

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

Кафедра Математичного моделювання та штучного інтелекту (№ 304)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК

Гарант освітньої програми

 О. Г. Ніколаєв
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи оптимізації та дослідження операцій

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Системний аналіз і управління
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

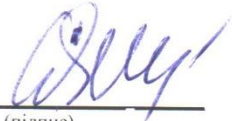
Харків 2021 рік

Робоча програма Методи оптимізації та дослідження операцій
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 124 «Системний аналіз»

освітньою програмою Системний аналіз і управління

«27» 08 2021 р., – 21 с.

Розробник: Яковлев С. В., професор каф. 304, д.ф.-м.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту

(назва кафедри)

Протокол № 2 від «27» 08 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

А.Г. Чухрай

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня-програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 8,5	<p>Галузь знань 12 «Інформаційні технології» (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність 124 «Системний аналіз» (код і найменування)</p> <p>Освітня програма Системний аналіз і управління (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки: обов'язкова	
Кількість модулів – 3		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 4		2021 / 2022	
Індивідуальне науково-дослідне завдання 1. РР «Економіко математичні моделі та методи оптимізації»		Семестр	
		5-й	6-й
Загальна кількість годин – 120/255		Лекції ¹⁾	
		32 год.	32 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,75 самостійної роботи студента – 4,21		Практичні, семінарські	
		8 год.	
		Лабораторні	
	16 год.	32 год.	
	Самостійна робота		
	79 год.	56 год.	
Вид контролю:			
	іспит	Іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить – 120 / 135.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшено або збільшено на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів, що сприятиме підвищенню рівня фундаментальної математичної і комп'ютерної підготовки.

Завдання: надання знань щодо суті та етапів дослідження операцій, основних принципів та прийомів математичного моделювання операцій, принципів підбору математичного та програмного забезпечення для практичної реалізації задач.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК-7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК-9 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації

ФК-5 Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування.

ФК-9 Здатність організовувати роботу з аналізу та проектуванню складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

ПРН 7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, прийняття рішень та вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

ПРН 8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів, та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів, процедур і операцій.

Міждисциплінарні зв'язки: для вивчення дисципліни Методи оптимізації та дослідження операцій необхідно володіти запасом знань таких дисциплін, як математичний аналіз, алгебра та геометрія, диференціальні рівняння, програмування, методи обчислень. В подальшому знання з дисципліни Методи оптимізації та дослідження операцій стануть основою для вивчення таких дисциплін, як «Методи цілочисельної оптимізації», «Системний аналіз та теорія прийняття рішень» та ін.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Теоретичні засади методів оптимізації

Тема 1. Введення в теорії оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Поняття локального і глобального екстремумів задачі. Задачі безумовної оптимізації. Необхідні та достатні умови екстремума. Задачі умовної оптимізації. Лінії рівня функції. Класична задача на умовний екстремум. Функція Лагранжа. Необхідні умови екстремума. Графічно-аналітичний метод ($n = 2$).

Тема 2. Опуклі множини. Опуклі функції. Теореми про властивості опуклих функцій. Задача опуклої оптимізації.

Тема 3. Диференційні умови оптимальності в задачах математичного програмування. Принцип Лагранжа. Етапи розв'язання задач математичного програмування.

Тема 4. Основи теорії подвійності. Вектор Куна-Таккера. Співвідношення двоїстості.

Тема 5. Класифікація задач математичного програмування. Задачі лінійної, квадратичної, опуклої, дискретної оптимізації.

Змістовий модуль 2

Чисельні методи оптимізації

Тема 6. Чисельні методи оптимізації. Основні поняття і означення. Збіжність чисельних методів оптимізації. Критерії зупинки. Абсолютна та відносна похибка.

Тема 7. Чисельні методи оптимізації функції однієї змінної. Оптимізація унімодальних функцій. Метод дихотомії. Метод золотого січення. Метод Фібоначчі.

Тема 8. Чисельні методи безумовної оптимізації. Методи спуску. Множина допустимих напрямків. Множина напрямків спадання функції. Основні теореми.

