



Випадкові процеси та їх математична обробка

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	13 – Механічна інженерія
Спеціальність	133 – Галузеве машинобудування
Освітня програма	Галузеве машинобудування
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна професійної та практичної підготовки (за вибором студентів)
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	7,5 (225 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	іспит
Розклад занять	5 годин на тиждень (3 години лекційних та 2 години практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	д.т.н., проф, зав. каф БТтаІ Мельник Вікторія Миколаївна 044-204-94-51, vmm71@i.ua
Розміщення курсу	Кампус, Google classroom

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасний технічний розвиток виробництва вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій.

Висококваліфікований фахівець зі спеціальності галузеве машинобудування повинен володіти глибокими теоретичними знаннями для розробки рекомендацій щодо шляхів удосконалення обладнання при дослідженні технологічних процесів біотехнологічних виробництв, здійснення оптимального вибору конструкцій апаратів, устаткування для реалізації заданих технологічних процесів.

Предмет навчальної дисципліни Випадкові процеси та їх математична обробка є вміння застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування; вибирати оптимальні рішення при створенні продукції з

урахуванням вимог якості, надійності й вартості, а також термінів виконання, безпеки життєдіяльності та екологічної чистоти виробництва.

Метою навчальної дисципліни Випадкові процеси та їх математична обробка, є здатність застосовувати засади фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізування; знання основних конструкцій машин та апаратів, типових вузлів і деталей та вимог до них; знання фізико-хімічні основи основних гідромеханічних, механічних, тепломасообмінних процесів, їх математичні моделі та принципи розрахунку відповідних апаратів; експериментування та аналізування результати; виконувати теоретичні і експериментальні дослідження нового та вже існуючого обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв; розробляти оснащення для проведення досліджень та технології виготовлення зразків, *технічним умовам та іншим нормативним документам; здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів виробів машинобудування.*

Відповідно до мети підготовка магістра за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- *Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК 7)*
- *Здатність створювати нову техніку і технології в галузі механічної інженерії (СК 3)*

знання:

- *основних конструкцій машин та апаратів, типових вузлів і деталей та вимог до них*
- *фізико-хімічні основи основних гідромеханічних, механічних, тепломасообмінних процесів, їх математичні моделі та принципи розрахунку відповідних апаратів*
- *і розуміння засад фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізування*

уміння:

- *експериментування та аналізування результати*
- *виконувати теоретичні і експериментальні дослідження нового та вже існуючого обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв*
- *розробляти оснащення для проведення досліджень та технології виготовлення зразків*

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

Дисципліна Випадкові процеси та їх математична обробка, допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін та природничо-наукової підготовки (Математика, Фізика, Механіка матеріалів і конструкцій, Теорія механізмів і машин, Деталі машин, Теоретична механіка, Шуми і вібрація обладнання) і використовувати їх у майбутній професійній діяльності. Вказана дисципліна є одною з визначальних у підготовці майбутнього магістра з галузевого машинобудування: знання, одержані при вивченні цієї дисципліни, необхідні для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні принципи відшукання оцінок. Оцінка математичного очікування

Тема 1.1. Вступ. Загальні поняття та визначення Теорії випадкових функцій. Головна задача математичної статистики

Тема 1.2. Загальні принципи визначення оцінок. Обґрунтованість оцінки, незсуненість, порівняльна ефективність

Тема 1.3. Розрахункові схеми.

Розділ 2. Оцінка кореляційної функції

Тема 2.1. Кореляційна функція стаціонарного випадкового процесу

Тема 2.2. Апроксимація експериментальної кореляційної функції

Тема 2.3. Розрахункова модель

Розділ 3 . Оцінка спектральної щільності

Тема 3.1. Визначення спектральної щільності по попередньо обчисленій кореляційній функції

Тема 3.2. Безпосереднє застосування перетворення Фур'є

Тема 3.3. Види оцінок спектральної щільності

Розділ 4 Оцінка закону розподілу ординати стаціонарного процесу

Тема 4.1. Незсуненість і слухність оцінки розподілу ординат

Тема 4.2. Гістограма

Тема 4.3. Критерій узгодженості Пірсона. Приклад розрахунку

4. Базова література

1. Мельник В.М., Карачун В.В. Шуми і вібрація. Збурюючі чинники та їх характеристики / Навч. посібник . – К.: Техніка, 2008. – 352 с.; іл. – Бібліогр. : с. 350.
2. Випадкові процеси та математична обробка. Текст лекцій для студентів спеціальності 7.05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв»/ Уклад.: В.В. Карачун. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 67 с.
3. Випадкові процеси та математична обробка. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи: Стохастичні процеси в технологічних лініях, для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальності 7.05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв», електронне видання/ Уклад.: В.В. Карачун, В.М. Мельник – К.: НТУУ «КПІ», 2013. - 22 с.
4. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука, 1971. – 239 с.
5. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука. – М.: Изд-во Московского университета, 1960. – 336 с.

