



Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка»
Навчально-науковий інститут механічної інженерії,
технологій та транспорту
Кафедра автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування

СИЛАБУС

Математичне моделювання процесів обробки на металорізальних верстатах (ВК 7)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кальченко В.І.

(підпис) (прізвище та ініціали)

« 24 » 01 2024 р.

Розробник (-и): Пасов Г.В., доцент, кандидат технічних наук,
доцент кафедри АТ та ГМ.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)

Силабус навчальної дисципліни обговорено на засіданні кафедри АТ та ГМ.

(назва кафедри)

Протокол від « 24 » 01 2024 р. № 1

Узгоджено з гарантом освітньої програми:

Венжега В.І.

(прізвище та ініціали)

Тип дисципліни	<i>Вибіркова.</i>
Мова викладання	українська.
Рік навчання та семестр	1 рік 2 семестр, ОПП «Галузеве машинобудування». Другого рівня освіти за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, галузі знань 13 Механічна інженерія. Кваліфікація: Магістр з галузевого машинобудування
Викладач (-і)	Пасов Геннадій Володимирович, доцент, кандидат технічних наук
Профайл викладача (-ів)	http://atandii.stu.cn.ua/structure.html https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=775
Контакти викладача	Чернігів, вул. Шевченка, 95, корп.. 2, каб, 203 E-mail: genapasov@gmail.com

1. Анотація курсу.

Головно метою вивчення дисципліни – закріплення та розвиток фахових компетентностей магістра в галузі знань 13 – *Механічна інженерія* із застосування у повсякденній діяльності та розробки нових засобів математичного моделювання процесів обробки на металорізальних верстатах.

Здобувач вивчає наступні теми:

Змістовий модуль 1. *Основні положення*

Тема 1. Загальні відомості

Тема 2. Про класифікацію експериментальних планів

Тема 3. Характеристики об'єктів дослідження

Тема 4. Основні поняття дисперсійного аналізу

Тема 5. Одно-, дво- та три факторний дисперсійний аналіз

Тема 6. Планування першого порядку повного факторного експерименту

Тема 7. Дробовий факторний експеримент

Тема 8. Властивості матриць планування

Змістовий модуль 2. *Планування першого порядку*

Тема 9. Проведення експерименту

Тема 10. Обробка результатів експерименту

Тема 11. Інтерпретація результатів експерименту

Тема 12. Круте сходження по поверхні відгуку

Тема 13. Планування експериментів для отримання моделі у вигляді степеневі функції

Тема 14. Загальні рекомендації по плануванню першого порядку

Тема 15. Основні положення регресивного аналізу

Тема 16. Статистичний аналіз рівняння регресії

Змістовий модуль 3. *Планування другого порядку*

Тема 17. Планування другого порядку. Загальні відомості

Тема 18. Рототабельні композиційні уніформ-плани

Тема 19. Оптимізація математичних моделей

Тема 20. Симплексний метод планування експерименту

Докладніше інформація про вивчаєму дисципліну наведена у MOODLE

<https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=775>

2. Мета та цілі курсу.

Метою викладання навчальної дисципліни “*Математичне моделювання процесів обробки на металорізальних верстатах*” є закріплення та розвиток фахових компетентностей магістра в галузі знань 13 – *Механічна інженерія* із застосування у повсякденній діяльності.

Під час вивчення дисципліни здобувач вищої освіти (ЗВО) має набути або розширити наступні інтегральна (ІК), загальні (ЗК) та спеціальні (СК) компетентності, передбачені освітньою програмою:

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

ЗК1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології:

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії.

3. Результати навчання.

Під час вивчення дисципліни ЗВО має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (РН), передбачені освітньою програмою:

РН1) Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2) Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН4) Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5) Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

У підсумку здобувач повинен знати: повний та дробовий факторні експерименти; планування першого та другого порядку; методика проведення експериментів; обробка результатів експериментів та їх інтерпретація; круте сходження по поверхні відгуку; оптимізація математичної моделі; симплексний метод планування експерименту. Крім того здобувач буде виконувати на практиці сучасні прийоми та методи планування експерименту; проводити дослідження; обробляти результати експериментів та їх інтерпретувати.

