



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут гідротехнічного будівництва та цивільної інженерії

Кафедра машинобудування

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

ОК4 ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ І КОНСТРУКЦІЙ

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	13	Механічна інженерія
Спеціальність	133	Галузеве машинобудування
Освітня програма	Будівельна техніка та автомобілі	
Обсяг дисципліни	4,0 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	Розрахунково-графічна робота	
Форми семестрового контролю	іспит	

Викладач: Жданов Олександр Олександрович, к.т.н., доцент кафедри машинобудування, ajdanow1945@gmail.com, zhdanov45@rambler.ru.

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ПОНЯТТЯМИ, МЕТОДАМИ, ПРОЦЕДУРАМИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ТА КОНСТРУКЦІЙ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗДОБУВАЮТЬ НАВИЧКИ СКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ, РЕДАГУВАННЯ ПІДПРОГРАМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ (ПК) ОПТИМІЗАЦІЇ «ОРТ» І РІШЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ НА КОМП'ЮТЕРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПК "ОРТ".**

Наприклад: Складання математичної моделі системи, що оптимізується.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: Інженерна графіка, Фізика, Вища математика, Теоретична механіка, Математичні методи рішення інженерних задач, Опір матеріалів, Деталі машин, Будівельна механіка та металоконструкції машин

Метою викладання навчальної дисципліни «**Оптимальне проектування механічних систем і конструкцій**» є розвинення у студента навичок оптимізувати механічні системи та конструкції за допомогою комп'ютерної техніки, використовуючи сучасні інженерні методики проектування, чисельні методи механіки, математики та моделювання, а також підвищить його обізнаність в галузі сучасних комп'ютерних технологій.

Метою дисципліни є формування у майбутніх спеціалістів основних **професійних компетентностей**:

ІК. Інтегральна компетентність магістра зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» - здатність розв'язувати складні задачі та проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

ЗК1 Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2 Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, використовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК9 Здатність працювати в команді та самостійно

ФК 1 Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема в умовах технічної невизначеності.

ФК 2 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.

ФК 6 Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

ФК 7 Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК 9 Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці, забезпечувати екологічну чистоту роботи підприємства.

ФК 10 Здатність застосовувати норми галузевих стандартів.

ФК 11 Здатність керувати проектами та оцінювати їхні результати.

ФК 12 Здатність врахувати людський фактор в сфері галузевого машинобудування.

Програмні результати навчання:

ПРН-1 Застосовувати, використовувати сучасні інформаційні і комунікаційні технології для розв'язання практичних завдань.

ПРН-3 Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, аналізувати і оцінювати її.

ПРН-4 Вміння працювати з різними джерелами технічної інформації на фізичних і електронних носіях, зокрема, іноземною мовою.

ПРН-6 Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

ПРН-7 Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

ПРН-9 Вміння працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети.

ПРН-10 Знання і розуміння мікропроцесорної техніки, систем автоматичного і автоматизованого керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування.

ПРН-11 Демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках.

ПРН-12 Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань.

ПРН-13 Вміння створювати та супроводжувати необхідну конструкторську та технологічну документацію.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Будівельна техніка та автомобілі»:

студенти повинні знати:

- класифікацію задач оптимального проектування механічних систем;
- класифікацію методів вирішення задач оптимального проектування механічних систем і конструкцій;
- призначення і можливості програмного комплексу «opt» для вирішення прикладних завдань оптимізації механічних систем;

студенти повинні розуміти:

- необхідність оптимізації проектних рішень на всіх стадіях розробки;

студенти повинні володіти:

- методами постановки і рішення задач оптимізації механічних систем;

- на рівні користувача програмним комплексом «opt» для вирішення простих оптимізаційних завдань;

студенти повинні вміти:

- оцінити необхідність і складність вирішення завдань оптимізації при проектуванні механічних систем і конструкцій;
- аналізувати механічні системи з метою вибору змінних проектування, критеріїв якості, призначення обмежень в задачах оптимізації проєктованих систем;
- обґрунтовано вибрати метод вирішення задач оптимізації.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практичні	лабораторні	самостійна
1,2,3	Етапи оптимального проектування механічних систем та конструкцій	6	6	—	20
4,5,6	Склярна оптимізація, загальна постановка задач оптимального проектування	6	6	—	20
7,8	Векторне оптимальне проектування (багатокритеріальна оптимізація)	4	4	—	20
9,10	Програмний комплекс «opt» для вирішення задач оптимального проектування, методика розв'язання задач	4	4	—	20
	Всього	20	20	—	80

