

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

Кафедра Аерогідродинаміки (№ 101)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Голова НМК 1  
  
(підпис) Сергій Нижник  
(ініціали та прізвище)  
27 червня 2024 р.

**СИЛАБУС**  
**ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ДИНАМІКА ПОЛЬОТУ**  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузі знань:** 13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія», 27 «Транспорт»  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальності:** 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 272 «Авіаційний транспорт»  
(код і найменування спеціальності)

**Освітні програми:** усі освітні програми відповідних спеціальностей, за якими відбувається підготовка здобувачів в університеті  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2024 року**

**Харків 2024 рік**

Розробник Дмитро ОБІДІН, проф. каф. 101, д.т.н., проф.

(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри  
*Аерогідродинаміки (№ 101)*

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Олексій ТРЕТЯК

(ім'я та прізвище)

## 1 Загальна інформація про викладача



Обідін Дмитро Миколайович, докт. техн. наук, професор, професор кафедри аерогідродинаміки. Викладає в університеті наступні дисципліни:

- аеродинаміка літального апарату;
- динаміка польоту;
- аеродинаміка безпілотного літального апарату;
- динаміка польоту безпілотного літального апарату.

Напрями наукових досліджень: методи та засоби забезпечення функціональної стійкості процесів навігації та управління рухом літальних апаратів.

## 2 Опис навчальної дисципліни

**Семестр, в якому викладається дисципліна** – 5 семестр.

**Обсяг дисципліни:** 4,5 кредитів ЄКТС (135 годин), у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 71 година.

**Форми здобуття освіти** – Денна.

**Дисципліна** – обов'язкова.

**Види навчальної діяльності** – лекції, практичні роботи, лабораторні роботи, самостійна робота здобувача.

**Види контролю** – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

**Мова викладання** – українська.

**Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити)** – Початкові знання з математики, фізики, термодинаміки та теплообміну, теоретичної механіки, гідравліки, аерогідродинаміки, аеродинаміки літального апарату. .

**Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити)** – «Конструкція літаків та вертольотів», «Розрахунок на міцність».

## 3 Мета та завдання навчальної дисципліни

### Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Динаміка польоту» полягає в придбанні знань щодо основних принципів теорії динаміки польоту, які необхідні при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки, що допоможе розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі, пов'язані з розробкою, виробництвом та сертифікацією авіаційної та ракетно-космічної техніки як у період навчання, так і у подальшій професійній діяльності.

## Завдання

Придбання знань щодо розрахунку основних льотно-технічних характеристик літального апарату залежно від параметрів літального апарату та характеристик навколишнього середовища.

**Компетентності, які набуваються:** здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

**Очікувані результати навчання:** пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про стійкість та керованість авіаційної та ракетно-космічної техніки.

## 4 Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1.

#### Змістовний модуль 1.

### ДИНАМІКА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ У ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ СТАЛОМУ ПОЛЬОТІ.

#### Тема 1. Основні закони динаміки польоту. Основні поняття і визначення.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин (4 год. - лекція, 4 год. - практичне заняття).*
- *Практичне заняття «Аеродинамічні та масові характеристики літального апарату» - 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

Місце дисципліни в навчальному плані. Рекомендована література. Основні закони динаміки. Завдання динаміки польоту. Льотно-технічні характеристики літального апарату.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Основні закони динаміки польоту. Основні поняття і визначення.

#### Тема 2. Рівняння руху літального апарату як матеріальної точки..

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин (4 год. – лекція, 4 год. – практичне заняття).*
- *Практичне заняття «Побудова наближеної польотної, злітної і посадкової поляр», 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

Рівняння руху тіла змінного складу. Зовнішні сили що діють на літальний апарат. Система координат що застосовуються в динаміці польоту. Матриці направляючих косинусів. Рівняння руху літального апарату як матеріальної точки в загальному випадку. Рівняння руху літального апарату в тракторній системі координат в приватних випадках.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Рівняння руху літального апарату як матеріальної точки.

