



Статистичні методи в технології машинобудування

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технологія машинобудування
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Ланач Сергій Миколайович; lapach@ukr.net ; 067-270-65-72
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2212

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей: системної постановки при вирішенні прикладних задач з застосуванням методів математичної статистики і теорії планування експериментів для розв'язання інженерних та наукових задач.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати знання основних понять математичної статистики; теорії планування експериментів; багатофакторного регресійного аналізу; уміти формалізувати в системній постановці (багатофакторній та багатокритеріальній) прикладні задачі, які виникають в технології машинобудування, планувати дослідницький експеримент з метою отримання максимум надійної інформації при обмеженнях на ресурси, проводити багатокритеріальні компромісні оптимізації.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні програмні компетенції:

Фахові компетенції

ФК 6. Здатність виконувати дослідження процесів, застосовувати відповідні математичні методи та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань, розробляти методики проведення експериментів

Та продемонструвати такі *програмні результати навчання*:

РН 1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН 14 Виконувати моделювання деформацій в технологічних системах, аналітичне оброблення експериментальних даних, виконувати пошук оптимальних конструктивних та технологічних рішень.

PH 15 Проводити експериментальні і комп'ютерні дослідження із застосуванням методів планування експерименту і математичного моделювання

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

Пререквізити	Математика
Постреквізити	Магістерська дисертація

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Наукове пізнання і статистичні методи.

Тема 2. Вибірковий метод та перевірка гіпотез.

Тема 3. Визначення наявності статистичного зв'язку між змінними.

Тема 4. Методи класифікації.

Тема 5. Загальні поняття математичного моделювання.

Тема 6. Побудова математичних моделей за експериментальними даними.

Тема 7. Конструювання та проведення експерименту.

Тема 8. Аналіз якості моделі та обчислювальний експеримент.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали та ресурси	
Основна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теорія планування експериментів: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,14 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 125 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38851 2. Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38858 3. Теорія планування експериментів: конспект лекцій / С.М. Лапач; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. –80с. <i>Campus</i>
Додаткова	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бослаф, С. Статистика для всех –М.: ДМК Пресс, 2017. 586с. 2. Лапач С.Н. Регрессионный анализ. Процессный подход // Математичні машини і системи, 2016, № 1. С.129–138 3. Салкин Н. Дж. Статистика для тех, кто (думает, что) ненавидит статистику –М.: ДМК Пресс, 2020. –502с. 4. Такахаси, С. Занимательная статистика. Регрессионный анализ. Манга. –М.: ДМК-Пресс, 2014. –214с. 5. Шпигельхалтер, Д. Искусство статистики. Как находить ответы в данных. –Київ: Форс Україна, 2021 –448с. 6. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Статистика в науке и

	<p>бизнесе –К.: 2002, Морион. – 640с.</p> <p>7. С.Н. Лапач, С.Г. Радченко Регрессионный анализ в условиях неоднородности факторного пространства // Математичні машини і системи, 2016, № 3. –С.55–63</p> <p>8. Радченко С.Г., Лапач С.М. Математическое моделирование механических свойств композиционных материалов при нарушении сплошности // Технічні науки та технології, 2017, №3(9), С.53–62.</p> <p>9. С. Лапач, С. Радченко Математичне моделювання обробки високоміцних сталей // Mechanics and Advanced Technologies, 2019, т.85, №1, С.101–110.</p>
Програмне забезпечення	PIIAM, Stat-Ex, Tokar, OptimeChoice

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні предмету основні зусилля мають бути спрямовані на засвоєння студентами зв'язку між вивченим матеріалом і предметною галуззю (технологією машинобудування). Це досягається як розв'язанням задач на практичних заняттях з предметної галузі, так і встановленням зв'язків з дисциплінами, які вже вивчались чи будуть вивчатись (на лекціях), так і індивідуальним завданням, яке є моделюванням проведення науково-дослідної роботи по дослідженню процесів обробки матеріалів.