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання «іспиту» за навчальною дисципліною «Оптимальне проектування механічних систем і конструкцій» складає 60 та 100 балів відповідно, і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Засоби оцінювання	Кількість у семестрі		
Розрахунково-графічна робота	1	10	20
Практичні роботи (виконання та захист)	4	14	20
Контроль знань:			
Поточний контроль знань (стандартизовані тести)	2	12	20
Підсумковий (семестровий) контроль знань – іспит	1	24	40
Разом		60	100

Розрахунково-графічна робота. Навчальним планом передбачено виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Оптимальне проектування механічних систем і конструкцій». Розрахунково-графічну роботу передбачено з розділі «Скалярна оптимізація». В цій роботі студенту необхідно вирішити на комп'ютері за допомогою програмного комплексу «opt» чотири розрахункових задачі на скалярну оптимізацію і по одній тестовій на скалярну і векторну оптимізацію. Для кожної задачі потрібно відредагувати підпрограми ПК «opt» «Введення вихідних даних» і «Математична модель задачі», виконати і протокольнo оформити рішення задачі. Зміст розрахунково-графічної роботи пов'язаний із закріпленням теоретичних і практичних питань навчальної програми дисципліни «Оптимальне проектування механічних систем і конструкцій», і складається з розрахунково-пояснювальної записки (формат А-4) і 15-20 сторінок.

Більш детальну інформацію наведено у методичних вказівках до виконання розрахунково-графічної роботи [2].

Два рази за семестр проводяться експрес контроль знань – **стандартизовані тести** (20 тестових питань), наприклад

1. Хто вибирає, призначає критерії якості?

- а) проектувальник;
- б) головний конструктор;
- в) рядовий конструктор;
- г) особа, яка приймає рішення;

2 При вирішенні яких задач використовують узагальнений критерій якості?

- а) задача векторної оптимізації;

- б) задача скалярної оптимізації;
- в) задача проектування стислій стійки;
- г) задача проектування бака заданого об'єму

Підсумковий контроль знань проводиться у вигляді письмового іспиту. Завдання іспиту складається з двох теоретичних питань та задачі по тематиці навчальної дисципліни.

Перелік питань до іспиту:

1. Розкрийте значення і зміст оптимізації при проектуванні машин, пристроїв.
2. Назвіть і дайте характеристику вимог, що пред'являються до проєктованих механічних систем?
3. Що собою являє допустиме проєктне рішення? Яке проєктне рішення називається оптимальним?
4. Хто вибирає, призначає критерії якості? Дайте характеристику можливих критеріїв якості.
5. Назвіть етапи оптимального проектування механічних систем і конструкцій.
6. На які види впливів розраховуються механічні системи? Дайте характеристику силових впливів.
7. Розкажіть про різноманітність постановок задач оптимізації механічних систем.
8. Розкрийте поняття критерію якості. Які критерії якості застосовують при проектуванні механічних систем і конструкцій? Як класифікують оптимізаційні завдання по числу критеріїв якості?
9. Що таке змінна проектування? Що може бути прийнято за змінну проектування при оптимізації механічних систем?
10. Поняття, види, суть використовуваних обмежень в задачі оптимального проектування машин.
11. Обмеження активні і пасивні? Які обмеження в математичній моделі оптимізації називаються активними і про що можна судити за величиною обмеження, аписаного в стандартному (нормованому) вигляді?
12. Назвіть і запишіть групи функцій, що становлять математичну модель задачі оптимального проектування механічних систем.
13. Що називається простором змінних проектування?
14. Що таке область допустимих рішень?
15. Що таке глобальний оптимум функції? Глобальний максимум і глобальний мінімум?
16. Що таке локальний оптимум функції? Локальний максимум і локальний мінімум?

