


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**Національний авіаційний університет**Аерокосмічний факультет
Кафедра авіаційних двигунів


УЗГОДЖЕНО

Декаан аерокосмічного факультету

 М. Кулик
«14» 06 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи


«16» 06 2021 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА**навчальної дисципліни****«Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»**


Освітньо-професійна програма: «Газотурбінні установки і компресорні станції»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	ЛКЦ	Практичні заняття	Самостійна робота	ДЗ / К.р	Форма семестрового контролю
Денна	1	105/3,5	17	17	71	ДЗ – 1с	Диференційований залік – 1 с
Заочна	1	105/3,5	6	8	112	К.р – 1с	Диференційований залік – 1

Індекс: PM-1-142/21-2.1.3Індекс: PM-1-142з/21-2.1.3**СМЯ НАУ РП 07.01.03-01-2021**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 2 із 14	

Робочу програму навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Газотурбінні установки і компресорні станції», навчального та робочих навчальних планів №НМ–1–142/21, №РМ–1–142/21 та №РМ–1–142з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

доцент кафедри авіаційних двигунів


 О. Якушенко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Газотурбінні установки і компресорні станції» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» – кафедри авіаційних двигунів, протокол № 5 від «17» травня 2021 р.

Гарант освітньо-професійної програми

 В. Козлов

Завідувач кафедри

 Ю. Терещенко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради аерокосмічного факультету, протокол № 14 від «24» травня 2021 р.

Голова


НМРР

 В.І. Кравцов

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	<p>Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 3 із 14	

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	5
2. Програма навчальної дисципліни	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	5
2.3. Тематичний план.....	8
2.4. Домашнє завдання, завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН) ..	8
2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН)	9
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	9
3.1. Методи навчання	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	9
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	10
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	10

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 4 із 14	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення Програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 р. 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана навчальна дисципліна відноситься до професійно-орієнтованих дисциплін і створює базу, яка дозволяє кваліфіковано розв'язувати професійні завдання з експлуатації газотурбінних установок (ГТУ) і компресорних станцій (КС).

Метою викладання дисципліни є надання студентам теоретичних знань та практичних навичок моделювання та оптимізації складних систем та процесів з використанням сучасних методів розрахунку на ПЕОМ в об'ємі, що необхідний для підготовки магістрів з енергетики.

Завданнями викладання дисципліни є надання навичок кваліфікованого розв'язування професійних завдань з експлуатації ГТУ і КС в цілому.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна

ПРН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач проф. діяльності.

ПРН 6. Використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень з метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування.

ПРН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

ПРН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

ПРН 14. Застосовувати новітні авіаційні технології двигунобудування, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами досліджень надавати практичні рекомендації.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.


В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі **компетентності**:

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі дослідницько-го та/або інноваційного характеру в галузі енергетичного машинобудування.

ЗК 04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

СК 01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 5 із 14	

СК 07. Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та тепло-технологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентоздатності та охорони праці

СК 10. Здатність проводити дослідження при проектуванні об'єктів і систем галузі енергетичного машинобудування з використанням сучасних авіаційних інформаційних технологій.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів» доповнює одна одну такі дисципліни, як: "Діагностика газоперекачувальних агрегатів" «Методологія прикладних досліджень у сфері енергетичного машинобудування» і «Режим роботи магістрального газопроводу» та є основою для вивчення таких дисциплін як: «Компресорні станції магістральних газопроводів», «Експлуатація компресорних станцій» та ін.

2. Програма навчальної дисципліни

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з одного навчального модуля, а саме: навчального модуля №1 «Методи математичного моделювання та оптимізації систем і процесів», який є логічне завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до модуля

Модуль №1 «Методи математичного моделювання та оптимізації систем і процесів»

Інтегровані вимоги модуля №1: Формування здатності розв'язувати складні спеціалізовані та практичні завдання, пов'язані з експлуатацією основного та допоміжного обладнання, споруд та комунікацій КС МГ.


У результаті вивчення модуля №1 дисципліни студент повинен:

Знати:

- загальні принципи побудови моделей систем і процесів технічного, технологічного та іншого змісту;
- принципи, методи і технології вивчення систем і процесів за допомогою математичного моделювання;
- методи проведення оптимізації об'єктів та систем;
- принципи формування висновків і прийняття рішень на основі математичного моделювання.

