спектральний аналіз на основі дискретних представлень випадкового процесу (продовження).

Оцінки для спектральної щільності та їхня спроможність. Проблеми експериментальної статистичної оцінки спектральної щільності.

Тема 9 Генерація випадкових процесів.

Підходи та особливості до штучної генерації до випадкових процесів зі заданими статистичними характеристиками.

Тема 10. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання.

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

Тема 11. 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 12. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання (продовження)

Вирішення задач випадкових коливань континуальних механічних систем.

Тема 13. Системи випадкових процесів

Системи випадкових процесів та їх характеристики. Взаємна кореляції та кореляційна матриця.

Тема 14. Спектральна характеристики системи випадкових процесів

Взаємні спектральні щільності. Матриця взаємних спектральних щільностей. Стаціонарна зв'язаність.

Тема 15. 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 16. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання багатоступінчастих систем

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

Теми практичних/лабораторних занять:

Практичне заняття 1.

Знайомство з мовою Python та середовищем PyCharm.

Вивід графіки та типові математичні операції

Практичне заняття 2

Типовий статистичний аналіз для різного типу випадкових сигналів.

Генерація та базова описова обробка

Практичне заняття 3

Визначення кореляційних функцій для різного типу випадкових сигналів

Практичне заняття 4.

Побудова апроксимацій періодичних сигналів рядами та інтегралом Фур'є.

Практичне заняття 5.

Побудова апроксимацій періодичних сигналів рядами та інтегралом Фур'є.

Практичне заняття 6

Спектральна фільтрація сигналів

Практичне заняття 7

Експериментальне визначення спектрів сигналів (швидке перетворення Фур'є).

Практичне заняття 8

Експериментальної статистичної оцінки спектральної щільності .

Практичне заняття 9

Генерація випадкових сигналів зі заданими кореляційною функцією або спектральною щільністю

Практичне заняття 10

Побудова спектрограм для нестационарних сигналів.

Практичне заняття 11

Вирішення задач випадкових коливань просто опертій (шарнірно) балки.

Практичне заняття 12.

Консультація та/або захист результатів РГЗ №1.

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

Практичне заняття 13.

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

Практичне заняття 14.

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

Практичне заняття 15.

Консультація та/або захист результатів РГЗ №2.

(Захист результатів попереднього РГЗ)

Практичне заняття 16

Додаткові заняття для захисту РГЗ.

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.

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

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Теоретична частина: 36 балів

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

Практична частина курсу: 64 балів

3 індивідуальних розрахункових завдання (РГЗ): РГЗ1 32 бали; РГЗ2 32 бали. 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

Дата погодження
30.08.2023

Завідувач кафедри
Олексій ВОДКА

Дата погодження
30.08.2023

Гарант ОНП (1 рік 9 місяців)
Геннадій МАРТИНЕНКО