

Державне підприємство
«Конструкторське бюро «Південне» імені М.К. Янгеля»

ЗАТВЕРДЖУЮ

**В. о. Генерального директора
ДП «КБ «Південне»**

Михайло БОНДАР

"29" 08 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Моделювання процесів у системах та агрегатах ракетно-космічної техніки

Ступінь вищої освіти доктор філософії
(назва ступеня вищої освіти)

Галузь знань 13 Механічна інженерія
(шифр та назва галузі знань)

Спеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Лекції – 20

Практичні роботи – 18

Самостійна робота – 82

Усього (годин/кредитів ECTS) – 120/4

Іспит – 2 семестр

Робоча програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методичної ради Центру 2, протокол №5 від 12.08.24

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання процесів у системах та агрегатах ракетно-космічної техніки» розроблена на основі освітньої програми та навчального плану підготовки здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» згідно стандартів освітньої діяльності Закону України «Про вищу освіту» №1556-VII від 01.07.14 та інших нормативних документів.

Генеральний конструктор -
перший заступник
Генерального директора



Максим ДЕГТЯРЬОВ

Вчений секретар -
начальник Центру 2



Лариса ПОТАПОВИЧ

Завідувач аспірантури



Ніна ЗИКОВА

Розробник програми,
головний науковий співробітник
ДП «КБ «Південне», к.т.н.



Анатолій ЛОГВИНЕНКО

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Завдання вивчення навчальної дисципліни	4
1.3. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни	5
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Лекційний курс.....	6
2.2 Тематичний план навчальної дисципліни.....	7
2.3. Практичні заняття, їх тематика і обсяг	8
2.4. Самостійна робота, її зміст та обсяг.....	8
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	9
3.1. Методи навчання	9
3.2. Рекомендована література.....	9
4. Рейтингова система оцінювання набутих знань та умінь	11

ВСТУП

Дана дисципліна є теоретичною та практичною основою, яка дає необхідні знання та навички для формування профілю здобувача за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

Вона забезпечує підготовку здобувачів третього освітнього ступеня доктора філософії для проектної та дослідницької діяльності в різних галузях промисловості, де застосовуються методи математичного моделювання систем та процесів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Основною метою викладання курсу «Моделювання процесів у системах та агрегатах ракетно-космічної техніки» є надання аспірантам необхідної сукупності теоретичних знань та практичних навичок щодо сучасних наукових концепцій, методів та технологій розробки і застосування математичних моделей складних технічних систем, а також фізичних процесів, які мають місце в різних галузях народного господарства.

Розробка, дослідження та грамотна експлуатація математичних моделей потребує від аспірантів глибокого розуміння принципів функціонування комп'ютеризованих моделей, а також методів цифрового моделювання фізичних процесів та систем.

Передбачається, що навчання за цією програмою проходить як у формі лекційних, так і практичних занять. В процесі навчання необхідно ознайомити аспірантів з реалізацією основних математичних моделей на ЕОМ.

1.2. Завдання вивчення навчальної дисципліни

Основним завданням дисципліни є надання можливості аспірантам опанувати необхідні знання та навички з конкретних принципів та методів математичного моделювання складних технічних систем, дати їм необхідні знання за методологією математичного моделювання і основ застосування математичних методів в наукових дослідженнях. Ці знання вони набувають при прослуховуванні лекцій, виконанні курсових робіт, домашніх завдань, а також під час самостійного вивчення окремих розділів дисципліни.

В результаті вивчення цього курсу аспіранти повинні:

- опанувати основні положення системного аналізу;
- набути навичок застосування математичних методів у рішенні практичних завдань;
- навчитися формулювати прикладні завдання наукових досліджень, що реалізуються з використанням математичних моделей.

- оволодіння методами та технологією побудови математичних моделей складних технічних систем;
- оволодіння методами імітаційного моделювання фізичного процесу на базі засобів обчислювальної техніки;
- дослідження імітаційних моделей фізичних процесів.

1.3. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

Знати:

- основні галузі, де використовується математичне моделювання складних технічних систем та фізичних процесів;
- основні принципи аналогового та цифрового моделювання систем і процесів;
- методи та технологію моделювання систем і процесів на базі аналогової обчислювальної техніки;
- методи та технологію моделювання систем і процесів на базі цифрової обчислювальної техніки.