Тема 9. Градієнтні методи. Градієнтний метод із дробленням шагу. Метод найшвидшого спуску. Метод покоординатного спуску. Метод спряжених градієнтів.

Тема 10. Метод Ньютона. Квазі-ньютонівські методи.

Тема 11. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій.

Модуль 2

Змістовий модуль 3

Лінійне програмування

Тема 12. Задачі лінійного програмування. Форми запису задач лінійного програмування (ЛП), їх еквівалентність та способи перетворень. Властивості розв'язків задач ЛП. Геометрична інтерпретація та графічний метод розв'язування задач лінійного програмування.

Тема 13. Симплексний метод розв'язання задач лінійного програмування. Симплекс таблиця. Загальна ідея та побудова початкового опорного плану. Ознаки оптимальності опорного плану. Економічний сенс.

Тема 14. Подвійні задачі лінійного програмування. Квадратичне програмування. Еквівалентні форми запису.

Тема 15. Цілочисельне програмування. Основні поняття і означення. Огляд методів розв'язування задач. Метод гілок та границь. Методи Гоморі розв'язування задач цілочисельного програмування.

Тема 16. Транспортні задачі. Основні поняття і означення. Постановка транспортної задачі. Побудова опорних планів транспортних задач. Метод потенціалів розв'язування транспортних задач.

Тема 17. Задача про призначення. Основні поняття і означення. Постановка задачі про призначення. Угорський метод.

Змістовий модуль 4

Прикладні задачі та методи дослідження операцій

Тема 18. Елементи мережевого планування. Подання проектів за допомогою мереж. Критичний шлях і резерви часу. Завдання розподілу ресурсів. Оптимізація вартості проекту.

Тема 19. Елементи теорії масового обслуговування. Основні поняття і означення. Класифікація систем масового обслуговування. Опис і основні властивості вхідних потоків. Найпростіший потік. Елементи теорії марківських процесів. Класифікація марківських процесів. Марківські процеси з безперервним часом. Інтенсивність і граф переходів. Рівняння Чепмена-Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Операційні характеристики.

Тема 20. Динамічне програмування. Основні поняття і означення. Принцип Белмана. Динамічна неперервна задача. Динамічне програмування в інженерних мережах.

Тема 21. Управління запасами. Динамічні задачі розподілу ресурсів по однорідним та неоднорідним етапам.

Тема 22. Теорія ігор. Матричні антагоністичні ігри з нульовою сумою.

Нижня та верхня ціни гри, принцип мінімакса. Оптимальні змішані стратегії та їх властивості. Необхідні та достатні умови оптимальності змішаної стратегії. Методи розв'язування матричних ігор. Графоаналітичний метод. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Неперервні ігри. Ігри кількох гравців.

Модуль 3

РР «Економіко математичні моделі та методи оптимізації».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Теоретичні засади методів оптимізації					
Тема 1 Введення в теорії оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Поняття локального і глобального екстремумів задачі. Задачі безумовної оптимізації. Необхідні та достатні умови екстремуму. Задачі умовної оптимізації. Лінії рівня функції. Класична задача на умовний екстремум. Функція Лагранжа. Необхідні умови екстремуму. Графічно-аналітичний метод ($n = 2$).	12	4	2		6
Тема 2. Опуклі множини. Опуклі функції. Теорема про властивості опуклих функцій. Задача опуклої оптимізації.	12	4	2		6
Тема 3. Диференційні умови оптимальності в задачах математичного програмування. Принцип Лагранжа. Етапи розв'язання задач математичного програмування.	12	4	2		6
Тема 4. Основи теорії подвійності. Вектор Куна-Таккера. Співвідношення двоїстості.	7	2	1		4
Тема 5. Класифікація задач математичного програмування. Задачі лінійної, квадратичної, опуклої, дискретної оптимізації.	7	2	1		4
Разом за змістовим модулем 1	50	16	8		26
Змістовий модуль 2. Чисельні методи оптимізації					
Тема 6. Чисельні методи оптимізації. Основні поняття і означення. Збіжність чисельних методів оптимізації. Критерії зупинки. Абсолютна та відносна похибка.	8	2		2	4