Лекційні заняття

Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Лекції	Практичні	СРС
<p>Наукове пізнання і статистичні методи.</p> <p>Етапи наукового дослідження та місце в них наукового спостереження та експерименту. Етапи розв'язання науково-дослідної задачі та роль експериментально-статистичних методів. Проблеми використання статистичних методів та важливість організації вибірки та експерименту. Базові поняття теорії ймовірності і математичної статистики. Місце статистичних методів в проектуванні та виробництві.</p> <p><i>Основний акцент на зв'язок понять теорії ймовірності та математичної статистики з практичною діяльністю.</i></p>	2	4	5
<p>Вибірковий метод та перевірка гіпотез.</p> <p>Шкали вимірювань. Вибірковий метод. Теорема Чебишева та її значення для практики. Параметрична, непараметрична та робастна статистика. Числові характеристики випадкових величин та їх визначення. Методи статистичного контролю якості. Контрольні карти. Загальні поняття перевірки гіпотез. Перевірка гіпотез про вид закону розподілу. Схема вибору критерію для перевірки гіпотез про міри положення та розсіяння. Особливості множинного порівняння середніх. Принципи формування вибірки.</p> <p><i>Головна увага на суть фактичного використання елементів вибіркового методу в повсякденній практиці і можливі помилки при цьому.</i></p>	6	4	5
<p>Визначення наявності статистичного зв'язку між змінними.</p> <p>Класи задач та методи їх розв'язання. Кореляційний</p>	4	4	10

<p>аналіз (параметрична та рангова кореляції, коефіцієнт конкордації, часткова кореляція). Аналіз таблиць часток та пропорцій. Дисперсійний аналіз.</p> <p><i>Акцентувати увагу на вибір методів оцінки наявності зв'язку в залежності від властивостей даних і особливо на можливі помилки в використанні і формуванні висновків.</i></p>			
<p>Методи класифікації.</p> <p>Задачі, які розв'язують статистичні методи класифікації. Кластерний аналіз. Нечіткий кластерний аналіз. Дискримінантний аналіз. Покроковий дискримінантний аналіз.</p> <p><i>Приділити особливу увагу застосуванню в практичній діяльності.</i></p>	3	4	5
<p>Загальні поняття математичного моделювання.</p> <p>Поняття системи та її властивості. Математичне моделювання та його місце в науковій та виробничій діяльності. Відношення між моделлю та системою, яку вона описує. Кібернетичний чорний ящик.</p> <p><i>Звернути особливу увагу на місце моделювання в сучасному виробництві і повсякденному житті, а також на зв'язок між складністю досліджуваних процесів і об'єктів з можливими класами моделей.</i></p>	4	4	7
<p>Побудова математичних моделей за експериментальними даними.</p> <p>Регресійний аналіз і його теоретичні основи. Технологія побудови регресійної моделі. Обчислення коефіцієнтів регресії та їх статистичних характеристик. Формалізація задачі. Вибір факторів та відгуків.</p> <p><i>Найбільшу увагу звернути на проблеми специфікації моделей і формалізації задачі взагалі.</i></p>	6	8	11
<p>Конструювання та проведення експерименту.</p> <p>Конструювання експерименту і його необхідність. Робастне конструювання експерименту та види робастних планів. Особливі випадки при плануванні: перетворення форми простору, нечислові фактори, активно-пасивний експеримент. Визначення необхідних ресурсів для проведення експерименту. Принципи формування вибірки для пасивного експерименту. Вимоги до умов проведення експерименту. Рандомізація. Попередній статистичний аналіз результатів експерименту. Перевірка нерозривності факторного простору.</p> <p><i>Звернути увагу на зв'язок планування експериментів з вибірковим методом як основою отримання достовірної інформації, а також на той факт, що отримані емпіричні моделі без використання планування експериментів не є науково обґрунтованими.</i></p>	4	4	10
<p>Аналіз якості моделі та обчислювальний експеримент.</p> <p>Регресійний аналіз. Аналіз якості моделі (адекватність, інформативність, стійкість, описуючі та прогнозуючі властивості). Перевірка виконання допущень та передумов регресійного аналізу та корегування моделі. Метод найменших модулів, зважений метод найменших</p>	5	4	9

квадратів, непараметрична регресія. Умови проведення обчислювального експерименту. Обмеження. Вимоги до моделі. Можливі засоби (графічний аналіз, прогноз, пошук оптимальних умов, пошук значень факторів за значеннями відгуків). <i>Акцентувати на неможливості використання математичних моделей, які не отримали оцінку якості. Особливості адекватності моделей з точки зору регресійного аналізу і математичного моделювання.</i>			
Контрольна робота <i>Призначена для закріплення теоретичного матеріалу і тренування навиків пошуку наукової інформації як в літературних джерелах, так і в мережі.</i>	2		5
Розрахунково-графічна робота <i>Завдання РГР – отримати уявлення про курс як єдине ціле і набути навиків у розв'язання прикладних задач по побудові емпіричних математичних моделей. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, яке є імітацією проведення наукового дослідження по отриманню математичної моделі, зв'язаної з технологічним процесом від постановки задачі до обчислювального експерименту.</i>	2		11
Всього годин	36	36	78
Іспит	2		

