



Державне підприємство
"Конструкторське бюро "Південне" імені М.К. Янгеля"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Генеральний директор
ДП "КБ "Південне"

Дмитро ГРИЩАК
2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
"Виготовлення та випробування
систем і металічних елементів конструкцій літальних апаратів"

Рівень вищої освіти третій

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 – 36
Практичні роботи – 18
Самостійна робота – 66
Усього (годин/кредитів ECTS) – 120/4

Залік – 3 семестр

Робоча програма обговорена та схвалена
на засіданні науково-методичної ради
протокол № 4 від 08.10.2025

2025

Робочу програму навчальної дисципліни "Виготовлення та випробування систем і металічних елементів конструкцій літальних апаратів" розроблено на основі освітньо-наукової програми та навчального плану підготовки здобувачів освітнього ступеня доктор філософії за спеціальністю 134 "Авіаційна та ракетно-космічна техніка".

Заступник Генерального директора
з наукової діяльності
к.т.н.



Володимир СІРЕНКО

Учений секретар -
начальник Центру 2



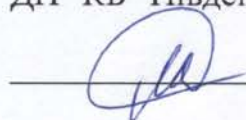
Лариса ПОТАПОВИЧ

Завідувач аспірантури



Олена КОЛЯДА

Розробник програми,
член групи забезпечення освітнього процесу,
заступник начальника відділу 77
ДП "КБ "Південне", к.т.н.



Максим КРАСОВ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
1 ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	5
1.1 Мета викладання дисципліни	5
1.2 Задачі вивчення дисципліни	5
2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
2.1 Лекційний курс	6
2.2 Структура дисципліни	8
2.3 Теми практичних занять	8
2.4 Самостійна робота	9
3 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ.....	10
3.1 Методи навчання	10
3.2 Рекомендована література	10
3.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті	10
4 РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ	11

ВСТУП

Робочу програму (РП) навчальної дисципліни "Виготовлення та випробування систем і металічних елементів конструкцій літальних апаратів" розроблено на основі стандартів освітньої діяльності згідно Закону України "Про вищу освіту" № 1556-VII від 01.07.2014 та інших нормативних документів МОН України.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є здобуття знань у галузі виготовлення та випробування систем і металічних елементів конструкцій літальних апаратів, зокрема, методики та обладнання для проведення випробувань.

Міждисциплінарні зв'язки дисципліни:

- "Основні принципи проєктування та конструювання ракет-носіїв, космічних апаратів та їх систем";
- "Сучасні засоби проєктування та конструювання ракетно-космічної техніки";
- "Матеріали, технологія виготовлення РН і КА";
- "Дослідницька практика".

1 ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1 Мета викладання дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є надання здобувачам необхідної сукупності теоретичних знань і практичних навичок щодо сучасних способів та технологій виготовлення металічних елементів конструкцій літальних апаратів, методів стендових випробувань агрегатів та систем літальних апаратів.

1.2 Задачі вивчення дисципліни

Задачами вивчення навчальної дисципліни є:

- ознайомлення з технологіями металургійного виробництва металевих виробів;
- ознайомлення з технологіями виготовлення елементів конструкцій літальних апаратів у машинобудуванні;
- вивчення критеріїв якості та способів контролю металевих виробів;
- оволодіння методами випробувань елементів конструкцій літальних апаратів на міцність, герметичність, функціонування в різних кліматичних умовах, впливом транспортувальними навантаженнями, вібрацією, ударними навантаженнями, лінійним прискоренням, акустичного шуму.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни здобувач повинен набути компетентності щодо способів та технологій виготовлення металічних елементів конструкцій літальних апаратів, методів стендових випробувань агрегатів та систем літальних апаратів, їх оформлення і представлення.

2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні матеріали курсу "Виготовлення та випробування систем і металічних елементів конструкцій літальних апаратів" структуровані за темами, які є логічно завершені та цілісні з навчальної дисципліни, засвоєння яких передбачає проведення заліку.

2.1 Лекційний курс

Тема 1. Металічні матеріали для ракетобудування, задачі виконання випробувань ракетно-космічної техніки

- Матеріали конструкцій літальних апаратів.
- Марки, хімічний склад та властивості сталей.
- Марки, хімічний склад та властивості нікелевих сплавів.
- Марки, хімічний склад та властивості міді та її сплавів.
- Марки, хімічний склад та властивості алюмінію та його сплавів.
- Фактори космічного польоту, що впливають на стан та працездатність конструкції, обладнання та приладів ракетно-космічної техніки.
- Мета, завдання та критерії ефективності експериментального відпрацювання ракетно-космічної техніки.
- Класифікація випробувань ракетно-космічної техніки.

Тема 2. Металургійне та машинобудівне виробництво та їх вплив на якість продукції ракетобудування

- Чорна металургія, виробництво чавуну, сталі і прокату.
- Кольорова металургія, виплавка металів, виготовлення прокату.
- Контроль якості металургійної продукції, дефекти та їх наслідки.
- Ковальсько-штампувальне виробництво.
- Металорізальна обробка.
- Зварювання та паяння.
- Термічна обробка.
- Контроль якості машинобудівної продукції, дефекти та їх наслідки.

Тема 3. Випробування агрегатів та систем літальних апаратів на міцність та герметичність

- Визначення запасу міцності.
- Визначення герметичності методом спада тиску.
- Визначення герметичності методом омилування.
- Визначення герметичності методом акваріума.
- Визначення герметичності методом мундштука.
- Визначення герметичності методом ротаметра.
- Визначення герметичності за допомогою контрольного протікання.
- Визначення герметичності акустичним методом.
- Визначення герметичності мас-спектрометричним методом.

