



## НАЗВА КУРСУ

# Механічні системи літальних апаратів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС, 120 годин (лекції – 18 години, практичні заняття – 9 годин, лабораторні роботи – 9 годин, СРС – 84 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>МКР, Залік</i>
Розклад занять	<i>У розкладі представлено згідно РНП лекції – 2 год., 1 год. – практичні заняття, 1 год. – лабораторні роботи: <a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Лобунько Олександр Петрович, т.м. +380660319202, e-mail: Lobunko_IAT@ukr.net Практичні заняття: кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Лобунько Олександр Петрович, т.м. +380660319202, e-mail: Lobunko_IAT@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom)</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

При проектуванні та дослідженні конструкцій ЛА завжди актуальні питання їх силового, кінематичного і динамічного аналізу та дослідження. Отримані знання і навички будуть корисними при виконанні та захисті кваліфікаційних робіт і у професійній діяльності, пов'язаній з проектуванням і супроводженням всіх стадій життєвого циклу агрегатів і конструкцій ЛА

Специфіка діяльності розробників, інженерів-механіків вимагає глибоких знань з дисциплін орієнтованих на проблеми забезпечення якості конструктивного виконання ЛА, їх вузлів і агрегатів. Однією з таких дисциплін є “Механічні системи літальних апаратів”.

Метою навчальної дисципліни “Механічні системи літальних апаратів” є формування у здобувачів вищої освіти знань про теоретичні і методичні питання розрахунку, організаційні і технічні аспекти розв'язування проблеми забезпечення якості і надійності елементів механічних систем авіаційної і космічної техніки на різних стадіях життєвого циклу виробів.

Предметом навчальної дисципліни “Механічні системи літальних апаратів” є механічні агрегати і конструкції ЛА як механічні системи, зовнішні і внутрішні сили, які на них впливають, способи моделювання механічних систем ЛА, сучасні приклади реалізації і особливості механічних систем ЛА. В підсумку опанування курсу здобувачі вищої освіти мають володіти сучасною

номенклатурою і вимогами до технічних характеристик, методів розрахунку, нормування, моніторингу та забезпечення безпеки застосування систем аерокосмічної техніки на різних стадіях життєвого циклу.

Програмними результатами навчання є оволодіння навичками проводити аналіз і синтез механічних систем ЛА. Засвоєння дисципліни розвиває навички обґрунтування конструкції ЛА, виконання аналізу і розрахунку механічних систем, оцінювання внутрішніх і зовнішніх силових полів типових конструкцій. Приймати виважені рішення, пов'язані з конструкторським супроводженням всіх стадій життєвого циклу елементів механічних систем ЛА. За результатами навчання здобувач вищої освіти набуває компетентності: здатність розробляти загальну конструкцію авіаційної та ракетно-космічної техніки; здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність; здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Пререквізитами дисципліни “Механічні системи літальних апаратів” є дисципліни Математика, Фізика, Механіка матеріалів і конструкцій, Теоретична механіка, Аерокосмічне матеріалознавство.

Постреквізитами дисципліни “Механічні системи літальних апаратів” є переддипломна практика, дипломне проектування, що дозволить студенту, а далі і фахівцю, професійно проводити інженерно-технічні дослідження.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Теоретичний курс дисципліни складає 18 академічних годин і містить наступні теми:

Тема 1. Вступ, склад механічних систем обладнання ЛА, основні вимоги.

Тема 2. Агрегати механічних систем ЛА.

Тема 3. Конструкція і принцип роботи плунжерних насосів.

Тема 4. Конструкція і принцип роботи відцентрових насосів.

Тема 5. Загальне проектування енергетичних систем механізації управління ЛА.

Тема 6. Підсистеми механізації та автоматизації процесів управління ЛА.

Тема 7. Системи управління прибиранням, випуском шасі, наземним рухом ЛА.

Тема 8. Механічні системи кріплення силових установок до ЛА.

Тема 9. Системи забезпечення життєдіяльності.

## **Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Проектування і конструкція ракет-носіїв / Близниченко В.В., Джур Є.О., Краснікова Р.Д., Кучма Л.Д., Линник А.К. та ін.; за ред. акад. Конюхова С.М. – Д.: ДНУ, 2007.

2. Бойко А.П. Конструкція літальних апаратів / А.П. Бойко, О.В. Мамлюк, Ю.М. Терещенко, В.М. Цибенко; за ред. Ю.М. Терещенка. – К.: Вища освіта, 2001. – 383 с.

3. Чемерис О.М., Колодежний В.А., Трубочев С.І. Будівельна механіка машин. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017.

4. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський. – К.: Вища школа, 2004. – 655 с.

5. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів. – К.: НТУУ “КПІ», 2010. – 240 с.

### **Додаткова література:**

1. Бабенко А.Є., Боронко О.О., Шукаєв С.М., Заховайко О.П., Трубочев С.І., Колодежний В.А., Лавренко Я.І., Бабак А.М. Механіка матеріалів і конструкцій. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 191 с.