1	2	3	4	5	6
Тема 7. Чисельні методи оптимізації функції однієї змінної. Оптимізація унімодальних функцій. Метод дихотомії. Метод золотого січення. Метод Фібоначчі.	14	4		2	8
Тема 8. Чисельні методи безумовної оптимізації. Методи спуску. Множина допустимих напрямків. Множина напрямків спадання функції. Основні теореми.	10	2		2	8
Тема 9. Градієнтні методи. Градієнтний метод із дробленням шагу. Метод найшвидшого спуску. Метод покоординатного спуску. Метод спряжених градієнтів.	18	4		2	12
Тема 10. Метод Ньютона. Квазі-ньютонівські методи.	17	2		3	12
Тема 11. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій.	14	2		3	9
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовим модулем 2	85	16		16	53
<i>Усього годин (5 семестр)</i>	<i>135</i>	<i>32</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>79</i>
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Лінійне програмування					
Тема 12. Задачі лінійного програмування. Форми запису задач лінійного програмування (ЛП), їх еквівалентність та способи перетворень. Властивості розв'язків задач ЛП. Геометрична інтерпретація та графічний метод розв'язування задач лінійного програмування.	8	2		2	4
Тема 13. Симплексний метод розв'язання задач лінійного програмування. Симплекс таблиця. Загальна ідея та побудова початкового опорного плану. Ознаки оптимальності опорного плану. Економічний сенс.	12	4		4	4
Тема 14. Подвійні задачі лінійного програмування. Квадратичне програмування. Еквівалентні форми запису.	6	2		2	2

1	2	3	4	5	6
Тема 15. Цілочисельне програмування. Основні поняття і означення. Огляд методів розв'язування задач. Метод гілок та границь. Методи Гоморі розв'язування задач цілочисельного програмування.	8	2		2	4
Тема 16. Транспортні задачі. Основні поняття і означення. Постановка транспортної задачі. Побудова опорних планів транспортних задач. Метод потенціалів розв'язування транспортних задач.	10	4		2	4
Тема 17. Задача про призначення. Основні поняття і означення. Постановка задачі про призначення. Угорський метод.	8	2		2	4
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовим модулем 3	54	16		16	22
Змістовний модуль 4. Прикладні задачі та методи дослідження операцій					
Тема 18. Елементи мережевого планування. Подання проектів за допомогою мереж. Критичний шлях і резерви часу. Завдання розподілу ресурсів. Оптимізація вартості проекту.	8	2		2	2
Тема 19. Елементи теорії масового обслуговування. Основні поняття і означення. Класифікація систем масового обслуговування. Опис і основні властивості вхідних потоків. Найпростіший потік. Елементи теорії марківських процесів. Класифікація марківських процесів. Марківські процеси з безперервним часом. Інтенсивність і граф переходів. Рівняння Чепмена-Колмогорова. Граничні ймовірності станів. Операційні характеристики.	10	4		4	2
Тема 20. Динамічне програмування. Основні поняття і означення. Принцип Белмана. Динамічна неперервна задача. Динамічне програмування в інженерних мережах.	8	2		2	4

Тема 21. Управління запасами. Динамічні задачі розподілу ресурсів по однорідним та неоднорідним етапам.	8	2		2	4
1	2	3	4	5	6
Тема 22. Теорія ігор. Матричні антагоністичні ігри з нульовою сумою. Нижня та верхня ціни гри, принцип мінімакса. Оптимальні змішані стратегії та їх властивості. Необхідні та достатні умови оптимальності змішаної стратегії. Методи розв'язування матричних ігор. Графоаналітичний метод. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Неперервні ігри. Ігри кількох гравців.	20	6		4	10
Модульний контроль	2			2	
Разом за змістовим модулем 4	54	16		16	22
Модуль 4					
Розрахункова робота «Економіко математичні моделі та методи оптимізації»	12				12
<i>Усього годин (6 семестр)</i>	<i>120</i>	<i>32</i>		<i>32</i>	<i>56</i>
<i>Усього годин</i>	<i>255</i>	<i>64</i>	<i>8</i>	<i>48</i>	<i>135</i>

