Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Основи теорії оптимізації на автотранспорті

Шифр та назва спеціальності
G11 – Машинобудування

Інститут
ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація
G11.05 Транспортні засоби

Кафедра
Автомобіле- та тракторобудування (152)

Освітня програма
Транспортно-технологічні машини і обладнання

Тип дисципліни
Вибіркова

Рівень освіти
Перший (бакалаврський)

Форма навчання
Денна, заочна

Семестр
8

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Прізвище Ім'я По батькові

vadym.shevtsov@khpi.edu.ua
Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобіле- та тракторобудування НТУ "ХПІ"

Досвід роботи – 14 років. Автор понад 40 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Гідравлічні приводи та системи», «Основи теорії оптимізації на автотранспорті», «Основи оптимізації конструкцій автомобілів та тракторів», «Надійність автомобілів і тракторів (АТ)».
Детальніше про викладача на сайті кафедри
https://web.kpi.kharkov.ua/ait/pro-kafedru/vykladatskyj-sklad/shevtsov-vadym-myhajlovych/

Прізвище Ім'я По батькові

email@khpi.edu.ua
Кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобіле- та тракторобудування НТУ "ХПІ"

Досвід роботи – 20 років. Автор понад 40 наукових та навчально-методичних праць.
Детальніше про викладача на сайті кафедри
https://web.kpi.kharkov.ua/ait/pro-kafedru/vykladatskyj-sklad/selevych-sergij-gennadijovych/

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна відноситься до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра та уособлює послідовну, від простого до складного, розкриття теоретичних питань з побудови алгоритмів, які направлені на оптимізацію конструкції автомобілів та тракторів

Мета та цілідисципліни

Метою вивчення даної навчальної дисципліни є отримання студентами знання теоретичних основ теорії оптимізації, глибоке розуміння необхідних та достатніх умов екстремуму, знання основних найбільш розповсюджених методів оптимізації прямого пошуку і градієнтних методів, вміння використовувати їх на практиці

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК 6. Здатність проведення досліджень на певному рівні. ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв’язування інженерних задач галузевого машинобудування. ФК 6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

Результати навчання

РН 1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі. РН 2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку. РН 3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання. РН 4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні. РН 5. Аналізувати інженерні об’єкти, процеси та методи. РН 6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її. РН 9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи. РН 10. Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань. РН 12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні. РН 13. Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування. РН 14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитівECTS): лекції – 20 год., практичні роботи – 20 год., самостійна робота – 80 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Предмети і задачі курсу. Значення оптимізації в техніці. Алгоритм Свена Розглядаються основні поняття оптимізації, типи задач та їх роль у технічних системах і проєктуванні. Аналізується процес пошуку екстремуму функцій. Вивчається алгоритм Свена як метод визначення інтервалу, що містить екстремум.	2
Тема 2. Метод золотого перетину Вивчається одновимірний метод мінімізації функції без використання похідних. Метод базується на послідовному звуженні інтервалу пошуку із застосуванням коефіцієнта золотого перетину. Забезпечує ефективний пошук екстремуму при мінімальній кількості обчислень.	2
Тема 3.Метод рівномірного пошуку Розглядається простий чисельний метод пошуку мінімуму шляхом дискретного перебору значень функції на заданому інтервалі. Аналізується точність і залежність результату від кроку пошуку. Метод використовується як базовий або попередній етап оптимізації.	2
Тема 4.Метод Хука–Джівса (метод конфігурацій) Вивчається ітераційний метод багатовимірної оптимізації без використання похідних. Метод поєднує дослідний пошук і прискорений рух у перспективному напрямку. Застосовується для задач із складними або недиференційовними функціями.	2
Тема 5.Метод Нелдера–Міда (метод деформованого багатогранника) Розглядається безградієнтний метод оптимізації, що використовує симплекс (багатогранник) у просторі змінних. Алгоритм базується на операціях відбиття, розтягнення та стискання. Ефективний для задач малої та середньої розмірності.	2
Тема 6.Метод Пауелла (квадратичної апроксимації) Вивчається метод мінімізації без похідних, що використовує послідовні лінійні пошуки вздовж напрямків. Напрямки оптимізуються з урахуванням попередніх ітерацій. Метод забезпечує швидку збіжність для гладких функцій.	2
Тема 7.Метод середньої точки Розглядається чисельний метод пошуку екстремуму шляхом поділу інтервалу та аналізу значення функції в середині. Використовується для уточнення області мінімуму. Є простим, але менш ефективним порівняно з оптимізованими методами.	2
Тема 8.Метод градієнтного спуску з постійним кроком Вивчається ітераційний метод оптимізації, що використовує напрямок антиградієнта функції. Крок зміни змінних задається сталим значенням. Простий у реалізації, але може мати проблеми зі швидкістю збіжності.	2
Тема 9.Метод Ньютона–Рафсона Розглядається метод оптимізації другого порядку, що використовує похідні та матрицю Гессе. Забезпечує швидку (квадратичну) збіжність поблизу екстремуму. Вимагає обчислення других похідних і може бути чутливим до початкових умов.	2
Тема 10.Метод кубічної апроксимації	2