4. Пререквізити.

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін, які вивчались при здобутті першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 133 – *Галузеве машинобудування*. Набуті під час вивчення дисципліни “*Математичне моделювання процесів обробки на металорізальних верстатах*” знання та вміння застосовуються для підготовки кваліфікаційної роботи магістра та оформлення результатів науково-практичних досліджень, які проводять здобувачі вищої освіти під керівництвом науково-педагогічних працівників.

5. Обсяг курсу.

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	16
Практичні заняття	14
Самостійна робота	90
Всього кредитів	4

Форма проведення занять – лекційні, практичні заняття, самостійна робота – з використанням системи дистанційного навчання Moodle, літератури, відеоматеріалів тощо.

6. Тематика курсу.

Здобувач вивчає наступні теми:

Змістовий модуль 1. Основні положення

Тема 1. Загальні відомості

Вступ. Основні поняття та визначення. Об'єкт дослідження. Параметр оптимізації. Фактори. Модель. Пошук адекватної моделі. Види планів.

Тема 2. Про класифікацію експериментальних планів

Послідовності та випадкові плани. Методика їх реалізації.

Тема 3. Характеристики об'єктів дослідження

Поняття об'єкту дослідження, його основні властивості (складність, керованість, ступінь відтворюваності). Поняття “чорного ящика”. Кібернетичний підхід у плануванні експерименту.

Тема 4. Основні поняття дисперсійного аналізу

Зміст дисперсійного аналізу. Критерій Фішера. Рівень значимості, кількість ступенів свободи. Ранжування досліджуємих факторів.

Тема 5. Одно-, дво- та три факторний дисперсійний аналіз

Початкові дані для одно- дво- та три факторного дисперсійного аналізу. Основні алгоритми для проведення цього аналізу.

Тема 6. Планування першого порядку повного факторного експерименту

Повний факторний експеримент. Вибір основного рівня та інтервалу варіювання факторів. Складання матриці планування ПФЕ.

Тема 7. Дробовий факторний експеримент

Дробовий факторний експеримент. Правило побудови дробових реплік. Вибір напівреплік. Генеруючі співвідношення та визначальний контраст. Вибір реплік. Узагальнений контраст.

Тема 8. Властивості матриць планування

Властивості матриць планування повного та дробового факторних експериментів: симетричність, норміровка, ортогональність та рототабельність.

Змістовий модуль 2. Планування першого порядку

Тема 9. Проведення експерименту

Проведення експерименту. Похибка експерименту. Відбракування помилкових експериментів. Рівень значимості. Дисперсія параметру оптимізації

Тема 10. Обробка результатів експерименту

Обробка результатів експерименту. Визначення коефіцієнтів. Перевірка адекватності моделі.

Тема 11. Інтерпретація результатів експерименту

Інтерпретація результатів експерименту. Рішення, які приймаються опісля побудови лінійної моделі та перевірки її адекватності.

Тема 12. Круте сходження по поверхні відгуку

Круте сходження по поверхні відгуку. Визначення, та приклади застосування цього методу.

Тема 13. Планування експериментів для отримання моделі у вигляді степеневі функції

Планування експерименту для отримання рівняння моделі у вигляді степеневі функції.

Тема 14. Загальні рекомендації по плануванню першого порядку

Загальні рекомендації по плануванню першого порядку.

Тема 15. Основні положення регресивного аналізу

Основна мета регресивного аналізу. Основні методи оцінки параметра оптимізації. Основні методи оцінки параметра оптимізації. Матричний підхід при регресивному аналізі. Однорідність дисперсій за різними критеріями (Кохрена, Бартлета).

Тема 16. Статистичний аналіз рівняння регресії

Адекватність моделі (F – критерій). Значимість коефіцієнтів рівняння регресії.

Змістовий модуль 3. Планування другого порядку

Тема 17. Планування другого порядку. Загальні відомості

Загальні положення. Ортогональні плани. Складання матриці планування ортогонального композиційного плану. Обробка результатів експерименту. Визначення коефіцієнтів моделі. Перевірка значимості коефіцієнтів. Побудова математичної моделі.