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма навчання
	Модуль 1 Змістовий модуль 1. Теоретичні засади методів оптимізації	
1.	Пошук локального і глобального екстремумів задачі. Задачі безумовної оптимізації. Необхідні та достатні умови екстремума. Постановка задачі умовної оптимізації.	2
2.	Задачі опуклої оптимізації. Застосування теореми про властивості опуклих функцій.	2

3.	Етапи розв'язання задач математичного програмування.	2
4	Практичне застосування теорії подвійності.	1
5	Класифікація задач математичного програмування: задачі лінійної, квадратичної, опуклої, дискретної оптимізації.	1
	Разом (5 семестр)	8
	Усього годин	8

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	2	3
2	Змістовий модуль 2. Чисельні методи оптимізації	
...	1. Збіжність чисельних методів оптимізації. Критерії зупинки. Абсолютна та відносна похибка.	2
	2. Оптимізація унімодальних функцій. Метод дихотомії. Метод золотого січення. Метод Фібоначчі. Метод квадратичної апроксимації (парабол). Метод Ньютона, метод секущих.	2 4
	3. Чисельні методи безумовної оптимізації. Методи спуску.	3
	4. Градієнтні методи. Метод найшвидшого спуску. Метод покоординатного спуску. Метод спряжених градієнтів.	3
	5. Метод Ньютона. Квазі-ньютонівські методи.	
	6. Чисельні методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій та бар'єрних функцій.	
	Разом (5 семестр)	16
3	Змістовий модуль 3. Лінійне програмування	
...	1. Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування.	4
	2. Застосування симплекс-методу для розв'язання задач лінійного програмування.	4
	3. Метод гілок та границь. Методи Гоморі розв'язування задач цілочисельного програмування.	4
	4. Транспортні задачі. Метод потенціалів розв'язування транспортних задач.	4
	5. Задача про призначення. Угорський метод.	
4	Змістовий модуль 4. Прикладні задачі та методи дослідження операцій	
	6. Завдання розподілу ресурсів. Оптимізація вартості проекту.	8
		8

	7. Застосування методів розв'язування матричних ігор. Графоаналітичний метод. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Неперервні ігри. Ігри кількох гравців.	
	Разом(бсеместр)	32
	Усього годин	48

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Задачі одновимірної оптимізації. Необхідні й достатні умови оптимальності. Методи без використання похідних. Методи інтерполяції. Розробка програм в середовище Python. Використання вбудованих функцій.	12
2	Задачі одновимірної оптимізації.. Методи першого порядку. Недоліки и переваги методів. Розробка програм в середовище Python. Використання вбудованих функцій.	13
3	Чисельні методи безумовної оптимізації. Методи спуску. Множина допустимих напрямків. Множина напрямків спадання функції. Яружні ситуації.	14
4	Багатовимірна оптимізація без використання похідних. Метод Хука-Дживса. Метод Нелдера-Міда.	12
5	Методи Ньютона. Модифікації. Наближене обчислення довжини кроку.	14
6	Умовна оптимізація. Застосування теореми Куна-Такера.	14
	Усього самостійної роботи (5 семестр)	79
1	Подання проектів за допомогою мереж. Критичний шлях і резерви часу. Завдання розподілу ресурсів. Оптимізація вартості проекту.	6
2	Застосування симплекс-методу для розв'язання задач лінійного програмування. Застосування пакету EXCEL	8
3	Елементи теорії марківських процесів. Класифікація марківських процесів. Марківські процеси з безперервним часом.	6
4	Метод гілок та границь. Особливості використання.	8
5	Транспортна задача . Використання ППП та пакету EXCEL.	8
6	Застосування методів розв'язування матричних ігор. Графоаналітичний метод. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Неперервні ігри. Ігри кількох гравців.	8
7	РР «Економіко математичні моделі та методи оптимізації».	12
	Усього самостійної роботи (6 семестр)	56
	Разом	135

8. Індивідуальні завдання

1. Засвоєння лекційного матеріалу , пошук літератури та електронних джерел інформації.
2. Підготовка до практичних занять, лабораторних робіт.
3. Виконання розрахункової роботи.
4. Підготовка до атестацій – захисту лабораторних робіт, модульного контролю, захисту розрахункової роботи, заліку, екзамену.
5. Вивчення тем, винесених на самостійне опрацювання.

