Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми/
_____ О.М. Гнитько
(підпис)
«____» _____ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи оптимізації конструкцій
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерний інжиніринг»,
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Московська Н.М., доцент кафедри теоретичної механіки,
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)
машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н. _____
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 202 - теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)
протокол № 11 від «30» 06 2021 р.

Завідувач кафедри 202 д.т.н., проф. _____ О.О. Баранов
(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,5</td><td rowspan="11">Галузь знань
13 «Механічна інженерія»
(шифр та найменування)

Спеціальність
133 «Галузеве машинобудування»
(код та найменування)

Освітня програма
«Комп’ютерний інжиніринг»
(найменування)

Рівень вищої освіти:

перший (бакалаврський)</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 2</td><td>Навчальний рік</td></tr>
<tr><td>Кількість змістовних модулів – 2</td><td>2021/2022</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання СМОК
(назва)</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 72/165</td><td>3-й – скорочений термін навчання 2 роки 10 місяців;
5-й – нормативний термін навчання 3 роки 10 місяців</td></tr>
<tr><td>Лекції 1)</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4,5
самостійної роботи студента – 5,8</td><td>32 годин</td></tr>
<tr><td>Практичні, семінарські1)</td></tr>
<tr><td>40 годин</td></tr>
<tr><td>Лабораторні 1)</td></tr>
<tr><td>_0_ годин</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>93 годин</td></tr>
<tr><td>Вид контролю</td></tr>
<tr><td>модульний контроль, іспит</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 72/93.

[1)] Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння студентами основ теоретичних знань і практичних навиків використання математичних моделей і числових методів для вирішення задач оптимізації, що виникають під час життєвого циклу виробу машинобудівної галузі, а також знайомство з сучасними напрямками розвитку методів оптимізації. У цілому матеріал курсу орієнтовано на вміння правильно класифікувати конкретну прикладну задачу, та находити найбільш підходящий метод вирішення та реалізовувати його у вигляді алгоритму..

Завдання: формування базових знань в галузі оптимізації, придбання навиків постановки задач оптимізації, що виникають при вирішенні інженерних задач, та оволодіння аналітичними та числовими методами вирішення прикладних задач оптимізації.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.

ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК9. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність працювати в команді

Фахові компетенції:

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..

ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК5. Здатність застосовувати комп’ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання 8 доступних даних.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК10. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв’язувати складні задачі і практичні проблеми підвищування якості продукції та її контролювання.

Очікувані результати навчання:

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

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

РН8) Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання

РН13) Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування.

Пререквізити – «Вища математика», «Програмування та методи обчислень»

Кореквізити – Дипломний проект бакалавра

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль №1 ***Методи лінійного програмування при вирішенні інженерних оптимізаційних задач***

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Сучасні методи оптимізації конструкцій».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Сучасні методи оптимізації конструкцій». Використання методів оптимізації в інженерній практиці. Структура оптимізаційних задач. Побудова моделей.

ТЕМА 2. Методи лінійного програмування.

Питання класифікації та специфіки. Постановка задач лінійного програмування. Приклади задач. Геометрична інтерпретація рішення. Симплекс-метод. Теоретичні основи симплекс-методу. Приклади розв'язання задач симплекс-методом. Метод штучних підставних. Приклади розв'язання задач. Транспортна задача, метод потенціалів. Приклади розв'язання задач.

ТЕМА 3. Практичне використання методів лінійного програмування при вирішенні інженерних задач.

Задача про суміш. Задача про оптимальний розкрій матеріалу. Задачі розподілу. Задачі про розміщення обладнання. Загальна планово виробнича задача. Проблема створення графіків. Дилема: швидко але дорого, або повільно але дешево. Вибір раціональної системи допусків. Методи вибору раціональних конструктивно-силових схем: порівняння різних варіантів; вирішення задач лінійного програмування по раціональному розподіленню конструкційного матеріалу Планування виробництва та перевезень. Проблема вузьких місць. Задача цілерозподілення.

