

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Металорізальні верстати та інструменти
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан Василь ГЛУШКО

«26» 08 2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 06 Оптимізація технічних рішень в машинобудуванні та чисельні математичні методи

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи (G11.01 Верстати та інструменти)

(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)
(код і найменування спеціальності)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти магістр
(назва ступеня вищої освіти)

програма з дисципліни Оптимізація технічних рішень в машинобудуванні та чисельні математичні методи

(назва навчальної дисципліни)

спеціальност G11 Машинобудування (за спеціалізаціями),

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи (G11.01 Верстати та інструменти).

(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): _____

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Михайло ФРОЛОВ, Зав. Кафедри «Металорізальні верстати та інструменти», к.т.н., доцент

Програма погоджена:

Завідувач кафедри

на якій виконується освітній компонент



Михайло ФРОЛОВ

25.08 2025

Гарант освітньої програми



Михайло ФРОЛОВ

(імя прізвище)

25.08 2025

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівного факультету

(найменування факультету)

Протокол від «26» серпня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії



Василь ГЛУШКО

(імя прізвище)

2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Ступінь вищої освіти	Магістр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	4,5	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	2	2
Загальна кількість годин	135	
з них аудиторних:	48	6
лекції	32	4
практичні	-	-
лабораторні	16	2
семінарські	-	-
з них самостійної роботи:	87	129
Занять на тиждень на тиждень	1,5	3
Індивідуальні завдання		
Форма контролю	екзамен	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни «Оптимізація технічних рішень в машинобудуванні та чисельні математичні методи» полягає в ґрунтовному ознайомленні здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня з: загальними положеннями оптимізації в техніці; оптимізаційними моделями та їх структурою; відомостями про критерії оптимальності та цільові функції, обмеженнями на цільові функції в тому числі деякими типовими цільовими функціями та обмеженнями що виникають при механічній обробці; видами оптимізації та чисельними способами вирішення оптимізаційних задач; деякими типовими задачами лінійного програмування та алгоритмами їх вирішення.

3. Завдання вивчення дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні отримати теоретичні знання з наступних напрямків:

- Постановка та зміст задачі оптимізації в машинобудуванні;
- Оптимізаційні моделі: їх структура та принципи побудови;
- Відомості про критерії оптимальності та цільові функції;
- Поняття про задачі одновимірної безумовної оптимізації та чисельні методи їх вирішення;
- Загальні відомості про пошук мінімуму функцій багатьох змінних включаючи чисельні методи пошуку;
- Задачі умовної оптимізації та чисельні методи їх вирішення;
- Деякі типові цільові функції та обмеження при механічній обробці;
- Лінійне програмування: загальні положення та деякі типові задачі.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: Вища математика; Теорія різання; Металообробне обладнання; Різальний інструмент. Зазначені передумови важливі для формування цілісної освітньої програми та мають бути зрозумілі здобувачам освіти оскільки не є предметами, що розглядаються в курсі

Постреквізити: Надійність технологічних систем, Методологія наукових досліджень, дипломування

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

- ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності:

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.

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани і проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

СК8. Здатність визначати критерії оптимальності, обмеження, фактори та моделі при пошуку оптимальних рішень та вирішувати задачі оптимізації чисельними методами; забезпечувати та підвищувати надійність виробів – в тому числі при вирішенні питань якості продукції.

Очікувані програмні результати навчання:

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі. РН6 Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

РН3. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

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

РН5. Аналізувати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН8. Знати і вміти підбирати та використовувати комп'ютерні графічні CAD/CAM системи та інші програмні засоби для вирішення практичних завдань по моделюванню та/або проектуванню обладнання та/або його частин в галузевому машинобудуванні; автоматизованому формуванню технологічних процесів механічної обробки а також програмного забезпечення, що забезпечують високу продуктивність механічної обробки та належну якість продукції.

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.1 Основні поняття. Безумовна оптимізація

Тема 1. Вступ. Навіщо потрібна оптимізація

Література - [1, С.4 - 5].

Тема 2. Загальні відомості про оптимізаційні моделі, їх структуру та принципи побудови

Література - [1, С.6-9]

Тема 3. Загальні відомості про критерії оптимальності та цільові функції.

Література - [1, С.10-13]

Тема 4. Деякі типові критерії оптимальності та цільові функції при механічній обробці.

Література - [1, С.14 - 15].

Тема 5. Одномірна безумовна оптимізація

Література - [1, С.16-30]

Тема 6. Мінімум функції багатьох змінних

Література - [1, С.31-35]

Змістовий модуль 2.1 Умовна оптимізація. Оптимізація за експериментальними дослідженнями

Тема 7. Загальні положення умовної оптимізації

Література - [1, С.36 -37]

Тема 8. Задачі з обмеженнями у вигляді рівностей

Література - [1, С.38 - 39]

Тема 9. Задачі з обмеженнями у вигляді нерівностей

Література - [1, С.40 – 42].

Тема 10. Метод штрафних функцій. Нежорсткі обмеження

Література - [1, С.43 - 50].