17. Назвіть і дайте характеристику групам функцій математичної моделі задачі оптимізації.
18. Що собою являє рішення задачі оптимізації механічної системи?
19. Перерахуйте види класифікацій задач оптимізації механічних систем.
20. Скалярная оптимізації. Метод класичного матаналізу. Математичні моделі задач безумовної та умовної оптимізації.
21. Скалярная оптимізації. Метод варіаційного обчислення. Метод Ейлера.
22. Скалярная оптимізації. Метод варіаційного обчислення. Прямі методи.
23. Запишіть математичну модель лінійного програмування. Які оптимізаційні завдання раціонально вирішувати методами програмування?
24. Розкажіть про геометричний спосіб розв'язання задачі лінійного програмування на прикладі оптимізації розподілу ресурсів.
25. Для вирішення яких оптимізаційних задач застосовують методи нелінійного програмування?
26. Охарактеризуйте прямі і непрямі методи пошуку локального оптимуму.
27. До якого типу відносяться комп'ютерні методи пошуку локального оптимуму в цільовій функції задачі оптимізації?
28. Суть методу простого перебору пошуку локального оптимуму цільовій функції.
29. Поясніть метод «золотого перетину» пошуку локального оптимуму цільовій функції.
30. Метод покоординатного спуску пошуку локального мінімуму цільовій функції.
31. Викладіть метод найшвидшого спуску О.Коші пошуку локального мінімуму цільовій функції.
32. Класифікація та характеристика методи пошуку локального оптимуму цільовій функції задачі оптимізації.
33. Розкажіть про суть методу простого перебору пошуку локального оптимуму цільовій функції.
34. Розкажіть про метод покоординатного спуску пошуку локального мінімуму цільовій функції.
35. Викладіть метод найшвидшого спуску О.Коші пошуку локального мінімуму цільовій функції.
36. Методи пошуку глобального оптимуму. Метод поетапного скануванням зі зменшенням кроку по сітці.
37. Методи пошуку глобального оптимуму. Метод спрямованого скануванням на детермінованою сітці.
38. Пошук глобального оптимуму методом зондування простору змінних проектування.

39. Точність пошуку глобального оптимуму методом зондування простору змінних проектування.
40. Діалогова система комп'ютерної оптимізації.
41. Метод узагальненого критерію якості. Переваги і недоліки методу.
42. Метод послідовних поступок. Переваги і недоліки методу.
43. Парето-оптимізація або вибір ефективних рішень.
44. Таблиця статистичних випробувань і впорядкована таблиця статистичних випробувань в методі Парето-оптимізації?
45. Перелічіть і поясніть етапи методу Парето-оптимізації.
46. Коротка характеристика ПК «opt»: кількість варіантів проектування, змінних проектування, число обмежень, критеріїв якості в задачах векторної оптимізації.
47. Який метод пошуку оптимуму покладено в основу ПК «opt»?

Рекомендовані джерела інформації

1. Павленко, П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів [Текст]: навч. посіб..— К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. — 201 с.
2. Дубовой, В. М. Моделювання та оптимізація систем[Текст] : підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усова. — Вінниця : ПП «ТД Едельвейс», 2017. — 804 с.
3. Жданов О. О. Оптимальне проектування механічних систем та конструкцій [Текст] : конспект лекцій для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Будівельна техніка та автомобілі» підготовки магістрів із галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 133– Галузеве машинобудування / О. О. Жданов ; Одеська державна академія будівництва та архітектури. – Одеса : ОДАБА, 2021. – 88 с.
4. Жданов О. О. Оптимальне проектування механічних систем та конструкцій [Текст] : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Будівельна техніка та автомобілі» підготовки магістрів із галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування / О. О. Жданов ; Одеська державна академія будівництва та архітектури. – Одеса : ОДАБА, 2021. – 32 с
5. Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів які навчаються за освітньо-науковою програмою магістерської підготовки, спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжинирінг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів» / В. Ю. Щербина; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 77 с.

6. Пацера С.Т. Конспект лекцій з дисципліни «Системно-структурна оптимізація процесів обробки на верстатах з ЧПК» / Пацера С.Т., Проців В.В.; Нац. техн. ун-т., каф. технологій машинобудування та матеріалознавства. – Д. : НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 91 с.