Модульний контроль

Змістовний модуль №2 ***Методи нелінійного програмування при вирішенні інженерних оптимізаційних задач***

ТЕМА 1. Методи нелінійного програмування (безумовна оптимізація)

- Методи вирішення задач нелінійного програмування. Безумовна оптимізація функції однієї підставної. Метод ділення відрізків навпіл. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначі. Методи з використанням похідних. Безумовна оптимізація функції кількох підставних (Метод Хука-Дживса, метод Ньютона, градієнтні методи).

ТЕМА 2. Методи нелінійного програмування (умовна оптимізація)

Методи вирішення задач умовної оптимізації. Метод множників Лагранжа. Умови Куна-Такера. Градієнтні методи: метод Франка-Вульфа, метод штрафних функцій, метод Ерроу-Гурвиця. Метод випадкового пошуку

ТЕМА 3. Вирішення задач оптимізації за допомогою комп'ютерних програм

Вирішення задач оптимізації за допомогою програми MathCAD. Вирішення задач оптимізації в пакеті Maple. Використання Microsoft Excel для вирішення задач оптимізації. Вирішення задач оптимізації за допомогою програми MATLAB

Модульний контроль

Модуль 2.

Розрахунково графічна робота на тему «Оптимізація елементів силових конструкції»

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль №1 ***Методи лінійного програмування при вирішенні інженерних оптимізаційних задач***					
ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Сучасні методи оптимізації конструкцій».	14	2	2	-	10
ТЕМА 2. Методи лінійного програмування.	22	6	6	-	10
ТЕМА 3. Практичне використання методів лінійного програмування при вирішенні інженерних задач.	24	8	6	-	10
Модульний контроль 1	2	-	2	-	-
Разом за змістовним модулем 1	62	16	16	-	30
Змістовний модуль №2 ***Методи нелінійного програмування при вирішенні інженерних оптимізаційних задач***					
ТЕМА 1. Методи нелінійного програмування (безумовна оптимізація)	20	4	6	-	10
ТЕМА 2. Методи нелінійного програмування (умовна оптимізація)	20	4	4	-	10
ТЕМА 3. Вирішення задач оптимізації за допомогою комп’ютерних програм	28	8	12	-	10
Модульний контроль 2	2	-	2	-	-
Разом за змістовним модулем 2	70	16	24	-	30
Усього годин	132	32	40	-	60
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	31	-	-	-	31
Контрольний захід	2	-	-	-	2
Усього годин	165	32	40	-	93

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади оптимізаційних задач, побудова цільової функції	2
2	Геометричний метод вирішення задач оптимізації	2
3	Симплекс метод	2
4	Транспортна задача	2
5	Вирішення задач лінійного програмування; по раціональному розподіленню конструкційного матеріалу	2
6	Задача про оптимальний розкрій матеріалу.	2
7	Вибір раціональної системи допусків.	2
8	Модульна робота №1	2
9	Метод виключення інтервалів.	2
10	Методи з використанням похідних	4
11	Метод покоординатного спуску	2
12	Метод найменших квадратів	2
14	Вирішення задач оптимізації за допомогою програми MathCAD.	2
15	Вирішення задач оптимізації в пакеті Maple.	2
16	Використання Microsoft Excel для вирішення задач оптимізації.	6
17	Вирішення задач оптимізації за допомогою програми MATLAB	2
18	Модульна робота №2	2
	Разом	40

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання методів оптимізації в інженерній практиці	2
2	Загальна і основна задачі лінійного програмування	4
3	Використання пакетів прикладних програм для вирішення задач лінійного програмування	4
4	Подвійні задачі лінійного програмування	4
5	Використання пакетів прикладних програм для післяоптимізаційного аналізу вирішення задачі	2
6	Функції однієї підставної	4
7	Метод крапкового оцінювання. Методи з використанням похідних	4
8	Функції декількох підставних	4
9	Порівняння методів та результатів експериментів	2
10	Підготовка задачі до вирішення	2
11	Вибір (побудова) оптимальної конструктивно-силової схеми	4
12	Вибір граничних умов при вирішенні конструкторських задач	4
13	Побудова цільової функції в залежності від критерію оптимізації	2
14	Вибір методу вирішення задачі оптимізації. Порівняння методів.	4
15	Вирішення задач оптимізації конструкцій за допомогою пакетів прикладних програм	4
16	Математичного програмування як засіб вирішення прикладних задач оптимізації	4
17	Методи оцінки отриманих результатів	4
18	Ефективність методів оптимізації при проектуванні конструкцій	2
19	Індивідуальне завдання «Сучасні методи оптимізації конструкцій»	31
20	Контрольний захід	2
	Разом	93