Тема 11. Деякі типові обмеження при механічній обробці.

Література - [1, С.51 – 54]

Тема 12. Задачі лінійного програмування.

Література - [1, С.55 - 66]

Тема 13. Оптимізація за експериментальними дослідженнями: повний факторний експеримент

Література - [1, С.67 – 73].

Тема 14. Оптимізаційні моделі другого порядку. Ортогональні центральні композиційні плани

Література – [1, С.74 - 79]

Тема 15. Оптимізація за ортогональними масивами Тагучі

Література - [1, С.80 – 89].

2. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1.1 Основні поняття. Безумовна оптимізація												
Тема 1	6	1	1			4	6	0,1	0,1			5,8
Тема 2	8	2	1			5	8	0,2	0,1			7,7
Тема 3	6	1	1			4	6	0,1	0,1			5,8
Тема 4	8	2	1			5	8	0,2	0,2			7,6
Тема 5	22	6	2			14	22	1,0	0,3			20,7
Тема 6	17	4	2			11	17	0,4	0,2			16,4
Разом за змістовим модулем 1	67	16	8			43	67	2	1			64
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2.1 Умовна оптимізація. Оптимізація за експериментальними дослідженнями												
Тема 7	4,5	1	0,5			3	4,5	0,1	0,10			4,3
Тема 8	4,5	1	0,5			3	4,5	0,1	0,10			4,3
Тема 9	6	1	1			4	6	0,1	0,10			5,8
Тема 10	8	2	1			5	8	0,3	0,10			7,6
Тема 11	6	1	1			4	6	0,1	0,10			5,8
Тема 12	17	2	4			11	17	0,2	0,50			16,3
Тема 13	10	4				6	10	0,5				9,5
Тема 14	6	2				4	6	0,3				5,7
Тема 15	6	2				4	6	0,3				5,7
Разом за змістовим модулем 1	68	16	8			44	68	2	1			65
Усього годин	135	32	16			87	135	4	2			129

3. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Тема 1. Вступ. Навіщо потрібна оптимізація	лекція	Пошук найкращого рішення. Поняття про оптимізацію. Оптимізація в повсякденні та на виробництві
2	Тема 2. Загальні відомості про оптимізаційні моделі, їх структуру та принципи побудови	лекція	Види математичних моделей. Оптимізаційні моделі. Структура та складові оптимізаційних моделей, принципи побудови. Багатокритеріальна оптимізація та поняття про вагові коефіцієнти
3	Тема 3. Загальні відомості про критерії оптимальності та цільові функції.	лекція	Критерії оптимальності. Вимоги. Цільові функції та їх різновиди
4	Тема 4. Деякі типові критерії оптимальності та цільові функції при механічній обробці.	лекція	Критерії оптимальності для технологічних процесів. Оптимізація при обробці різанням. Приклади цільових функцій.
5	Тема 5. Одномірна безумовна оптимізація	лекція	Одномірна безумовна оптимізація, умова мінімуму, стаціонарна точка. Коли оптимізація неможлива аналітичними методами? Методи одновимірної оптимізації. Відрізок локалізації та інтервал невизначеності. Метод Свена для відрізка локалізації. Ітерація. Загальний алгоритм пошуку мінімуму.
6	Тема 6. Мінімум функції багатьох змінних	лекція	Функція багатьох змінних. Лінії рівня. Рельєф функції. Метод покоординатного спуску (Гаусса). Його алгоритм. Приклад використання.
7	Тема 7. Загальні положення умовної оптимізації	лекція	Сутність умовної оптимізації. Деякі типові обмеження при обробці різанням. Активні та неактивні обмеження. Задача в загальному вигляді. Умова регулярності обмежуючих функцій
8	Тема 8. Задачі з обмеженнями у вигляді рівностей	лекція	Обмеження-рівності. Множники Лагранжа
9	Тема 9. Задачі з обмеженнями у вигляді нерівностей	лекція	Обмеження-нерівності. Множники Лагранжа. Приклади вирішення задач. Графічна ілюстрація
10	Тема 10. Метод штрафних функцій. Нежорсткі обмеження	лекція	Нежорсткі обмеження та метод штрафних функцій. Зовнішні функції. Бар'єрні функції. Ітерації. Графічна інтерпретація