9. Методи навчання

1. Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод: та метод проблемного виконання (лекція).
2. Репродуктивний (лабораторні роботи).
3. Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький: (самостійна робота та виконання РР, курсової роботи).

Дисципліна «Методи оптимізації та дослідження операцій» передбачає лекційні (в т. ч. з використанням мультимедійного обладнання) і лабораторні заняття під керівництвом викладача та самостійну роботу студента за підручниками і матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники і мережеві ресурси), що забезпечує закріплення теоретичних знань, сприяє набуттю практичних навичок і розвитку самостійного наукового мислення. Передбачено регулярні індивідуальні консультації.

10. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних і підсумкових контролів. У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання практичних і лабораторних робіт, уміння самостійно проробляти тексти складання конспектів, написання звітів, рефератів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал. Перед підсумковим контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати придбані знання, уміння сформулювати своє відношення до проблеми, що впливає зі змісту дисципліни.

11. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

11.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0..6	5	0..30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0..10	4	0..40
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...10	2	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з трьох запитань, два практичних та одне теоретичне. Максимальна кількість балів за кожне практичне запитання 40 балів, за теоретичне 20 балів.

11.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- найбільш широко використовувані класи моделей (завдання лінійного, нелінійного, динамічного програмування, антагоністичні, позиційні ігри) і методи їх вирішення;
- правила побудови математичних моделей задач оптимізації;
- класифікацію задач оптимізації;
- основні типи економіко-математичних моделей, що застосовуються для вироблення і прийняття управлінських рішень;
- застосування пакетів MathCAD, MATLAB для рішення задач;
- Застосування мови програмування Python для розв'язання оптимізаційних задач.

вміти:

- формувати постановку економіко-математичної моделі на основі якісного аналізу об'єкта дослідження;
- проводити аналіз отриманого рішення з метою виявлення області його стійкості, а також визначення можливих змін в управлінських заходах при зміні внутрішніх і зовнішніх факторів;
- володіти алгоритмом методу, вміти скласти програму на одній з мов програмування, використовувати готове ПЗ;
- проводити необхідні обчислення і аналіз отриманих результатів;

володіти:

- методами розв'язування математичних моделей професійних завдань; здатністю реалізовувати математичні моделі за допомогою засобів інформаційні технології.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
0 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

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

11. Методичне забезпечення

1. [Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Методи оптимізації та дослідження операцій" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. С. В. Яковлев. - Харків, 2019. - 204 с - \[http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Dzherel_Peretvoryuvach.pdf\]\(http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Dzherel_Peretvoryuvach.pdf\)](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Dzherel_Peretvoryuvach.pdf)

2. Карташов О.В., Бабкіна А.В., Ємцева Н.Ю., Пудло Р.А. Метод оптимізації : Навч.посібник – Х.:Нац. Аерокосм ун-т «ХАІ», 2009-112с.

3. Карташов А.В.Скоб Ю.А., Халтурин В.А., Трофимова И.А., Чернишов Ю.К., Черноштан Л.И., Яровая О.В. Информатика. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2005. – 177с.

4. Яровая О.В. Патокина А.В. Численные методы с использованием математических пакетов MathCAD, MATLAB. Часть1. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2008. – 87с.

5. Яровая О.В. Патокина А.В. Численные методы с использованием математических пакетов MathCAD, MATLAB. Часть2. Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: ХАИ, 2009. – 98с.

6. Чернышев Ю.К., Яровая О.В., Бакуменко Н.С., Угрюмов М.Л. Применение пакета MATLAB в инженерных расчетах. – Харьков, 2004. – 41 с.