Вивчається метод уточнення мінімуму функції шляхом побудови кубічної інтерполяційної моделі. Використовує значення функції та її похідних у кількох точках. Забезпечує високу точність локального пошуку екстремуму.	
Загальна кількість годин	**20**

Практичні заняття

За наявності

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти *a*
Тема 1. Алгоритм Свена У практичній роботі виконується постановка задачі оптимізації та визначення області пошуку екстремуму. Реалізується алгоритм Свена для знаходження інтервалу, що містить мінімум функції.	2	0,5
Тема 2. Метод золотого перетину Здійснюється чисельна реалізація методу для одновимірної мінімізації функції. Проводиться послідовне звуження інтервалу та оцінка точності результату. Порівнюється ефективність методу за кількістю обчислень.	2	0,5
Тема 3.Метод рівномірного пошуку Виконується пошук мінімуму функції шляхом перебору значень із заданим кроком. Досліджується вплив величини кроку на точність і швидкість обчислень.	2	0,5
Тема 4.Метод Хука–Джівса (метод конфігурацій) Реалізується ітераційний процес багатовимірної оптимізації без використання похідних. Виконується дослідний і шаблонний пошук для знаходження напряму покращення. Аналізується збіжність методу для різних функцій.	2	1
Тема 5.Метод Нелдера–Міда (метод деформованого багатогранника) Будується початковий симплекс і реалізуються операції його деформації (відбиття, стискання, розтягнення). Визначається мінімум функції в багатовимірному просторі.	2	1
Тема 6.Метод Пауелла (квадратичної апроксимації) Виконується оптимізація функції без похідних із використанням послідовних пошуків уздовж напрямків. Формуються нові напрямки на основі попередніх ітерацій. Оцінюється швидкість збіжності методу.	2	1
Тема 7.Метод середньої точки Реалізується поділ інтервалу та визначення положення мінімуму за значенням функції в середині. Проводиться уточнення інтервалу пошуку.	2	1
Тема 8.Метод градієнтного спуску з постійним кроком Виконується розрахунок градієнта функції та рух у напрямку найшвидшого спуску. Досліджується вплив величини кроку на збіжність алгоритму. Проводиться чисельна реалізація для тестових функцій.	2	1,5
Тема 9.Метод Ньютона–Рафсона Реалізується метод другого порядку з використанням похідних і матриці Гессе. Виконується ітераційне уточнення положення	2	1,5

мінімуму. Порівнюється швидкість збіжності з градієнтними методами.		
Тема 10.Метод кубічної апроксимації Будується кубічна модель функції на основі значень і похідних у кількох точках. Виконується уточнення положення мінімуму. Оцінюється точність і ефективність методу в локальному пошуку.	2	1,5
Загальна кількість годин	**20**	$\sum_{i=1}^{n} a_i = 10$

Лабораторні заняття

Не передбачені

Контрольні роботи

Не передбачені

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (за наявності).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Метод дихотомії (бінарного пошуку) Розглядається одновимірний метод мінімізації з послідовним звуженням інтервалу за допомогою двох близьких точок. Аналізується точність та швидкість збіжності методу. Порівнюється з методом золотого перетину.	2
Тема 2. Метод Фібоначчі Вивчається метод оптимізації, що використовує числа Фібоначчі для ефективного звуження інтервалу пошуку. Забезпечує мінімальну кількість обчислень функції. Порівнюється з іншими інтервальними методами.	2
Тема 3.Метод найшвидшого спуску (з оптимальним кроком) Розглядається градієнтний метод, у якому на кожній ітерації визначається оптимальний крок уздовж напряму антиградієнта. Аналізується покращення збіжності порівняно з постійним кроком. Використовується для гладких функцій.	2
Тема 4.Метод спряжених градієнтів Вивчається ефективний метод для багатовимірної оптимізації, особливо для квадратичних функцій. Формуються взаємно спряжені напрямки пошуку. Забезпечує швидку збіжність без обчислення матриці Гессе.	4
Тема 5.Квазі-ньютонівські методи (метод Бройдена–Флетчера–Гольдфарба–Шанно, BFGS) Розглядаються методи, що апроксимують матрицю Гессе без її прямого обчислення. Забезпечують високу швидкість збіжності при помірних обчислювальних витратах. Широко застосовуються в інженерних задачах.	4
Тема 6.Методи умовної оптимізації (метод множників Лагранжа) Вивчається підхід до оптимізації за наявності обмежень. Формується функція Лагранжа та визначаються стаціонарні точки. Аналізуються умови екстремуму.	4