#### Тема 3. Сталий рух літального апарату.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин (8 год. - лекція, 8 год. - практичні заняття).*

– Практичне заняття «Визначення льотних характеристик літального апарату методом тяг і потужностей», **4 години.**

– Практичне заняття «Визначення характеристик силової установки літального апарату», **4 години.**

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

Аеродинамічний розрахунок літака, метод тяг, метод потужностей М.Є. Жуковського. Характерні точки на кривій потрібних тяг. Вплив зміни деяких параметрів на криву потрібних тяг. Перші та другі режими польоту на діаграмі потрібних і наявних тяг. Зміна швидкості горизонтального усталеного польоту з висотою. Можливий діапазон швидкостей і висот горизонтального усталеного польоту. Статичні і динамічні стелі літального апарату. Зведений графік діапазону можливих висот і швидкостей польоту літального апарату.

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 15 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Сталій рух літального апарату.

### **Модульний контроль 1**

– *Форма занять: написання модульної роботи (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години (для оф-лайн режиму за рахунок практичних робіт).*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

### **Модуль 2.**

#### **Змістовний модуль 2.**

#### **ДИНАМІКА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ПО НАХИЛЕНІЙ ТРАЄКТОРІЇ.**

##### **Тема 4. Набір висоти та зниження літального апарату.**

– *Форма занять: лекція, лабораторне заняття, самостійна робота.*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин (4 год. – лекція, 4 год. – лабораторне заняття).*

– *Лабораторне заняття «Характеристики набору висоти літального апарату» – 4 години.*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

Рівняння руху літального апарату по нахиленій траєкторії. Потрібні швидкості і тяги для польоту по нахиленій траєкторії. Полярна діаграма швидкостей. Швидкість підйому літального апарату. Бараграма набору висоти. Зниження літального апарату. Планування. Перші і другі режими.

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Набір висоти та зниження літального апарату.

##### **Тема 5. Рух літального апарату по криволінійній траєкторії.**

– *Форма занять: лекція, лабораторне заняття, самостійна робота.*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 8 години (4 год. – лекція, 4 год. – лабораторне заняття).*

– *Лабораторне заняття: «Характеристики маневреності літака» – 4 години.*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти):*

комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.

Рух у горизонтальній площині. Віраж. Рух у вертикальній площині. Маневр у вертикальній площині.

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Рух літального апарату вздовж криволінійної траєкторії.

#### **Тема 6. Розрахунок дальності тривалості польоту.**

– *Форма занять: лекція, лабораторне заняття, самостійна робота.*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 8 години (4 год. – лекція, 4 год. – лабораторне заняття).*

– *Лабораторне заняття: «Дальність польоту літального апарату» – 4 години.*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

Розрахунок дальності польоту з повітря на реактивним двигуном. Дальність польоту при заданій швидкості. Дальність польоту при заданій висоті. Найбільша дальність польоту..

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 13 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Розрахунок дальності і тривалості польоту.

#### **Тема 7. Злітно-посадочні характеристики літального апарату.**

– *Форма занять: лекція, лабораторне заняття, самостійна робота.*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 8 години (4 год. – лекція, 4 год. – лабораторне заняття).*

– *Лабораторне заняття: «Зліт і посадка літального апарату» – 4 години*

– *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери та програмне забезпечення для моделювання та інженерного аналізу. Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака..*

Зліт літального апарату. Посадка літального апарату. Розрахунок дистанцій посадки. Розрахунок посадкової швидкості. Розрахунок часу і дистанції пробігу.

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 13 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Злітно-посадочні характеристики літального апарату.

#### **Модульний контроль 2**

– *Форма занять: написання модульної роботи (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

– *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години (для оф-лайн режиму за рахунок практичних робіт).*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти):*

*Таблиця міжнародної стандартної атмосфери. Льотно-технічні характеристики літака.*

– *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

### **5 Методи навчання**

Проведення аудиторних занять (лекцій, практичних та лабораторних занять), консультацій (за необхідністю), самостійна робота студентів з матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), навчальними посібниками та підручниками.