2. Spacecraft systems engineering / edited by Peter Fortescue, Graham Swinerd, John Stark.

3. Snorri Gudmundsson General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures. 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA, 2014. – 1029 p.

4. Синєглазов В.М. Філяшкін М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден: Підручник – К.: НАУ, 2013.

5. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський. – К.: Вища школа, 2004. – 655 с.

6. Проектування систем силових установок літаків / С.В. Епіфанов, В.Д. Пехтерьов, А.І. Риженко та ін. — Х.: НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2011.

#### **Електронні ресурси:**

1. <http://www.nkau.gov.ua>.

2. <http://www.nasa.gov>.

3. <http://www.esa.int>.

4. <https://avia.gov.ua>.

Обов'язковими для прочитання є розділи з наведеної базової та додаткової літератури, що тематично відповідають лекційному матеріалу.

### **Навчальний контент**

#### **4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Дисципліна розрахована на викладання протягом одного семестру. Аудиторне навантаження складається з лекцій – 18 ак. год., лабораторні роботи – 9 ак. год., практичні заняття – 9 ак. год.

Аудиторні заняття рівномірно розподілені протягом семестру, що дозволяє здобувачам вищої освіти планомірно організовувати і планувати свою роботу.

Метою лекцій з дисципліни “Механічні системи літальних апаратів” є вивчення основних теоретичних положень і моделей теорії надійності, опанування методів визначення і розрахунково-аналітичних досліджень кількісних показників надійності авіаційної та космічної техніки, розвиток навиків проектування і конструювання силових елементів конструкції.

Орієнтовна тематика лекційних занять:

Лекція 1: Вступ, склад механічних систем обладнання ЛА, основні вимоги (тема 1).

Лекція 2: Агрегати механічних систем ЛА (тема 2).

Лекція 3: Конструкція і принцип роботи плунжерних насосів (тема 3).

Лекція 4: Конструкція і принцип роботи відцентрових насосів (тема 4).

Лекція 5: Загальне проектування енергетичних систем механізації управління ЛА (тема 5).

Лекція 6: Підсистеми механізації та автоматизації процесів управління ЛА (тема 6).

Лекція 7: Системи управління прибиранням, випуском шасі, наземним рухом ЛА (тема 7).

Лекція 8: Механічні системи кріплення силових установок до ЛА (тема 8).

Лекція 9: Системи забезпечення життєдіяльності (тема 9).

Метою практичних занять і лабораторних робіт є закріплення знань, що отримані на лекціях і набуття професійних навиків практичного використання теоретичної частини навчального контенту. Завдання практичних занять і лабораторних робіт виконуються з використанням базової і додаткової літератури, відповідних електронних ресурсів, лекційних матеріалів та орієнтовані на самостійне осмислення. Виконанню завдань практичних занять і лабораторних робіт передують теоретична підготовка і проходження контролю знань.

Орієнтовна тематика практичних занять:

Практичне заняття 1. Оцінка досконалості механічних систем ЛА;

Практичне заняття 2. Особливості конструкції та розрахунку параметрів аксіально-поршневого насоса;

Практичне заняття 3. Вибір параметрів конструкцій і компоновки силових циліндрів;

Практичне заняття 4. Компонування механічного обладнання гідравлічних систем ЛА;

Практичне заняття 5. Контрольна робота.

Орієнтовна тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Конструкція і розрахунок шестерінчастих насосів;  
 Лабораторна робота 2. Конструкція і розрахунок відцентрового насоса;  
 Лабораторна робота 3. Конструкції підсистем механізації і зміни геометрії крила;  
 Лабораторна робота 4. Агрегати регулювання потоку робочого тіла по витраті та тиску.  
 Календарний план організації навчального процесу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1.

№ тижня	№ лекції	№ практичного заняття	№ лабораторної роботи
1	Лекція 1	Практичне заняття 1	
2	Лекція 2		Лабораторна робота 1
3	Лекція 3	Практичне заняття 2	
4	Лекція 4		Лабораторна робота 2
5	Лекція 5	Практичне заняття 3	
6	Лекція 6		Лабораторна робота 3
7	Лекція 7	Практичне заняття 4	
8	Лекція 8		Лабораторна робота 4
9	Лекція 9	Практичне заняття 5	

## 5. Самостійна робота студента

Обсяг самостійної роботи протягом семестру складає 84 ак. год. Структура самостійної роботи наступна.

Підготовка до аудиторних лекційних занять (22 ак. год.).

Підготовка і виконання завдань лабораторних робіт (22 ак. год.).

Виконання Контрольної роботи (20 ак. год.).

Підготовка до заліку (20 ак. год.)

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій, практичних занять і лабораторних робіт є обов'язковим і здійснюється за затвердженим розкладом або згідно з індивідуальним планом здобувача вищої освіти. В разі пропущення лекцій студент опрацьовує її електронний варіант і викладає основні положення у короткому рефераті. Відпрацювання пропущених практичних занять і лабораторних робіт проводиться наприкінці семестру за окремим затвердженим графіком.