Тема 7.Метод штрафних функцій Розглядається перетворення задачі з обмеженнями в безумовну шляхом додавання штрафних доданків. Аналізується вплив коефіцієнтів штрафу на точність розв'язку. Використовується для чисельної реалізації складних задач.	4
Тема 8.Генетичні алгоритми в оптимізації Вивчаються еволюційні методи пошуку оптимальних рішень. Розглядаються оператори відбору, схрещування та мутації. Ефективні для задач із багатьма локальними екстремумами.	4
Тема 9.Метод імітації відпалу (SimulatedAnnealing) Аналізується стохастичний метод глобальної оптимізації, що моделює процес охолодження матеріалів. Дозволяє уникати застрягання в локальних мінімумах. Застосовується для складних нелінійних задач.	4
Тема 10.Багатокритеріальна оптимізація Розглядаються задачі з кількома цільовими функціями. Вивчається поняття Парето-оптимальності та компромісних рішень. Аналізуються методи згортки критеріїв.	4
Загальна кількість годин	**34**

Тематикаіндивідуальних завдань

За наявності

Розрахункова робота є індивідуальним завданням студента, спрямованим на закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок розв'язання задач оптимізації. Робота передбачає постановку задачі, вибір і обґрунтування методу оптимізації, виконання чисельних розрахунків та побудову графічних залежностей.Строк виконання — протягом навчального семестру з поетапним контролем (вибір теми, проміжні результати, завершене оформлення) та обов'язковим захистом. Індивідуальні варіанти завдань видаються викладачем.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Оптимізація параметрів гідроприводу робочого органу транспортно-технологічної машини Передбачається визначення оптимальних параметрів (тиску, витрати, діаметра гідроциліндра) з метою мінімізації енергоспоживання або часу робочого циклу. Використовуються методи одновимірної або багатовимірної оптимізації (наприклад, градієнтні або безградієнтні методи). Проводиться аналіз впливу параметрів на ефективність системи.
Тема 2. Оптимізація режимів роботи відцентрового насоса в гідросистемі машини Розглядається підбір оптимальної робочої точки насоса (подача–напір) для забезпечення максимального ККД системи. Застосовуються методи пошуку екстремуму функції ефективності. Виконується побудова характеристик і аналіз режимів роботи.
Тема 3.Оптимізація геометричних параметрів трубопроводу транспортної системи Задача полягає у визначенні оптимального діаметра та довжини трубопроводу з урахуванням мінімізації втрат напору та вартості. Використовуються методи одновимірної оптимізації. Аналізується компроміс між енергетичними та конструктивними параметрами.
Тема 4.Оптимізація кінематичних параметрів приводу механізму підйому Передбачається визначення оптимальної швидкості, прискорення та передаточного відношення приводу для забезпечення мінімального часу циклу або енергоспоживання. Використовуються методи багатовимірної оптимізації. Проводиться оцінка впливу параметрів на продуктивність і навантаження елементів.
Загальна кількість годин **46**

Неформальна освіта

До неформальної освіти відносяться: професійні курси/тренінги, громадянська освіта, онлайн освіта, професійні стажування тощо. Зарахування результатів навчання, набутих у неформальній освіті розповсюджується як на нормативні, так і на вибіркові навчальні дисципліни/освітні компоненти. Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). Надати перелік рекомендованих професійних курсів/тренінгів, стажувань тощо (за наявності).

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Шелудько Г.А., Науменко В.В., Стрельнікова О.О. Методи розв'язання задач оптимізації: Конспект лекцій. - Харків: УкрДАЗТ, 2016. - 50 с..
2. Попов Ю.Д., Тюптя В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. Навчальний електронний посібник для студентів спеціальностей "Прикладна математика", "Інформатика", "Соціальна інформатика". – Київ: Електронне видання. Ел. бібліотека факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2017.–215 с.

Додаткова література

1. Основи теорії оптимізації [Електронний ресурс] : метод. вказівки до лаб. робіт з курсу : для студ. спец. 133 "Галузеве машинобудування" та для студ. спец. 274 "Автомобільний транспорт" / Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" ; уклад.: В. Б. Самородов, А. П. Кожушко, В. М. Шевцов. - Електрон. текстові дан. - Харків : НТУ "ХПІ", 2018. - 56 с.
2. Методи одновимірної оптимізції: 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.

Інформаційні ресурси

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальнимлектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх виднавчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повиннавідображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їхвагових показниківk:

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,7	-	0,3	-

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$.Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.
Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + К \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: $П$– середньозважена середня оцінка за поточний контроль
$І$– оцінка за виконання індивідуального завдання
$К$– середньозважена оцінка за контрольні роботи

Пк– оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \ldots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^{n} a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \ldots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^{m} b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П,*К*, *І*,…) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої *О* з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національнаоцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.
Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

Погодження

Силабус погоджено 30.08.2025 **Завідувач кафедри**
Олексій РЕБРОВ

30.08.2025 **Гарант ОП**
Олександр ОСТРОВЕРХ