Додаткова

1. Случайные колебания. / Под ред. С. Кренделла. – М.: Мир, 1967. – 356 с.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Наука, 1974. – 400 с.
3. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле / Пер. с англ. Под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
4. Черных К.Ф. Линейная теория оболочек.: В 2-х ч. – Л.: Изд-во Ленинградского у- та, 1962 – 1964. – Ч. 4.1 – 273 с.; Ч. 4.2 – 334 с.
5. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1972. – 352 с.
6. Гонткевич В.С. Собственные колебания пластин и оболочек: Справочник/ Под ред. А.П. Филиппова. – К.: Наук. думка, 1964.– 288 с.
7. Дидковский В.С., Карачун В.В., Заборов В.И. Проектирование ограждающих конструкций с оптимальными звуко- и вибропоглощающими свойствами. – К.: Будивельник, 1991. – 120 с.
8. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. – М.: Стройиздат, 1962. – 116 с.
9. Ишлинский А.Ю. Механика относительного движения и силы инерции. – М.: Наука, 1981. – 191 с.
10. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. – К.: Техніка, 2002.– 512 с.
11. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968. – 463 с

Інформаційні ресурси

1. <http://bioengineering.kpi.ua/ua/studentam/biblioteka-fakhovoi-literatury>
2. <http://library.kpi.ua/>
3. <http://www.nbu.gov.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **Випадкові процеси та їх математична обробка**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Лекція 1-3. Загальні поняття і визначення математичної статистики. [1], § 1.5. СРС – технічні реалізації фізичних процесів.	6
2	Лекція 4-6. Характеристики ступеня точності оцінок випадкових процесів. [2], гл. 14; [3], § 40. СРС – певний інтервал та його особливості	6
3	Лекція 7-8. Приклади визначення оцінок імовірносних характеристик. [1], § 1.5.; [3], § 41. СРС – порівняльна характеристика методів обробки експерименту	4
4	Лекція 9-11. Стаціонарний випадковий процес. Кореляційна функція зв'язку. [1], § 1.5.; [2], гл. 14; [3], § 42. СРС – нестационарні випадкові процеси	6
5	Лекція 12-15. Оцінка кореляційної функції випадкового процесу. [1], § 1.5.; [2], гл. 15; [3], § 42. СРС – способи визначення кореляційної функції.	6
6	Лекція 16-18. Спектральна щільність. [1], § 1.5.; [2], гл. 17; [5], гл. 2. СРС – визначення природи явища по спектральній щільності	6
7	Лекція 19-20. Фур'є перетворення для означення спектральної щільності. [3], § 43.; [1], § 1.5.; [2], гл. 17; [4], гл. 3	4
8	Лекція 21-22. Визначення оцінок спектральної щільності. [3], § 43.; [1], § 1.5.; [2], гл. 17; [4], гл. 3. СРС – порівняльна характеристика методів визначення спектральної щільності	4
9	Лекція 23. Оцінка розподілу. Гістограма. [1], § 1.5.; [6], гл. 2.3; [3], § 14, § 15. СРС – особливості згладжування гістограми.	2
10	Лекція 24-25. Гістограма. Приклад побудови закону розподілу. [2], гл. 14; § 14.8.; [1], § 1.5; [3], § 4.3. СРС – методи згладжування і їх ефективність.	4
11	Лекція 26-27. Гістограма. Приклад побудови закону розподілу. [2], гл. 14; § 14.8.; [1], § 1.5; [3], § 4.3. СРС – методи згладжування і їх ефективність	4
	Всього годин	54

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Випадкові процеси та їх математична обробка**, практичні заняття займають 40 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра по спеціальності галузеве машинобудування. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам набути навичок використання варіаційних методів механіки для складання нелінійних диференціальних рівнянь механічних систем з одною, двома та більше ступенями вільності.
- Набути навичок розрахунку за допомогою математичної обробки закону розподілу ординат стаціонарного процесу,
- Набути навичок розрахунку спектральної щільності,
- Набути навичок розрахунку оцінки кореляційних функцій.
- Набути навичок побудова гістограм та розрахункових схем.
- Набути навичок побудови фазових траєкторій.
- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області **Випадкові процеси та їх математична обробка**.
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Практичне заняття 1-4. Основні характеристики оцінок імовірнісних характеристик. Розрахункові схеми. [1], § 1.5. СРС – природа характеристик.	8
2	Практичне заняття 5. Кореляційна функція стаціонарного процесу [1], § 1.5.; [2], гл. 14; [3], § 42. СРС – Принципова відмінність стаціонарного і нестаціонарного процесу	2
3	Практичне заняття 6. Апроксимація експериментальної кореляційної функції [1], § 1.5.; [2], гл. 14; [3], § 42. СРС – Принципова відмінність стаціонарного і нестаціонарного процесу	2
4	Практичне заняття 7-9. Приклади визначення оцінок кореляційних функцій та їх аналітична апроксимація. [1], § 1.5.; [2], гл. 14; [3], § 42. СРС – відмінність типових кореляційних функцій при їх аналітичній апроксимації.	6
5	Практичне заняття 10-11. Фур'є – перетворення для визначення спектральної щільності. [1], § 1.5.; [2], гл. 17; [5], гл. 2. СРС – аналіз розподілу середньої енергії процесу узагальнених сил. Визначення рівноваги в узагальнених координатах. [2], § 46	2
6	Практичне заняття 12-13. Оцінка спектральної щільності випадкового процесу. [3], § 43.; [1], § 1.5.; [2], гл. 17; [4], гл. 3. СРС – автоматичне визначення спектральної щільності по реалізаціям.	4