6. Самостійна робота студента

До СРС відносяться:

- підготовка та закріплення лекційного матеріалу;
- підготовка та оформлення практичних робіт;
- підготовка до модульної контрольної роботи, яка передбачена робочим навчальним планом дисципліни;
- підготовка та виконання розрахунково-графічної роботи (РГР), яка передбачена робочим навчальним планом дисципліни.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог

Сфера застосування	Вимоги
Правила відвідування занять	Відвідування всіх занять і активна участь і роботі полегшує засвоєння матеріалу, збільшує швидкість вивчення і ступінь розуміння. Відсутність на заняттях має бути обґрунтованою.
Правила поведінки на заняттях	Телефони використовувати забороняється, крім випадків, коли викладач пропонує пошук інформації в інтернеті. Виконувати завдання з інших предметів не дозволяється. Під час лекційних занять необхідно бути готовим до участі в обговорення, бліц-опитування, виконання коротких завдань

Правила захисту лабораторних робіт	Для захисту необхідно відповісти на питання, які стосуються як виконання ЛР, так і теоретичної частини. Оцінювання виконується відповідно до РСО.
Правила захисту РГР	РГР на захист мають бути представлені до закінчення семестру. Для захисту необхідно відповісти на питання, які стосуються як виконання РГР, так і теоретичної частини. Оцінювання виконується відповідно до РСО.
Призначення заохочувальних та штрафних балів	Відповідно до РСО
Політика дедлайнів та перескладань	Відповідно до термінів, визначених ММІ
Політика щодо академічної доброчесності	Контрольні, лабораторні та РГР, виконані за чужими варіантами до захисту не допускаються

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Бали з дисципліни одержуються за наступні види навчальної діяльності:

1. Практичні роботи: (0-5 балів)
2. Контрольна робота (0-5 балів)
3. Розрахунково-графічна робота (до 15 балів).
4. Екзамен (до 40 балів).

До модулю входить захист 8-и лабораторних робіт і проведення 1-ї модульної контрольної, тобто згідно з (2):

$$R = 5 \text{ балів} \times 8 + 5 \text{ балів} + 15 \text{ балів} + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Загальний рейтинг з дисципліни RD складається: $RD = R + \sum_s r_s$, де r_s – заохочувальні або

штрафні бали (до 10% від R).

Заохочувальні бали нараховуються додатково за наступні види діяльності:

- доповідь на студентських конференціях з тематики дисципліни - до 5 балів;
- активна участь в роботі на лекціях до 5 балів.

Штрафні бали нараховуються (зі знаком “мінус”) за:

- несвоечасний захист лабораторних робіт 2 бали за кожну;
- відсутність роботи на лекціях і лабораторних роботах до 2 бали за кожну.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Бали	Критерій оцінювання
5	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
4,5	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
4	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
3,5	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
3	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,0	Робота не виконана, звіт відсутній

Рейтингові бали РГР

Бали	Критерій оцінювання
15	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
13	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
12	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
10	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
9	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,0	Робота не виконана, звіт відсутній

Загальна кількість балів, які може отримати студент на екзамені 40. До складу екзаменаційного білету входить три питання: два теоретичних і одне практичне завдання. Кількість балів, яка може бути отримана за кожне питання:

- Теоретичне питання – 12 балів;
- Практичне завдання – 16 балів.

Всього $2 \cdot 12 + 16 = 40$. Уточнення кількості балів за відповідь приведена далі в відповідних таблицях.

Теоретичне питання.

Характеристика відповіді	Кількість балів
Відсутність відповіді (відповідь на інше питання, не по суті тощо).	0
Відповідь, що показує фрагментарне знання питання	1 – 5
Відповідь, що містить загальні базові знання	6 – 8
Відповідь з наявністю неточностей чи лакун	9 – 10
Повна відповідь з наявністю несуттєвих неточностей чи лакун	11
Повна відповідь	12

Практичне завдання

Характеристика відповіді	Кількість балів
Не зроблено або повністю неправильне	0
Завдання намічене і частково зроблене в правильному напрямі	1–6
Завдання виконане в основному, є помилки і недоліки	7 – 9
Завдання виконане, є суттєві зауваження або недоробки	10–12
Завдання виконане, є несуттєві зауваження	13
Правильне виконання без суттєвих зауважень	14

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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)

Завдання на контрольну роботу та екзаменаційні білети наявні в кампусі..

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старший викладач, Лапач Сергій Миколайович

Ухвалено кафедрою Технології машинобудування (протокол № 16 від 01.07.2022)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 11 від 29.08.2022)