9. Індивідуальні завдання

Сучасні методи оптимізації конструкцій.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0…2	7	0…14
Модульний контроль	0…30	1	0…30
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0…2	8	0…16
Модульний контроль	0…30	1	0…30
Виконання і захист РГР		1	10
Всього за семестр			**0…100**

Білет для іспиту складається з трьох запитань: двох теоретичних максимальна кількість за кожне – 35 балів, та одного практичного – 30 балів (сума – 100 балів).

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати та всі практичні роботи, виконати домашнє завдання, та вододіючий необхідними знаннями для усунення помилок, що виникли при його виконанні та здати модульне тестування. Знати визначення сутності оптимізаційної задачі у інженерній практиці. Знати перелік методів вирішення оптимізацій них задач, що використовуються при проектуванні конструкцій.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання – розрахунково графічну роботу, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи у вигляді тестів. Показати систематичний характер знать по дисципліні. Володіти методами вирішення оптимізаційних задач, при проектуванні конструкцій.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни. Володіти методами вирішення оптимізацій них задач і особливостями їх вирішення на ЕОМ, при проектуванні конструкцій.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Сучасні методи оптимізації конструкцій" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. Г. М. Колоскова. - Харків, 2019. - 63 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_AA_Suchasn_Metodi.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою методів лінійного програмування: навч. посібник / М. Бєліков, А. Гуржій, В. Кігель, В. Самсонов. К.: ІСДО. 1994. 132 с.
2. Ладієва Л. Р. Оптимізація технологічних процесів. Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»». 2004. 192 с.
3. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): Навч. посібник. Львів: Світ. 2001. 232 с.
4. Хайліс Г. А., Коновалюк Д. М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. К.: НМК ВО, 1992. 320 с.

Допоміжна

1. Оптимизация в технике : учеб. пособие / В. Г. Ставиченко, С. М. Пургина ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2015. - 72 с.
2. Островский, Г. М. Оптимизация технических систем / Г. М. Островский, Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева. - М. : КноРус. –2012. - 422с.
3. Учаев П. Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева. - Старый Оскол: ТНТ. –2011. – 252с.
4. Аттетков, А. В. Методы оптимизации : учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. -Москва : РИОР : ИНФРА-М. 2013. - 270 с.|
5. Ларин Р.М., Плясунов А.В., Пяткин А.В. «Методы оптимизации. Примеры и задачи». Учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2009. – 272с.
6. Алексеева Е.В., Кутненко О.А., Плясунов А.В. «Численные методы оптимизации», НГУ, 2010. – 250с.

7. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 3 кн.: Учеб. для вузов / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков. – М.: Высш. шк., 2009 – 320с.
8. Оптимизация в технике : в 2 кн . Кн. 1 / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсдел. - М. - Мир, 2008. –352 с.
9. Оптимизация в технике : в 2 кн . Кн. 2 / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсдел. - М. - Мир, 2008. –320с
10. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов.- М.: Высш. шк. 2000. –319с.

15. Інформаційні ресурси

1. Оптимизация в примерах и задачах - http://www.itmm.unn.ru/files/2016/09/mo_in_exercises.pdf

2. Методы оптимизации в примерах - https://math.semestr.ru/optim/optim-examples.php

3. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD - https://books.ifmo.ru/book/2165/metody_optimizacii_v_primerah_v_pakete_MathCAD_15._chast_3._mnogomernaya_optimizaciya._analiticheskie_metody:_uchebnoe_posobie_.htm

4.https://education.khai.edu/department/202

5. https://k202.tilda.ws/