Складні моменти тем, що виносяться на лекції можуть доручатися здобувачам вищої освіти для підготовки коротких доповідей до обговорень з метою збільшення активності слухачів.

Завдання лабораторних робіт видаються кожному студенту індивідуально, захищаються на черговому за розкладом занятті. Завдання оформлюються у вигляді звітів.

Контрольна робота видається індивідуально кожному окремо і захищається у вигляді письмово виконаної роботи, що містить розрахунки і необхідний графічний матеріал (рисунок, графіки тощо) індивідуально за окремим графіком.

На лабораторних заняттях демонструються навчальні матеріали відповідної тематики, в тому числі підготовлені за участю здобувачів вищої освіти і з їх супроводженням і коментарями.

Питання, що мають дискусійний характер або можливості розв'язку різними методами, способами, технологіями підлягають обговоренню на заняттях. Кожен з варіантів рішення проблеми готується відповідним доповідачем, а найкращий варіант визначається в процесі дискусійного обговорення групою.

Використовуються наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За роботу з удосконалення дидактичного матеріалу з дисципліни нараховується 5 балів, за підготовку і супроводження навчального відеофільму нараховується 3 бали. За підготовку міні доповіді з варіативного і дискусійного питання нараховується 3 бали, за творчий підхід до роботи, активну участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів.

За відсутність на заняттях, несвоєчасне виконання завдань лабораторних робіт без поважних причин знімається 2 бали. В разі визначення плагіату при виконанні контрольної роботи, або несамостійного виконання завдань лабораторних робіт їх результати анулюються.

## **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за наступне:

- виконання завдань і відповіді на заняттях;
- виконання контрольної роботи;
- відповіді на заліку.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання.

### **1. Лабораторні, практичні роботи.**

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів дорівнює  $4 \times 8 = 32$  балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 4;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 1...3;
- не підготовлений – 0.

### **2. Контрольна робота.**

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів дорівнює  $10 \text{ балів} \times 1 = 10$  балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 10;
  - неповне виконання завдання – 1...9;
  - незадовільне виконання – 0.
- Штрафні та заохочувальні бали:
- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, пошук тем: +1...4 балів;
  - відсутність на занятті без поважної причини: – 2 бали.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 4.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 32 + 10 = 42 \text{ бали.}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є своєчасне виконання завдань усіх практичних і лабораторних робіт, Контрольної роботи та надання викладачеві відповідних звітних матеріалів.

### **3. Залік.**

Залікова складова шкали дорівнює 58 % від R, а саме 58 балів, і складається з теоретичної частини, що містить два питання з різних тем.

За кожне питання за умови вільного володіння матеріалом, відповіді на усі додаткові питання – 29 балів;

- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 20 балів;
- невпевнена відповідь на основне питання, не має відповіді на додаткові питання – 10 балів;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

Таким чином, рейтингова шкала дисципліни складає

$$R = R_C + R_E = 42 + 58 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не

менш, ніж 12 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 20 балів).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Склад механічних систем обладнання ЛА, основні вимоги.
2. Агрегати механічних систем ЛА.
3. Конструкція і принцип роботи плунжерних насосів.
4. Конструкція, принцип роботи відцентрових насосів.
5. Загальне проектування енергетичних систем механізації управління ЛА.
6. Підсистеми механізації та автоматизації процесів управління ЛА.
7. Системи управління прибиранням, випуском шасі, наземним рухом ЛА.
8. Механічні системи кріплення силових установок до ЛА.
9. Оцінка досконалості систем обладнання ЛА за критерієм стартової маси.
10. Особливості конструкції та розрахунку параметрів аксіально-поршневого насоса.
11. Вибір параметрів конструкцій і компоновки силових циліндрів.
12. Компонування механічного обладнання гідравлічних систем ЛА.
13. Конструкція і розрахунок шестерінчастих насосів.
14. Механічні системи механізації і зміни геометрії крила.
15. Механічні агрегати регулювання параметрів потоку робочого тіла.

Дисципліна "Механічні системи літальних апаратів" постійно оновлюється і вдосконалюється. Сучасний етап характеризується можливістю активного творчого впливу учасників навчального процесу на подальший розвиток дисципліни, відповідного навчально-методичного забезпечення, науково-експериментальної бази. Такі умови передбачають використання сучасних наукових досягнень, праць, дисертацій, монографій і інших нових джерел інформації для опанування дисципліни, а не лише запропонованої літератури та електронних інформаційних ресурсів.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** доцентом кафедри КІ кандидатом технічних наук, старшим науковим співробітником Лобуньком Олександром Петровичем

**Ухвалено** кафедрою космічної інженерії (протокол № 15 від 07.06.2023 року)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІАТ (протокол № 6 від 22.06.2023 року)