7	Практичне заняття 14-16. Гістограма та її властивості. [2], гл. 14; § 14.8.; [1], § 1.5; [3], § 4.3. СРС – методи згладжування гістограми.	6
8	Практичне заняття 17-18. Критерії узгодженості. [2], гл. 14; § 14.8.; [1], § 1.5; [3], § 4.3. СРС – ефективність критерія $2'' \times$.	4
	Всього годин	36

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 60 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до іспиту. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу. Особливу увагу потрібно приділити вивченню конструкцій машин, процесу конструювання та проектування виробів, організації процесу обслуговування обладнання, здатність в будь-який момент часу за допомогою плану швидкостей знаходити швидкість руху ланки, точки, вмінню розробляти нові схеми, механізми, агрегати для подання заявок на винахід чи корисні моделі

При самостійному вивченні студентами конструкцій машин, апаратів устаткування біотехнологічних виробництв, необхідно проаналізувати фактори, які впливають на сили тертя в механізмах, швидкість переміщення чи обертання машини чи механізму.

Питання, що винесені на самостійне вивчення, орієнтовані на розвиток інтелектуальних умінь, професійних здатностей, підвищення творчого потенціалу студента і полягає в самостійному пошуку, аналізі та структуруванні, науково технічної інформації

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Технічні реалізації фізичних процесів. Певний інтервал та його особливості	10
Порівняльна характеристика методів обробки експерименту	8
Нестаціонарні випадкові процеси	14
Способи визначення кореляційної функції	14
Визначення природи явища по спектральній щільності	16
Порівняльна характеристика методів визначення спектральної щільності	16
Особливості згладжування гістограми	16
Методи згладжування і їх ефективність	8
Підготовка до іспиту	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми не доброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

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>

Політика академічної поведінки і етики

студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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 кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Начальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	ДКР	Семестрова атестація
2	7,5	225	54	36	---	135	1	іспит

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) Виконання та захист 18-ти задач на практичних заняттях – 36 балів
- 2) ДКР – 14 балів

Система рейтингових балів

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на практичних заняттях дорівнює $18 \times 2 = 36$ балам.

- «відмінно» - виконання 100% задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 1,8 - 2 балів.
- «добре» - виконання 80% задач під час заняття та СРС – 1,5 – 1,7 балів.
- «задовільно» - виконання $\geq 50\%$ задач під час заняття та СРС – 1,1 – 1,4 балів.
- «незадовільно» - невиконання задач (СРС) – 0 балів.

2. Модульний контроль:

Ваговий бал – 14. Кількість домашніх контрольних робіт – 1. Максимальна кількість балів – 14 балів.

- «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 12,6-14 балів;

- «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 12,5 – 10,5 балів;
- «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10,4 – 8,4 бали;
- «незадовільно», невиконання завдань контрольної роботи (не відповідає вимогам на 8,4 балів) – 0 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 16-балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 32 бали. За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 45 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до іспиту є активна робота на практичних заняттях. Для допущення до іспиту з кредитного модуля потрібно мати рейтинг не менше 40 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 40 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують контрольну роботу. При цьому до балів за виконані самостійної роботи додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з чотирьох завдань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Кожне завдання контрольної роботи (r_1, r_2, r_3, r_4) оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 25-22,5 балів;
- «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 22-18,5 балів;
- «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-15 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 15 балів) – 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- визначення оцінки математичного очікування;
- обчислення моментів другого порядку;
- побудова функції стохастичного процесу;
- здійснення аналітичної апроксимації;
- визначення оцінки спектральної щільності процесу процедурою «вибілювання»;

обробки результатів експерименту і обчислення;
відпрацювання засобів і методів математичної обробки реалізацій фізичних процесів різної природи;

обчислення оцінок імовірностних характеристик на підґрунті методів осереднення за множиною;

обґрунтування переходу до осереднення у часі з позицій визначених характеристик незсуненості, обґрунтованості та ефективності;

Варіаційні принципи механіки (XIX ст.).

- Методологічні проблеми механіки на рубежі XIX і XX вв.(Больцман, Герц, Дюем, Мах, Пумнкаре).

- Основні етапи розвитку теорії стійкості.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: Зав. кафедри, д.т.н., професор Мельник В.М.

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 16 від 24. 06. 2021р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 10 від 30.06.2021 р.)