ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний факультет
Кафедра «Металорізальні верстати та інструменти»

СИЛАБУС
Вибіркової навчальної дисципліни
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ ТА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ
Обсяг 6 кредитів/180 годин

Освітня програма «Технології машинобудування»
Другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність – G9 «Прикладна механіка»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

ФРОЛОВ МИХАЙЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ, Завідувач кафедри МВ та І, к.т.н., доцент

Контактна інформація:
- (050) 5702508;
- mfrolov@zp.edu.ua;
- навчальний корпус - 1 та аудиторія – 151, 157

Час і місце проведення консультацій:
Згідно розкладу, навчальний корпус 1, аудиторії 151

ОПИС КУРСУ

Керування виробничими процесами, в тому числі автоматизованими, в сучасних умовах повинно ґрунтуватися виключно на фактичних даних, що надходять з виробництва та їх оцінці, на прогнозуванні результатів прийнятих рішень; оптимізація технологічних процесів, пов'язаних з обробкою різанням, раціональне проектування та використання металорізального інструменту неможливі без всебічної комп'ютеризації цих процесів, що можливе за наявності відповідного математичного забезпечення. Інструментом та основою для цього слугують прийоми та методи математичного моделювання. Ось чому майбутньому фахівцеві варто вивчити цю навчальну дисципліну.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. Набуття здобувачами вищої освіти базових знань з організації експериментальних досліджень, аналізу експериментальних даних, побудови та дослідження математичних моделей у галузі обробки металів різанням, проектуванні та експлуатації металорізального інструменту.

2. Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

Загальні компетентності

1. Здатність розв'язувати комплексні задачі та практичні проблеми у галузі професійної діяльності в невизначених умовах;
2. Здатність до саморозвитку і самовдосконалення протягом життя, відповідальність за навчання інших;
3. Лідерство та здатність як автономної, так і командної роботи під час реалізації проектів;
4. Здатність застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних технологій, використання програмних засобів, необхідних для професійної діяльності;
5. Здатність спілкуватися державною фаховою мовою як усно, так і письмово в різних умовах комунікації.

Спеціальні (фахові) компетентності

1. Здатність застосовувати комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань машинобудування;
2. Здатність продемонструвати знання і розуміння фундаментальних наукових фактів, концепцій, теорій, принципів;
3. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові та технічні методи для вирішення інженерних завдань машинобудування;
4. Здатність визначати техніко-економічну ефективність машин, процесів, устаткування й організації галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів і методів комп’ютерного моделювання;

Результати навчання

- Знання і розуміння засад фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі машинобудування;
- Здатність ставити та розв`язувати інженерні завдання машинобудування з використанням відповідних розрахункових і експериментальних методів;

- Здатність використовувати отримані знання при аналізі інженерних об'єктів, процесів та методів;
- Здатність поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання;
- Здатність виявляти закономірності та вади процесів, пов'язаних з експлуатацією обладнання машинобудування на основі статистичного аналізу його фактичних показників і намічати напрямки його оптимізації.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовою навчання та опанування компетентностями з даної дисципліни є наявність базових знань, вмінь та результатів навчання з наступних дисциплін: Вища математика – розділи пов'язані з теорією імовірності та статистикою; Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, металообробне обладнання, теорія різання, різальний інструмент. Зазначені передумови важливі для формування цілісної освітньої програми та мають бути зрозумілі здобувачам освіти оскільки не є предметами, що розглядаються в курсі.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1		
1	Тема 1. Вступ – значення математичного моделювання в сучасних умовах (1 год.)	Лабораторна робота №1 - Оцінка надійності різального інструменту на основі законів розподілення (16 год.)
1	Тема 2. Загальні положення математичного моделювання; його цілі та завдання, види та структура моделей, етапи моделювання. (2 год.)	
2		
2	Тема 3. Загальні засади побудови математичних моделей, поняття о принципі "чорного ящика" (1 год.)	
3	Тема 4. Статистична оцінка результатів досліджень, імовірність випадкової події, поняття про вибірку. Точкові оцінки, статистичні показники. (2 год.)	
4	Тема 5. Інтервальні оцінки. Довірча імовірність, довірчий інтервал – критерій Стьюдента (1 год.)	