Вміти:

- розробляти аналогові моделі складних технічних систем та фізичних процесів;
- розробляти цифрові моделі складних технічних систем та фізичних процесів;
- проводити дослідження аналогових моделей складних технічних систем та фізичних процесів у реальному масштабі часу;
- проводити дослідження цифрових моделей складних технічних систем та фізичних процесів у реальному масштабі часу;
- обґрунтовувати склад апаратних та програмних засобів для цифрових моделей складних технічних систем та фізичних процесів;
- виконувати імітаційне моделювання фізичних процесів на базі цифрової обчислювальної техніки.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни: «Основні принципи проектування та конструювання ракет-носіїв, космічних апаратів та їх систем», «Сучасні засоби проектування та конструювання ракетно-космічної техніки», «Моделювання процесів в системах і агрегатах ракетно-космічної техніки», «Математичні моделі динамічних систем», «Математичні методи дослідження», «Технологія створення програмних продуктів», «Комп'ютеризовані технології обробки інформації», «Чисельні методи».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційний курс

Тема 1. Роль моделювання в науці і техніці. Види моделювання.

Тема 2. Основні положення, три теореми моделювання систем. Математичне і фізичне моделювання.

Тема 3. Задачі та напрямки використання математичного моделювання систем і процесів в ракетно-космічній галузі.

Тема 4. Основні критерії і основи аналізу розмірності фізичних величин.

Тема 5. Застосування сучасної комп'ютерної техніки для розв'язання проектно-конструкторських задач.

Тема 6. Основи моделювання течії газових потоків і їх робочих процесів.

Тема 7. Основи комплексного моделювання тепломасообмінних процесів систем наддування паливних баків ракет-носіїв.

Тема 8. Основи моделювання процесів відділення ступенів, головних обтічників та космічних апаратів.

Тема 9. Основи моделювання параметрів фізичного процесу роботи рушійних установок.

Тема 10. Критерії гідродинамічної подібності та принципи їх застосування.

Тема 11. Критерії і умови моделювання вакуумних процесів.

Тема 12. Теплофізична подібність газів та рідин (робочих тіл).

Тема 13. Статистичне моделювання систем і фізичних процесів.

Тема 14. Основи моделювання електро-радіоелектронних приладів системи керування (на прикладі акселерометрів).

Тема 15. Приклади застосування теорії моделювання у ракетно-космічній та в інших галузях.

2.2. Тематичний план навчальної дисципліни

№	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)			
		Усього	Лекції	Прак.	СРС
1	2	3	4	5	6
1.	Роль моделювання в науці і техніці. Види моделювання.	1	1		
2.	Основні положення, три теореми моделювання систем. Математичне і фізичне моделювання.	9	1	2	6
3.	Задачі та напрямки використання математичного моделювання систем і процесів в ракетно-космічній галузі.	7	1	2	4
4.	Основні критерії і основи аналізу розмірності фізичних величин	7	1		6
5.	Застосування сучасної комп'ютерної техніки для розв'язання проектно-конструкторських задач.	6	1	1	4
6.	Основи моделювання течії газових потоків і їх робочих процесів.	7	2	1	4
7.	Основи комплексного моделювання тепломасообмінних процесів систем наддування паливних баків ракет-носіїв.	10	2	2	6
8.	Основи моделювання процесів відділення ступенів, головних обтічників та КА	12	2	2	8
9.	Основи моделювання параметрів фізично-го процесу роботи рушійних установок	11	2	1	8
10.	Критерії гідродинамічної подібності та принципи їх застосування.	11	2	2	8
11.	Критерії і умови моделювання вакуумних процесів.	11	1	1	8
12.	Теплофізична подібність газів та рідин (робочих тіл)	11	1	2	8
13.	Статистичне моделювання систем і фізичних процесів	8	1	1	6
14.	Основи моделювання електро-радіоелектронних приладів системи керування (на прикладі акселерометрів).	6	1	1	4
15.	Застосування сучасної комп'ютерної техніки .	3	1		2
Усього за навчальною дисципліною		120	20	18	82

2.3 Практичні заняття, їх тематика і обсяг

№ теми	Назва лабораторного заняття і короткий його зміст	Кількість аудиторних годин
1.	Математичне моделювання систем і процесів	4
2.	Побудова аналогових та цифрових математичних моделей систем і процесів	4
3.	Моделювання систем і фізичних процесів	2
4.	Моделювання тепломасообмінних процесів систем наддування паливних баків ракет-носіїв.	2
5.	Моделювання процесів відділення головних обтічників	2
6.	Моделювання параметрів фізичного процесу роботи рушійних двигунних установок	2
7.	Моделювання газових потоків і їх робочих процесів	2
Усього за навчальною дисципліною		18

2.4 Самостійна робота аспіранта. Теми курсових робіт.

