



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Прогнозування надійності та технічна діагностика конструкцій

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 техн. 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 проектуються.

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, а також теоретичних основ моделювання фізичних процесів, зокрема теорії пружності, опору матеріалів. 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. Основи математичної теорії надійності

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

Тема 2. Надійність систем

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

Тема 3. Методи аналізу та прогнозу надійності

Статистичний підхід до визначення показників надійності.

Тема 4. Випадкові функції та процеси (загальні відомості стисло).

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

Тема 5. Стаціонарні випадкові процеси.

Стаціонарні та ергодичні випадкові процеси та їх особливості. Поняття спектрів. Спектральна щільність та її особливості. Визначення умов стохастичної ортогональності

Тема 6. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання

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

Тема 7. Задача статистичної динаміки. Випадкові коливання (продовження)

Вирішення задач випадкових коливань континуальних механічних систем.

Тема 8. Прогнозування надійності при раптових відмовах.

Елементи теорії викидів випадкових процесів.

Тема 9. Прогнозування надійності при раптових відмовах (продовження).

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

Тема 10. Надійність систем при поступових відмовах.

Теорія накопичення пошкоджуваності. Фізичний та геометричний зміст пошкоджуваності.

Тема 11. 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 12. Статистична діагностики

Загальна постановка задачі діагностики. Діагностика на основі узагальненого підходу Байеса

Тема 13. Поняття статистичного ризику та прийняття діагностичних рішень на його основі

Прийняття рішення щодо створення межі для ознак на основі підходу мінімізації статистичного ризику. Методу мінімакса Метод Неймана-Пірсона

Тема 14. Інформаційні підходи вирішення задач технічної діагностики

Поняття ентропії. Властивості ентропії дискретної системи. Поняття інформації

Тема 15. Інформаційні підходи вирішення задач технічної діагностики (продовження)

Ентропія розподіленої та складної систем

Тема 16. Діагностична цінність обстеження

Діагностична вага ознак та реалізації комплексу ознак. Інформаційна цінність обстеження

Теми практичних/лабораторних занять:

Практичне заняття 1.

Статистичне визначення характеристик надійності для різних технічних прикладів

Практичне заняття 2.

Статистичне визначення характеристик надійності для різних технічних систем. Формування інтегральних оцінок параметрів надійності

Практичне заняття 3.

Статистичний аналіз випадкових сигналів.

Практичне заняття 4.

Розбір особливостей вирішення задач випадкових коливань просто механічної системи

Практичне заняття 5.

Захист результатів РГЗ №1. (Вирішення задач випадкових коливань механічної системи для заданого стохастичного зовнішнього навантаження)

Практичне заняття 6.

Консультація щодо РГЗ №2. (Прогнозування надійності при раптових відмовах (за основу випадкового процесу взяти результати РГЗ1)

Практичне заняття 7.

Задача та захист РГЗ №2

Практичне заняття 8.

Консультація щодо РГЗ №3.

Технічна діагностика методом Байеса (Розбір задачі діагностики двигуна)

Практичне заняття 9.

Задача та захист РГЗ №3 (Діагностика методом Байеса для медичного прикладу)

Практичне заняття 10.

Прийняття рішення щодо створення межі для ознак на основі підходу мінімізації статистичного ризику. Методу мінімакса. Розбір ситуації для випадку наявності зони невизначеності.

Практичне заняття 11.

Консультація щодо РГЗ №4. (Прийняття рішення щодо створення межі для ознак на основі підходу мінімізації статистичного ризику).

Практичне заняття 12.

Задача та захист РГЗ №4.

Практичне заняття 13.

Консультація щодо РГЗ №5. (Визначення діагностичної цінності заданого обстеження)

Практичне заняття 14.

Задача та захист РГЗ №5.

Практичне заняття 15

Додаткові заняття для захисту 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 задач випадкових коливань механічної системи для заданого стохастичного зовнішнього навантаження.

Розрахункове завдання (РГЗ) №2 Прогнозування надійності при раптових відмовах (за основу випадкового процесу взяти результати РГЗ1)

Розрахункове завдання (РГЗ) №3 Діагностика методом Байеса для медичного прикладу

Розрахункове завдання (РГЗ) №4 Прийняття рішення щодо створення межі для ознак на основі підходу мінімізації статистичного ризику

Розрахункове завдання (РГЗ) №5 Визначення діагностичної цінності заданого обстеження

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: 28 балів

у формі усного екзамену (2 питання у білеті по 12 балів та додаткові усні запитання 4 бали)

Практична частина курсу: 72 балів

3 індивідуальних розрахункових завдання (РГЗ): РГЗ1 12 бали; РГЗ2 12 бали; РГЗ3 12 бали; РГЗ4 24 бали; РГЗ5 12 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