Тема 4. Визначення функціональних показників роботи агрегатів та систем літальних апаратів

- Функціональні випробування піромеханізмів.
- Визначення тяги супутникового мікродвигуна.
- Визначення внутрішнього об'єму агрегатів та систем.
- Визначення ресурсу роботи.

Тема 5. Випробування агрегатів та систем літальних апаратів на функціонування в різних кліматичних умовах

- Випробування при крайніх підвищених та знижених температурах навколишнього середовища.
- Випробування на вологостійкість.
- Випробування в умовах зниженого атмосферного тиску.

Тема 6. Вібраційні та ударні випробування агрегатів та систем літальних апаратів

- Випробування на транспортувальні навантаження.
- Випробування на вібраційну міцність.
- Випробування на вібраційну стійкість.
- Випробування на вплив ударних навантажень.
- Випробування на вплив лінійних прискорень.

Тема 7. Комбіновані випробування агрегатів та систем літальних апаратів

- Випробування на спільну дію механічних коливань та поперечної сили.
- Випробування на спільну дію механічних коливань, поперечної сили і температури.
- Випробування на спільну дію зниженого атмосферного тиску та змінної температури.

2.2 Структура дисципліни

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)			
		Усього	Лек-ції	Прак-тич.	СР
1	Тема 1. Металічні матеріали для ракетобудування, задачі виконання випробувань ракетно-космічної техніки	6	2	-	4
2	Тема 2. Металургійне та машинобудівне виробництво та їх вплив на якість продукції ракетобудування	12	4	-	8
3	Тема 3. Випробування агрегатів та систем літальних апаратів на міцність та герметичність	22	6	4	12
4	Тема 4. Визначення функціональних показників роботи агрегатів та систем літальних апаратів	22	6	6	10
5	Тема 5. Випробування агрегатів та систем літальних апаратів на функціонування в різних кліматичних умовах	18	6	2	10
6	Тема 6. Вібраційні та ударні випробування агрегатів та систем літальних апаратів	26	8	6	12
7	Тема 7. Комбіновані випробування агрегатів та систем літальних апаратів	14	4	-	8
	Залік	2	-	-	2
	Усього за навчальною дисципліною	120	36	18	66

2.3 Теми практичних занять

№ пор.	Назва теми	Кількість аудиторних годин
1	Дослідження мікроструктури металічних виробів	2
2	Визначення величини негерметичності виробів	6
3	Визначення резонансних частот виробів	6
4	Робота обладнання для випробувань в умовах зниженого атмосферного тиску	4
Усього практичних занять		18

2.4 Самостійна робота

№ пор.	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 1	4
2	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 2	4
3	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 3	6
4	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 4	8
5	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 5	8
6	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 6	8
7	Опрацювання лекційного матеріалу за темою 7	6
2	Опрацювання додаткового навчального матеріалу за темою виготовлення металічних виробів	6
	Опрацювання додаткового навчального матеріалу за темою випробувань агрегатів та систем літальних апаратів	6
3	Підготовка звіту з самостійної роботи	10
Усього самостійної роботи		66

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 здобувачів може бути застосоване опитування по матеріалам лекцій, розробка і презентація здобувачами матеріалів навчальної дисципліни, демонстрація на лекціях слайдів та відео, застосування діалогу між викладачем та здобувачами під час лекцій, використання принципу індивідуального підходу до здобувачів.

3.2 Рекомендована література

- Животовська К.А., Животовський М.О., Мамлюк О.В., Носовський І.Г., Терещенко Ю.М. Авіаційні матеріали та їх обробка // За ред. Ю.М. Терещенка. – К.: Вища освіта, 2003. – 320 с.
- Матеріали в техніці: навч. посіб. / Ю. В. Дзядичев. - Т. : Економічна думка, 2009. - 204 с.
- Carbon Steel Handbook. EPRI, Palo Alto, CA: 2007. 1014670
- Sharma, A., Duriagina, Z., & Kumar, S. (Eds.). (2020). Engineering Steels and High Entropy-Alloys. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.84991
- Александров В.Г., Базанов Б.И. Справочник по авиационным материалам и технологии их применения. – М.: Транспорт, 1979. – 263 с.
- Марочник сталей и сплавов. / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. Под общей ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
- Дуплищева О.М., Порубаймех В.И., Сокол Г.И. Экспериментальная отработка агрегатов автоматики и систем летательных аппаратов. Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2013. – 208 с.
- Логвиненко А.И., Порубаймех В.И., Дуплищева О.М. Современные методы испытаний систем и элементов конструкций летательных аппаратов. Днепр: ГК "КБЮ", 2018. – 419 с.
- Вакуумная техника: Справочник. /Фролов Е. С., Минайчев В.Е. и др. / Под общей ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1975, – 360 с.
- Испытательная техника / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1982. – 238 с.
- Space Systems. General Test Methods for Space Craft, Subsystems and Units. (2004). Великобритания: B S I Standards.
- Spacecraft Structures, Materials and Mechanical Testing. (2013). Швейцария: Trans Tech Publications Limited.
- Dunn, B. D. (1997). Metallurgical Assessment of Spacecraft Parts, Materials, and Processes. Великобритания: Wiley.

3.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

- <https://www.laboratuar.com/en/sektorel/havacilik-ve-uzay/>
- <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19683:dis:ed-1:v1:en:fig:1>
- <https://www.ralspace.stfc.ac.uk/Pages/Large-scale-test-facilities.aspx>

4 РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

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

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Опитування по матеріалам лекцій	75
Для допуску до заліку здобувач має набрати не менше 50 балів	
Залік	25
Усього за дисципліною	100

4.2 Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки здобувача відповідно до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

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)

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

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

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