Тема 18. Рототабельні композиційні уніформ-плани

Рототабельні композиційні уніформ-плани. Визначення величини зоряного плеча та кількості паралельних досліджень у центрі експерименту. Спрощені формули для визначення коефіцієнтів моделі.

Тема 19. Оптимізація математичних моделей

Оптимізація математичної моделі. Канонічне перетворення квадратичного рівняння. Геометричні образи квадратичного рівняння у канонічній формі.

Тема 20. Симплексний метод планування експерименту

Симплексний метод планування експерименту. Суть методу. Побудова початкового симплекса та його кантування.

Теми практичних занять:

1. Складання прикладів по плануванню експерименту (параметр оптимізації, фактори, які на нього впливають). Складання рівняння поліному та матриці планування ПФЕ.
2. Відкидання помилкових експериментів за критерієм Стьюдента.
3. Обчислення дисперсії параметру оптимізації та перевірка її однорідності за критерієм Бартлета.
4. Обчислення дисперсії параметру оптимізації та перевірка її однорідності за критерієм Кохрена
5. Обчислення рівняння моделі першого порядку та перевірка її адекватності.

Для самостійної роботи передбачені наступні теми:

1. Інтерпретація результатів експерименту.
2. Планування експериментів для отримання моделі у вигляді степеневі функції.
3. Загальні рекомендації по плануванню першого порядку.
4. Статистичний аналіз рівняння регресії.

7. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання курсу	Здобувачі отримують бали за присутність на лекційних та практичних заняттях, за ведення рукописного конспекту, за виконання та захист практичних робіт та відповіді на запитання під час екзамену.
Практичні заняття	Кожне практичне заняття оцінюється від 0 до 7 балів. При пропуску заняття без поважної причини знімається 1 бал. При невчасному захисті практичної роботи (вона повинна бути захищена на наступному занятті) знімається 1 бал.
Умови допуску до підсумкового контролю	Умовою допуску до підсумкового контролю – екзамену є виконання та захист всіх практичних робіт та мінімально необхідної кількості балів – 35.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю		Кількість балів
<i>Змістовий модуль 1. Основні положення</i>		0 ... 17
1	Присутність на лекційних заняттях	0 ... 6
2	Повнота рукописного конспекту	0 ... 4
3	Виконання практичних робіт	0 ... 7
<i>Змістовий модуль 2. Планування першого порядку</i>		0 ... 29
1	Присутність на лекційних заняттях	0 ... 9
2	Повнота рукописного конспекту	0 ... 6
3	Виконання практичних робіт	0 ... 14
<i>Змістовий модуль 3. Планування другого порядку</i>		0 ... 29
1	Присутність на лекційних заняттях	0 ... 9
2	Повнота рукописного конспекту	0 ... 6
3	Виконання практичних робіт	0 ... 14
Усього поточний і проміжний модульний контроль		0 ... 75
Семестровий контроль (Екзамен)		0 ... 25
Разом		0...100

Шкала оцінювання результатів навчання

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (диференційований залік)	
		для екзамену (диференційованого заліку), курсового проєкту (роботи), практики, атестації	для заліку
90 – 100	A (відмінно)	відмінно	зараховано
82-89	B (дуже добре)	добре	
75-81	C (добре)		
66-74	D (задовільно)	задовільно	
60-65	E (достатньо)		
0-59	FX (незадовільно)	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання

8. Політики курсу.

У випадку, якщо здобувач протягом семестру не виконав у повному обсязі всіх видів навчальної роботи, має невідпрацьовані практичні роботи або не набрав мінімально необхідну кількість балів (35), він не допускається до складання диференційованого заліку під час семестрового контролю, але має право ліквідувати академічну заборгованість у порядку, передбаченому [«Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів НУ «Чернігівська політехніка»»](#). Повторне складання заліку з метою підвищення позитивної оцінки не дозволяється. У випадку повторного складання заліку всі набрані протягом семестру бали анулюються, а повторний диференційований залік складається у вигляді тестування.