Вміти:

- характеризувати систему або процес згідно притаманних їм властивостей;
- вирішувати задачі оптимізації об'єктів та систем;
- сформулювати задачу ідентифікації невизначених елементів (параметрів) моделі;
- спланувати чисельний експеримент, вибрати відповідні математичні інструменти (методи, алгоритми) і виконати моделювання;
- інтерпретувати результати моделювання і зробити висновки;

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 6 із 14	

– використовувати спеціалізовані математичні редактори (MATLAB, MATHCAD або ін.) для вирішення задач створення математичних моделей, проведення чисельних експериментів та обробки їхніх результатів.

Тема 1. Математичне моделювання та оптимізація складного технічного об'єкту. Класифікація моделей. Схематизація об'єкту. Задачі математичної оптимізації об'єкту

Поняття «модель», «моделювання». Особливості проведення математичного моделювання. Етапи моделювання. Класифікація моделей. Принцип "чорного" ящика. Поняття "складності" моделі. Схематизація моделі. Основні оптимізаційні задачі математичного моделювання.

Тема 2. Оптимізація з обмеженнями

Загальна задача математичного програмування та методи її вирішення. Лінійне моделювання: припустима область, обмеження, цільова функція, пошук оптимального рішення. Особливості проведення цілочисельного та булевого моделювання. Вирішення задачі про дієту. Постановка задачі про випуск продукції та транспортної задачі. Програмні засоби для вирішення задач лінійного програмування.

Тема 3. Безумовна одно- та багатofакторна нелінійна оптимізація без обмежень

Безумовна однофакторна нелінійна оптимізація без обмежень. Покроковий метод, метод половинного ділення. Програмні засоби для вирішення задач нелінійної однофакторної оптимізації. Безумовна багатofакторна нелінійна оптимізація без обмежень. Алгоритм Хука і Дживса, градієнтні методи. Програмні засоби для вирішення задач нелінійної багатofакторної оптимізації.

Тема 4. Математичне моделювання робочого процесу ГПА


Статичні моделі. Типи математичних моделей робочого процесу газоперекачувальних агрегатів (ГПА), коло їхнього використання. Поняття про рівні складності моделі робочого процесу ГПА. Поелементна математична модель. Вихідна інформація, необхідна при створенні моделі. Однопрохідний та ітераційний алгоритми моделювання. Опис робочого процесу основних вузлів ГПА. Динамічні моделі. Моделювання неусталеного руху ротора ГПА. Основні елементи системи та методи їх схематизації для представлення у математичній моделі системи. Особливості побудови динамічної моделі. Програмні засоби для проектування динамічної математичної моделі ГПА.

Тема 5. Ідентифікація математичної моделі

Мета та особливості проведення ідентифікації моделі. Параметрична та структурна ідентифікація детермінованих та стохастичних моделей систем. Методи постановки експериментів з метою побудови математичних моделей. Програмні засоби для проведення ідентифікації моделі

Тема 6. Статистичне моделювання

Метод Монте-Карло. Дискретні та неперервні випадкові величина. Стохастичні математичні моделі: рівномірний закон розподілу; нормальний закон, логарифмічно нормальний закон, показовий закон, тестові розподіли. Програмні засоби для статистичного моделювання.

	<p>Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 7 із 14	

Тема 7. Математичні моделі накопичення пошкоджень у деталях газоперекачувального обладнання


Математичні моделі накопичення пошкоджень у деталях газоперекачувального обладнання, що базуються на напівемпіричному та структурному підходах. Моделі накопичення поверхневих пошкоджень, що враховують тільки відносне положення дефектів. Моделі накопичення поверхневих пошкоджень, що враховують силову взаємодію дефектів.

Тема 8. Регресійні моделі

Поняття і задачі кореляційного аналізу даних. Поняття і задачі регресійного аналізу даних. Вибіркові середня і дисперсія. Коваріація. Лінійна регресія. Кореляційно-регресійний аналіз. Оцінка точності регресійного аналізу. Програмні засоби для вирішення для задач кореляційного аналізу. Інтерполяція та апроксимація даних. Регресійні моделі. Апроксимація даних методом найменших квадратів. Покрокова регресія. Метод групового урахування аргументів. Програмні засоби для вирішення задач апроксимації та інтерполяції даних.