11	Тема 11. Деякі типові обмеження при механічній обробці.	лекція	Типові обмеження при механічній обробці
12	Тема 12. Задачі лінійного програмування	лекція	Задачі з різними виглядами обмежень. Основна задача лінійного програмування. Задача про використання сировини. Задача про використання продуктивності обладнання. Транспортна задача
	Тема 13. Оптимізація за експериментальними дослідженнями: повний факторний експеримент		Поверхня відгуку. Види експериментів. Однофакторний експеримент та його обмеження. Багатофакторний експеримент, основні відмінності та суттєві риси. Вибір моделі та стратегія пошуку оптимального рішення. Прийняття рішень перед плануванням експерименту. Повний факторний експеримент та його властивості. Рандомізація та обробка результатів дослідження.
	Тема 14. Оптимізаційні моделі другого порядку. Ортогональні центральні композиційні плани		Псевдостационарна область та моделі другого порядку. Особливості ортогонального центрального композиційного плану. Визначення коефіцієнтів регресії.
	Тема 15. Оптимізація за ортогональними масивами Тагучі		Статистика в технології. Вибірка та статистичні показники. Розподілення та закони розподілення. Розподілення Гаусса (нормальне). Функція втрат. Концепція Тагучі. Класифікація факторів. Результуючі показники. Ортогональні масиви. ANOVA
13	Загальні відомості про оптимізацію та порівняння чисельних методів одномірної безумовної оптимізації	Практична робота	Для функції заданої відповідно варіанту Табл.1.1 визначити мінімум на заданому відрізку локалізації з точністю ϵ наступними чисельними методами: ➤ загального пошуку; ➤ діхотомії; ➤ золотого перетину. Порівняти ефективність застосованих методів за кількістю ітерацій для досягнення заданої точності; кількістю арифметичних операцій в ітераціях; універсальністю по відношенню до цільової функції.

14	Безумовна оптимізація функції методом покоординатного спуску (Гаусса)	<i>Практична робота</i>	Для функції двох змінних, заданої відповідно варіанту, визначити безумовний мінімум на заданому відрізку локалізації з точністю ε методом Гаусса, використовуючи при цьому на свій вибір: метод загального пошуку або метод діхотомії або метод золотого перетину
15	Умовна оптимізація функції методом штрафних функцій	<i>Практична робота</i>	Для функції двох змінних та обмежень, заданих відповідно варіанту, методом зовнішньої штрафної функції, використовуючи квадратичну форму штрафної функції, визначити умовний мінімум методом Гаусса, використовуючи при цьому на свій вибір: метод загального пошуку або метод діхотомії або метод золотого перетину. Точність $\varepsilon \leq 0,30$
16	Задача лінійного програмування	<i>Практична робота</i>	Засвоїти теоретичні відомості про лінійне програмування та поняття про його основну задачу; Ознайомитися з деякими типовими задачами лінійного програмування та способами їх вирішення; Отримати практичні навички вирішення задачі лінійного програмування

4. Форми та методи контролю

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

Допуск до підсумкового контролю здійснюється за умови проходження тестів рубіжного контролю; виконання практичних робіт та її захист.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточне тестування та самостійна робота (Ваговий коефіцієнт 0,1)												Екзамен (ваг. коэф. 0,5)	Сума
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	100	100
8	8	10	8	8	6	6	6	6	6	6	8		
T6	X	X	X	X	T14	X	X	X	X	X	X		
8	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X	X		
Проміжний контроль №1(Ваговий коефіцієнт 0,1)													
Тестування - 100 балів макс.													
Проміжний контроль №2 (Ваговий коефіцієнт 0,1)													
Тестування - 100 балів макс.													
Практичні роботи (Ваговий коефіцієнт 4 x 0,05)													
ПР №1			ПР №2			ПР №3			ПР №4				
100			100			100			100				

6. Політика 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).

7. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Оптимізація технічних рішень в машинобудуванні та чисельні математичні методи» для здобувачів освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальностей: G11 Машинобудування, G9 Прикладна механіка, усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: М. В. Фролов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 90 с.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Оптимізація технічних рішень в машинобудуванні та чисельні математичні методи» для здобувачів освіти за другим (магістерським) рівнем вищої освіти, спеціальностей: G11 Машинобудування, G9 Прикладна механіка, усіх освітніх програм та форм навчання / Укл.: М. В. Фролов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 40 с.
3. Презентації до курсу <https://moodle.zp.edu.ua/mod/folder/view.php?id=103270>

8. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

4. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс», 2017. – 804 с.
5. Жалдак, М.І., Триус, Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації: навчальний посібник / М.І. Жалдак, Ю.В. Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.
6. Методи одновимірної оптимізації: практикум з дисципліни «Дослідження операцій» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 453 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 47 с.
7. Оптимізаційні методи та моделі: підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.
8. Bhati, M. A. Practical Optimization Methods with Mathematica Applications. New York: Springer-Verlag, 2000.
9. Polak, E. Computational Methods in Optimization. New York: Academic Press, 1971.
10. Roy, Ranjit K. A primer on Taguchi method [Текст] // Ranjit K Roj. – Dearborn, MI: SME, 2010 – 336 p.
11. Kaker, Raghu N. Taguchi's orthogonal arrays are classical designs of experiments [Текст] // Raghu N Kaker, Eric S. Lagergren, James L. Filliben / Journal of

Research of the National Institute of Standards and Technology. – 1991. – Vol.96, № 5. – P.577 – 591.

1. Рекомендовані інформаційні джерела

1. Introduction to Optimization: Theory.
<https://www.tangramvision.com/blog/introduction-to-optimization-theory>
2. ACM Digital library. Journal of Optimization Theory and Application.
<https://dl.acm.org/journal/jopt>
3. Global Journal of Technology and Optimization.
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/mathematical-optimization-theory-and-their-types-advantages-of-mathematical-modeling-88554.html>