До загальної політики курсу відноситься дотримання принципів відвідування занять у відповідності до затвердженого розкладу, а також вільного відвідування лекційних занять для осіб, які отримали на це дозвіл відповідно до [«Порядку надання дозволу на вільне відвідування занять здобувачам вищої освіти НУ «Чернігівська політехніка»»](#). Запорукою успішного вивчення дисципліни є активність та залучення під час проведення практичних та лекційних занять – відповіді на запитання викладача (як один з елементів поточного контролю), задавання питань для уточнення незрозумілих моментів, вирішення практичних завдань. Консультації відбуваються в аудиторіях університету у відповідності до затвердженого розкладу або ж особистих чи групових консультацій (через вбудований форум) на сторінці курсу в системі дистанційного навчання НУ «Чернігівська політехніка».

Політика дедлайнів

Своєчасність здачі практичної роботи оцінюється в 1 бал за кожну практичну роботу. Відповідно, максимальна оцінка за невчасно здані роботи зменшується на зазначену кількість балів. Виключенням може бути наявність поважних причин несвоєчасної здачі зазначених робіт (хвороба, участь в зазначений час в інших видах навчальної, наукової чи організаційної роботи, офіційна робота за фахом тощо).

Політика користування ноутбуками / смартфонами

Прохання до здобувачів тримати смартфони переведеними у беззвучний режим протягом лекційних та практичних занять, так як дзвінки, переписки та спілкування у соціальних мережах відволікають від проведення занять як викладача, так й інших здобувачів. Ноутбуки, планшети та смартфони не можуть використовуватися в аудиторіях під час занять та під час проведення підсумкового контролю (за виключенням проходження тестового контролю в системі Moodle).

Політика заохочень та стягнень

За результатами навчальної, наукової або організаційної діяльності здобувачів вищої освіти за курсом їм можуть нараховуватися додаткові бали – до 15 балів, у залежності від вагомості досягнень. Види позанавчальної діяльності, за якими здобувачі вищої освіти заохочуються додатковою кількістю балів: участь у міжнародних проєктах, наукові дослідження, тези, участь у науково-практичних конференціях, винаходи, патенти, авторські свідоцтва за напрямами курсу.

Політика академічної доброчесності

Академічна доброчесність повинна бути забезпечена під час проходження даного курсу, зокрема при виконанні практичних, контрольних робіт (КР) (принципи описані у [Кодексі академічної доброчесності НУ «Чернігівська політехніка»](#)). Списування під час проміжного та підсумкового контролів, виконання практичних завдань на замовлення, підказки вважаються проявами академічної недоброчесності. Від усіх слухачів курсу очікується дотримання академічної доброчесності у зазначених вище моментах. До здобувачів вищої освіти, у яких було виявлено порушення академічної доброчесності, застосовуються різноманітні дисциплінарні заходи (включаючи повторне проходження певних етапів).

Правила перезарахування кредитів

Кредити, отримані в інших закладах вищої освіти, а також результати навчання у неформальній та/або інформальній освіті, можуть бути перезараховані викладачем у відповідності до положення [«Порядок визначення академічної різниці та перезарахування навчальних дисциплін у НУ «Чернігівська політехніка»](#)». Визнання результатів навчання у неформальній освіті розповсюджується на окремі змістові модулі (теми) навчальної дисципліни.

9. Рекомендована література.

1. Струтинській В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 608 с.
2. Пасов Г.В., Міщенко М.В. Використання елементів теорії планування експериментів у моделюванні кібернетичних систем і процесів: Навч. посібник. – Друк: ПАТ «ПВК «ДЕСНА», 2012. – 156 с.
3. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Пасов Г.В. Теоретичне та експериментальне дослідження змінних процесів. Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 250 с.
4. Кальченко В.В., Кальченко В.І., Пасов Г.В., Чередніков О.М. Елементи математичних теорій моделювання технічних систем. Навчальний посібник. – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – 336 с.
5. Mathematical and Experimental Modeling of Physical Processes. H.T. Banks, H.T. Tran. 2009 – 450 p.