4	Тема 6. Оцінка дослідних даних, що різко відрізняються (1 год.)	
5	Тема 7. Оцінка рівності дисперсій, та їх належності до однієї генеральної сукупності – критерій Фішера (1 год.)	
5	Тема 8. Поняття про надійність ріжучого інструменту, відмова та безвідмовна робота. Імовірність відмови та безвідмовної роботи. (1 год.)	
6	Тема 9. Теоретичні закони розподілення та їх використання для оцінки надійності ріжучого інструменту (1 год.)	
6	Тема 10. Оцінка надійності ріжучого інструменту на основі законів розподілення. Оцінка процесу різання (технологічного процесу) на основі законів розподілення та статистичних показників. Примусова заміна інструменту. Визначення часу до примусової заміни інструменту (4 год.)	
7		
8		
8	Тема 11. Інтенсивність відмов металорізального інструменту. (1 год.)	
Змістовий модуль 2		
9	Тема 12. Поняття про функціональні та стохастичні моделі. Стохастична модель – загальний вид моделі. Поняття про функціональну та випадкову компоненти моделі. Кореляційний зв'язок (1 год.)	Лабораторна робота №2. Кореляційний аналіз та побудова математичної моделі впливу конструктивних параметрів інструменту на його стійкість.
9	Тема 13. Використання елементів кореляційного аналізу (коефіцієнт кореляції, вибіркове кореляційне відношення) для оцінки наявності та тісноти зв'язку між параметрами металорізального інструменту, режимами різання та результатами процесу різання. Оцінка статистичної достовірності тісноти зв'язку (2 год.)	
10		
10	Тема 14. Загальні положення експериментальних досліджень (1 год.)	
11	Тема 15. Побудова математичної моделі на основі одно факторного експерименту (1 год.)	
11	Тема 16. Метод найменших квадратів. Метод максимальної правдоподібності. Перевірка однорідності дисперсій та адекватності моделі. (2 год.)	
12		
12	Тема 17. Області застосування багатофакторного експерименту. (1 год.)	

13	Тема 18. Поняття про планування експерименту. Вибір моделі при многофакторному експерименті. Прийняття рішень перед плануванням експерименту (1 год.)	
13 14	Тема 19. Повний факторний експеримент (2 год.)	
14	Тема 20. Обробка експериментальних даних та інтерпретація результатів моделювання (1 год.)	
15	Тема 21. Перевірка адекватності моделі при багатофакторному експерименті. Поняття про рандомізацію (1 год.)	
15	Тема 22. Залежні та незалежні фактори. Перемінні управління, та оптимізації. Поняття про критерій оптимальності, його вибір. (1 год.)	
16	Тема 23. Поняття про цільову функцію. Основні принципи її побудови. (2 год.)	

САМОСТІЙНА РОБОТА

Включає більш детальне ознайомлення з темами тематичного плану, а також самостійне освоєння наступних тем:

1. Типи та різновиди математичних моделей та області їх застосування; складові математичної моделі; принципи моделювання; підходи до моделювання; послідовність побудови моделей.
2. Точкові та інтервальні статистичні показники; рівень надійності та довірча імовірність; статистичні критерії.
3. Основні визначення теорії надійності: відмова безвідмовна робота, імовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання до відмови; види відмов; використання законів розподілення випадкових величин в контексті надійності; гамма-процентне напрацювання до відмови; теоретичні та вибіркові (емпіричні) закони розподілення та перевірка їх відповідності.
4. Інтенсивність відмов різального інструменту, етапи життєвого циклу виробів; Зв'язок інтенсивності відмов та закону розподілення
5. Функціональні та стохастичні зв’язки. Кореляційний зв'язок як випадок стохастичного. Оцінка тісноти зв’язку при різних видах залежності.
6. Області застосування однофакторних експериментів; види математичних моделей, що можуть бути побудовані за однофакторним

експериментом; визначення коефіцієнтів рівняння методом найменших квадратів. Перевірка адекватності моделі

7. Області застосування багатофакторних експериментів; види моделей при багатофакторному експерименті; види планів експериментів; властивості матриці планування експерименту; визначення коефіцієнтів рівняння регресії; визначення статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії; повний та дробний факторний експерименти.
8. Критерії оптимальності та цільові функції; принципи побудови цільових функцій; основні види цільових функцій; види обмежень

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

1. Фролов, М.В. Наукові дослідження та моделювання технічних об'єктів в машинобудуванні. Навчальний та практичний посібник (препринт). - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2025. - 238 с.
2. Оцінка надійності різального інструменту на основі законів розподілення. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Математичне моделювання процесів різання та металорізальних інструментів» для здобувачів освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спеціальностей: G11 Машинобудування (133 Галузеве машинобудування), G9 (131) Прикладна механіка, усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: Фролов М.В. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. - 22с.
3. Кореляційний аналіз та побудова математичної моделі впливу конструктивних параметрів інструменту на його стійкість. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Математичне моделювання процесів різання та металорізальних інструментів» для здобувачів освіти за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, спеціальностей 131 (G9) Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування (G11 Машинобудування), Усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: Фролов М.В., Танченко С.В. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 30 с.