Тема 9. Математичні моделі, що базуються на методах штучного інтелекту

Загальна постановка задачі. Архітектура та типи нейронної мережі. Загальна інформація про алгоритми та залежності, що використовуються при моделюванні нейрона, нейронного шару та мережі. Вхідні та вихідні дані нейронної мережі. Типи мереж. Алгоритми навчання мереж. Програмні засоби, що реалізують нейронні мережі


	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 8 із 14	

2.3. Тематичний план навчальної дисципліни

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 семестр									
Модуль №1 «Методи математичного моделювання та оптимізації систем і процесів»									
1.1	Математичне моделювання та оптимізація складного технічного об'єкту. Класифікація моделей. Схематизація об'єкту. Задачі математичної оптимізації об'єкту	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.2	Оптимізація з обмеженнями	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.3	Безумовна одно- та багатофакторна нелінійна оптимізація без обмежень	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.4	Математичне моделювання робочого процесу ГПА	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.5	Ідентифікація математичної моделі	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.6	Статистичне моделювання	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.7	Математичні моделі накопичення пошкоджень у деталях газо-перекачувального обладнання	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.8	Регресійні моделі	5	2	–	3	9	–	–	9
		6	–	2	4				
1.9	Математичні моделі, що базуються на методах штучного інтелекту	3	1	–	2	8	–	–	8
1.10	Домашнє завдання	8	–	–	8	–	–	–	–
1.11	Контрольна (домашня) робота	–	–	–	–	8	–	–	8
1.12	Модульна контрольна робота №1	6	–	1	5	–	–	–	–
1.13	Підсумкова семестрова контрольна робота (ЗФН)	–	–	–	–	10	–	2	8
Усього за модулем №1		105	17	17	71	49	2	–	47
Усього за навчальною дисципліною		105	17	17	71	180	8	6	106

2.4. Домашнє завдання, завдання на контрольну (домашню) роботу

Домашнє завдання (ДЗ) виконується у 1 семестрі. Виконання ДЗ є одним із методів закріплення та поглиблення теоретичних знань і вмінь, важливим підготовчим етапом до виконання кваліфікаційної роботи майбутнього фахівця з енергетичного машинобудування.

	<p>Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»</p>	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 9 із 14	

Конкретна мета полягає у закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу з дисципліни.

Завдання для виконання роботи розробляється автором робочої програми. Виконання та оформлення ДЗ здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, відведений на виконання ДЗ – 8 годин самостійної роботи.

Для студентів ЗФН – завдання для виконання контрольної (домашньої) роботи розробляються автором робочої програми. Навчальні матеріали затверджуються протоколом засідання випускової кафедри, доводяться до відома студента індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій. Наприклад, номер варіанту теоретичної частини та завдання дорівнює сумі трьох останніх цифр індивідуального навчального плану студента.

2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладання;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному розв'язанні завдань, роботі з навчальною літературою, аналізі та розв'язанні завдань з оцінкою безпеки експлуатації технологічного обладнання.

3.2. Рекомендована література


Базова література

3.2.1. Кравченко І. В., Микитенко В. І., Г. С. Тимчик Г. С. Комп'ютерне моделювання: системи і процеси / – К.: КПІ, 2022, –215 с.

3.2.2. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Математичне моделювання» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов. – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с.

3.2.3. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

3.2.4. Mathematical Methods of Modeling and Optimization of Transport Systems and Processes: manual / D. Shevchuk, O. Yakushenko, A. Mirzoyev, O. Sokolova, V. Akmalidina. – К.: NAU, 2021. – 112 p.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 10 із 14	

Допоміжна література

3.2.5. Yakushenko O., Popov O., Mirzoyev A., Chumak O., Okhmakevych V. Development of a method for optimizing the structure of static neural networks intended for categorizing technical state of gasturbine engines // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – V. 6. – N. 6/9 (108). Pp. 53–62.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1. Вісник НАУ / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jrnl.nau.edu.ua/index.php/visnik>

3.3.2. Вісник «ХАІ» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.khai.edu/ru/site/aviatsionno-kosmicheskaya.html>

3.3.3. Східно-європейський журнал передових технологій / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.urau.ua/eejet>

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

1 семестр		
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Модуль №1 «Методи математичного моделювання та оптимізації систем і процесів»		
Види навчальної роботи	бали	бали
Виконання завдань практичних занять	40	40
Виконання та захист домашнього завдання, контрольної (домашньої) роботи	30	30
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	42	42
Виконання модульної контрольної роботи №1	30	–
Підсумкова семестрова контрольна робота	–	30
Усього за модулем № 1	100	100
Усього за 1 семестр	100	

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку відповідно до табл. 4.2.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка, перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до табл. 4.3.



Таблиця 4.2

Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно


Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 12 із 14	


Таблиця 4.3

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./A**, **87/Добре/B**, **79/Добре/C**, **68/Задов./D**, **65/Задов./E** тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи оптимізації та моделювання систем і процесів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.01.03 – 01-2021
		Стор. 13 із 14	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Математичні методи оптимізації та
моделювання систем і процесів»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РП 07.01.03 – 01-2021

Стор. 14 із 14