7. Михайленко С.В. Прикладная математика: Лабораторный практикум по численным методам. – Харьков: ХАИ им. Н. Е. Жуковского, 1992. – 102с.

8. Соколов Ю.Н., Яровая О.В. приближение функций. Применение пакетов MathCAD и MATLAB для решения задач интерполяции и аппроксимации функций: Учеб. пособие– Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2016. – 126 с.

1. Рекомендована література

Базова

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основи обчислювальної математики. М., 1963.
2. Соколов О.Ю., Зарецька І.Т., Жолткевич Г.М., Ярова О.В. Інформатика для інженерів. – Харків;Факт, 2005.-423с.
3. Турчак Л.І. Основи чисельних методів: Нав. посібник. – М.: Наука, Гол.ред.фіз.-мат.літ., 1987. – 320с.
4. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентів, інженерів и конструкторов. – СПб.: BHV, 2009. –384с.
5. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М: ИТ Пресс, 2006, – 496с.

Допоміжна

1. Путятін Е.П., Смагін Д.М., Степанов В.П. Турбо-Паскаль у курсі вищої математики: Навчальний посібник. – Харків: Каравела,1997.-352с.
2. Окулярів В.Ф. Mathcad 7 Pro для студентів і інженерів. -М.: Компьютерпресс, 1998. – 384с.
3. Потьомкін В.Г. Система MATLAB : Довідковий посібник. – М.: Діалог МІФІ, 1997. – 350с.
4. Самарский Л.А., Гулін А.В. Чисельні методи. -М.: Наука, Гол. ред. фіз. -мат. літ., 1989. –432с.
5. Чисельні методи / Н.І. Даниліна, Н.С. Дубровська, О.П. Кваша та ін. – М.:Вищ. школа,1976. –368с.
6. Форсайт Дж. Малькольм М., Моулер К. Машинні методи математичних обчислень. Світ, 1980.

5.1. Основна література

1. Зайченко Ю. П. Исследование операций. – Киев: Вища школа, 1988. – 552с.
2. Евдокимов А. Г. Минимизация функций и ее приложения к задачам автоматизированного управления инженерными сетями. – Х.: Вища школа, 1985. – 288с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 547с.
4. Зайченко Ю. П., Шумилова С. А. Исследование операций. Сборник задач. – Киев: Вища школа, 1984. – 224с.
5. Евдокимов А. Г., Самойленко Н. И., Пальченко Л. А., Рябченко И. Н. Минимизация функций с применением микро- и мини- ЭВМ. Сборник задач и упражнений. – Х.: Основа, 1993. – 256с.
6. Крушевский А. В. Теория игр. – Киев: Вища школа, 1977. – 215с.

5.2. Додаткова література

1. Вагнер Г. Основы исследования операций. В 3-х томах. – М.: Мир, 1973.
2. Дегтярев Ю. И. Исследование операций. – М.: Высш. Шк., 1986. – 320с.
3. Сергиенко И. В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – Киев: Наукова думка, 1988. – 475с.
4. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: Мир, 1985.
5. Исследование операций. В 2-х томах / Под ред. Дж. Моудера и С. Элмаграби. – М.: Мир, 1982.

2. Інформаційні ресурси

1. http://www.uchites.ru/chislennye_metody/posobie – Учебное пособие по численным методам.
2. <http://www.twirpx.com/file/135295/> – Поршневу С.В., Беленкова И.В. Численные методы на базе Mathcad
3. <http://scintific.narod.ru/> – Каталог научных ресурсов.
4. <http://pers.narod.ru/study/methods/> – Pers.narod.ru. Обучение. Лекции по численным методам
5. Сайт кафедри <https://k304.khai.edu/>
6. Сайт Науково-технічної бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського (ХАІ) <https://library.khai.edu/>
7. Сайт Харківської Державної наукової бібліотеки ім. В. Г. Короленка <http://korolenko.kharkov.com/>
8. Сайт eqworld – <http://eqworld.ipmnet.ru/en/library/mathematics.htm>