Літературні джерела:

Базова література

1. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2014. – 274 с. https://core.ac.uk/reader/286634015
2. Brandt, Siegmund. Data analysis. Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers / S. Brandt. - Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer, 2014.- 532 с.
3. Руденко, В. М. Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.
4. Бідюк, П.І. Математична статистика: навч. посіб. / П.І. Бідюк, Б.П. Ткач, Т. Харрінгтон. – К.: ДП «Видавничий дім «Персонал», 2018. – 348 с.

Допоміжна література

1. Moghadas, S. M., & Jaberi-Douraki, M. (2018). Mathematical modelling: A Graduate Textbook. John Wiley & Sons. – 192 p.
2. Basmadjian, D., Basmadjian, P. O. C. E. a. a. C. D., & Farnood, R. (2019). The Art of Modeling in Science and Engineering with Mathematica. CRC Press.
3. Mickens, R. E. (2004). Mathematical methods for the natural and engineering sciences. World Scientific.

Інформаційні ресурси

1. An introduction to mathematical modelling/ https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf
2. Mathematical model. https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_model
3. A Student Guide for Getting Started with Math Modeling. https://www.comap.com/blog/item/getting-started-with-math-modeling

ОЦІНЮВАННЯ

Види контролю: поточний за окремими темами лекційного курсу; рубіжний у формі тестування; захист практичних робіт у формі тестування. Підсумковий контроль – залік.

Допуск до підсумкового контролю здійснюється за умови проходження тестів рубіжного контролю; виконання зазначених лабораторних робіт та їх захист.

Критерії оцінювання:

<table>
<tr><td colspan="12">Поточне тестування та самостійна робота (ваговий коефіцієнт 1 х 0,1)</td><td rowspan="2">Лабораторні роботи

(ваговий коефіцієнт 2 х 0,25)</td><td rowspan="2">Сума</td></tr>
<tr><td colspan="6">Змістовий модуль №1</td><td colspan="6">Змістовий модуль № 2</td></tr>
<tr><td>T1</td><td>T2</td><td>T3</td><td>T4</td><td>T5</td><td>T6</td><td>T12</td><td>T13</td><td>T14</td><td>T15</td><td>T16</td><td>T17</td><td>Лабораторна робота №1

100</td><td rowspan="7">100</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td></tr>
<tr><td>T7</td><td>T8</td><td>T9</td><td>T10</td><td>T11</td><td>X</td><td>T18</td><td>T19</td><td>T20</td><td>T21</td><td>T22</td><td>T23</td></tr>
<tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>8</td><td>4</td><td>X</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Лабораторна робота №2

100</td></tr>
<tr><td colspan="12">Рубіжний контроль (ваговий коефіцієнт 2 х 0,2)</td></tr>
<tr><td colspan="12">Модуль 1 (тестування) - 100</td></tr>
<tr><td colspan="12">Модуль 2 (тестування) - 100</td></tr>
</table>

ПОЛІТИКИ КУРСУ

- Самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- при вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка» https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття.
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.
- Практичні роботи виконуються індивідуально та оформлюються звітом. Звіт може здаватися онлайн через систему дистанційного навчання. Захист робіт відбувається індивідуально шляхом складання відповідного тесту в системі дистанційного навчання. Роботи повинні здаватися в зазначені терміни. Ті роботи, що здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання модулів або їх складання пізніше зазначеного терміну відбувається тільки за наявності поважних причин.
- Виконання всіх видів контрольних заходів є обов'язковим.
- Списування під час виконання контрольних заходів заборонені (в т.ч. з використанням мобільних девайсів).

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle та до платформи Zoom. Засіб доступу до платформи Zoom має бути обладнаний web-камерою, мікрофоном та засобами відтворення звуку.