№ тижня	Зміст самостійної роботи аспіранта	Обсяг СРС (годин)
1.	Роль моделювання в науці і техніці. Види моделювання.	10
2.	Системи і фізичні процеси як об'єкти моделювання та їх інформаційні моделі	10
3.	Приклади математичних моделей систем і фізичних процесів”	6
4.	Основні положення, три теореми моделювання систем. Математичне і фізичне моделювання.	6
5.	Застосування сучасної комп'ютерної техніки для розв'язання проектно-конструкторських задач.	6
6.	Основи моделювання течії газових потоків і їх робочих процесів	8
7.	Критерії і умови моделювання вакуумних процесів	8
8.	Основи комплексного моделювання тепломасообмінних процесів систем наддування паливних баків ракет-носіїв	6
9.	Статистичне моделювання систем і фізичних процесів	6
10.	Теплофізична подібність газів та рідин (робочих тіл).	8
11.	Основи моделювання електро-радіоелектронних приладів системи керування (на прикладі акселерометрів).	4
12.	Приклади застосування теорії моделювання у ракетно-космічній та в інших галузях.	4
Усього за навчальною дисципліною		82

Метою самостійної роботи є засвоєння матеріалу навчальної дисципліни шляхом використання проектно-конструкторських робіт для побудови та дослідження математичних моделей ракетно-космічної техніки.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для більш ефективного засвоєння навчального матеріалу під час вивчення дисципліни з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності аспірантів можуть бути застосовані наступні навчальні технології: опитування по матеріалам лекцій, розробка і презентація здобувачами матеріалів по окремим темам навчальної дисципліни тощо.

3.2. Рекомендовані джерела

1. Ажогин В.В., Згуровский М.З. Моделирование на цифровых, аналоговых и гибридных ЭВМ. – К. «Высшая школа», 1988. – 279с.
2. Касьянов В.А. Моделирование полета. К. НАУ, 2000. -397с.
3. Моржов В.І. Математичне моделювання систем і процесів. Лабораторний практикум. К. НАУ, 2012. -46с.

Додаткові рекомендовані джерела

1. Лебідь Р.Д. Математичні методи моделювання систем. Навчальний посібник. К. КМУЦА, 2000. -158с.
2. Моржов В.І. Призначення і класифікація авіаційних тренажерів та моделювальних комплексів. Курс лекцій. К. КМУЦА, 1997. – 71с.
3. Чумак Г. А., Шевченко Б. А., Логвиненко А. И. Влияние на величину гидроудара при заполнении трубопровода его параметров и некоторых других факторов // Математические модели рабочих процессов в гидропневмосистемах. – Киев: Наук. думка, 1981. – С. 128-136.

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Рейтингова система оцінювання (PCO) є невід’ємною складовою робочої навчальної програми і передбачає визначення якості виконаної здобувачем аудиторної та самостійної навчальної роботи, рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного та семестрового контролю, з наступним переведенням оцінки в балах у оцінки за традиційною національною шкалою та шкалою ECTS (European Credit Transfer System).

4.1. **Кредитно-модульна система** – це модель організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні двох складових: модульної технології навчання та кредитів (залікових одиниць) і охоплює зміст, форми та методи організації навчального процесу, контролю якості навчальної діяльності та набутих аспірантом знань і вмінь у процесі аудиторної та самостійної роботи. Кредитно-модульна система має за мету поставити аспіранта перед необхідністю регулярної навчальної роботи протягом усього семестру з розрахунком на майбутній професійний успіх.

4.2. **Екзаменаційна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання екзаменаційних завдань.

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

4.4. **Оцінювання окремих видів навчальної роботи** виконаної аспірантом здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів
Опитування по матеріалам лекцій	75
<i>Для допуску до іспиту здобувач має набрати не менше 50 балів</i>	
Залік, іспит	25
Усього за дисципліною	100

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

Дисципліна включає викладення матеріалу на лекціях, самостійну роботу здобувачів, практичні роботи, підготовку звіту з самостійної роботи з оформленням курсових робіт за встановленими стандартами і їх захисту у формі відповіді на питання викладача.

Якщо аспірант має більше 50% пропусків без поважних причин і здає модульні завдання з порушенням встановлених термінів, то викладач має право знизити оцінку знань до 5 балів.