### **6 Методи контролю**

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю (проводиться на

заняттях, відведених на практичні та лабораторні роботи), підсумковий контроль у вигляді іспиту.

### 7 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

| Складові навчальної роботи                         | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1</b>                         |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...0,5                         | 10                         | 0...5                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...0,5                         | 10                         | 0...5                   |
| Модульний контроль                                 | 0...40                          | 1                          | 0...40                  |
| <b>Змістовний модуль 2</b>                         |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...0,5                         | 6                          | 0...3                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...0,5                         | 6                          | 0...3                   |
| Модульний контроль                                 | 0...44                          | 1                          | 0...44                  |
| <b>Усього за семестр</b>                           |                                 |                            | <b>0...100</b>          |

### Прийнята шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка для екзамену, <i>курсового проекту</i> (роботи), практики |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 90-100                                       | відмінно                                                         |
| 75-89                                        | добре                                                            |
| 60-74                                        | задовільно                                                       |
| 01-59                                        | незадовільно з можливістю повторного складання                   |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних (практичних) робіт, а також виконання та успішного захисту домашнього завдання.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань та практичного завдання. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання – змістовий модуль 1 (максимально 30 балів);

Друге запитання – змістовий модуль 2 (максимально 30 балів);

Практичне завдання відповідає обсягу матеріалу при проходженні дисципліни (максимально 40 балів).

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Мати загальну уяву про основні закони динаміки польоту; рівняння руху літального апарату як матеріальної точки; усталений рух в горизонтальному польоті, при наборі висоти, знижені та руху по криволінійним траєкторіям; рівняння дальності тривалості

польоту; характеристики маневреності літака; орієнтуватися у темах лекційного матеріалу.

**Добре (75-89).** Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Мати навички самостійного виконання розрахунків основних льотно-технічних характеристик літального апарату. Вміти опрацьовувати отримані результати та аналізувати вплив експлуатаційних факторів на льотно-технічні характеристики літального апарату.

**Відмінно (90-100).** Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре» і сумарною кількістю балів не менше 80). Повно знати основний та додатковий матеріал, що викладено в описі змістовних модулів вище. Вміти проводити аналіз та робити висновки по впливу експлуатаційних факторів на льотно-технічні характеристики літального апарату.

## 8. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

## 9. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

- <http://library.khai.edu/catalog?>
- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням: <https://mentor.khai.edu/course/view>.

## 10.Рекомендована література

### Базова

1. Костенко В.М. Миргород Ю.І. Обідін Д.М. Динаміка польоту літальних апаратів. Навчальний посібник. Харків: ХУПС, 2006. - 174с.
2. Войтенко О.Г., Костенко В.М. Обідін Д.М. Динаміка польоту літальних апаратів. Керівництво до лабораторних занять. Харків: ХУПС, 2006. - 36с.
3. Cook, M. Flight Dynamics Principles. Elsevier Science. 2013. - 488p. /<https://www.sciencedirect.com/book/9780080982427/flight-dynamics-principles/>
4. Dole, C., Lewis, J., Badick, J., Johnson, B. (2016). Flight Theory and Aerodynamics (3rd ed.). Wiley.2016. - 783p. <https://www.perlego.com/book/990875/flight-theory-and-aerodynamics-pdf> (Original work published 2016)
5. Introduction to Aircraft Flight Mechanics: Performance, Static Stability, Dynamic Stability, and Classical Feedback Control by Thomas R. Yechout with Steven L. Morris, David E. Bossert, and Wayne F. AIAA Education Series Editor-in-Chief Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia. 2003. - 634p.

### Допоміжна

1. Principles Of Flight. ATPL Ground Training Series. CAE Oxford Aviation Academy (UK) Limited 2014. - 604p.
2. Mass & Balance. Performance. ATPL Ground Training Series. CAE Oxford Aviation Academy (UK) Limited 2014. - 540p