



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



КАФЕДРА
КОСМІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

НАЗВА КУРСУ ДИНАМІКА ПОЛЬОТУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

➤ Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Освітня програма	Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем Літаки і вертольоти
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Доцент кафедри космічної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Олександр МАРИНОШЕНКО моб. +38(067) 501 30 11 e-mail: a_marin@ukr.net Практичні заняття: Доцент кафедри космічної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Олександр МАРИНОШЕНКО моб. +38(067) 501 30 11 e-mail: a_marin@ukr.net
Розміщення курсу	ki.kpi.ua

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

В авіа- та ракетобудуванні при проектуванні та дослідженні конструкцій літальних апаратів гостро стає питання дослідження умов їх експлуатації. Унікальні характеристики режимів польоту дозволяють суттєво оптимізувати, виявити небезпечні режими експлуатації втілити заходи безпечного використання таких літальних апаратів. Всі наведені фактори обумовили те, що Знання матеріалу динаміки польоту є необхідною умовою підготовки кваліфікованих фахівців, які безпосередньо займаються розробкою авіаційної та космічної техніки. Дисципліна «**Динаміка польоту**» є важливим елементом підготовки спеціалістів, який формує їх інженерне мислення.

Процес дослідження динаміки польоту, режимів роботи аерокосмічних літальних апаратів буде лише посилюватися в сучасному аерокосмічному просторі, що говорить про важливість і перспективність опанування цією дисципліною.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів знань про: склад, характеристики та властивості літальних апаратів, що функціонують під впливом зовнішніх та керуючих навантажень; особливості елементів конструкцій для літаків, ракет та вертольотів, уявлення про експлуатацію та дослідження режимів роботи.

Предметом навчальної дисципліни «**Динаміка польоту**» є вивчення теорії, методики та практики основ механіки польоту і динаміки літальних апаратів. Крім того дисципліна направлена на вивчення та дослідження динамічних, процесів літальних апаратів. Вона формує теоретичні знання та практичні навички студентів з теорії, розрахунку і проектування літальних апаратів (ЛА) та побудову їх динамічних математичних моделей, математичного опису різних режимів польоту. Складність задачі полягає в необхідності передбачати залежність властивостей конструкції від характеристик зовнішніх та керуючих силових факторів.

Вивчення цієї дисципліни вимагає наявності у студентів професійних навичок користування персональним комп'ютером, а також володіння основними методами моделювання та програмування. Для опанування навчального курсу «**Динаміка**

польоту» базовими є знання з вищої математики, фізики, теоретичної механіки, опору матеріалів, програмування та числових методів.

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни **«Динаміка польоту»** є однією з основ вивчення дисциплін орієнтованих на проектування конструкцій літальних апаратів, що дозволяє самостійно розробляти нові методи автоматизованого проектування елементів таких складних технічних об'єктів як літальні апарати, виконувати розробку дипломної роботи та курсових проектів на високому кваліфікаційному рівні.

Як програмний продукт результату навчання здобувач вищої освіти набуває наступні компетентності: вміння проводити роботи з підготовки проектування, дослідження механічних характеристик та характеристик експлуатації об'єктів ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій, вести кваліфікований вибір матеріалів, режимів роботи для авіаційної та ракетно-космічної техніки, проводити оптимізацію елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

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

Для опанування начального курсу **«Динаміка польоту»** базовими є знання з курсів **«Вищої математики»**, **«Фізики»**, **«Теоретичної механіки»**, **«Опору матеріалів»**, **«Програмування»**. Найбільш ключові базові знання полягають на положеннях групи дисциплін авіаційного спрямування.

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни **«Динаміка польоту»** є однією з основ вивчення дисциплін орієнтованих на новітні технології в авіації і космонавтиці, також дозволяють студентам, в процесі написання магістерської дисертації виконувати розробку дипломної роботи на високому кваліфікаційному рівні.

3. Зміст навчальної дисципліни

Теоретичний курс дисципліни складає **120** академічних годин і містить наступні розділи і теми:

РОЗДІЛ 1. ДИНАМІКА ПОЛЬОТУ ЛІТАКА	
Тема 1.1	Рівняння руху літака.
Тема 1.2	Поздовжній рух літака.
Тема 1.3	Боковий рух літака.
Тема 1.4	Рух літака у вертикальній площині.
Тема 1.5	Стійкість руху літака.
Тема 1.6	Системи автоматичного керування літака.

РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА ПОЛЬОТУ РАКЕТИ	
Тема 2.1	Рівняння руху ракети.
Тема 2.2	Аналіз руху ракети.
Тема 2.3	Стабілізація ракет при польоті.

РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА ПОЛЬОТУ ВЕРТОЛЬОТА	
Тема 2.1	Рівняння руху вертольоту.
Тема 2.2	Особливості динаміки вертольоту.
Тема 2.3	Режими польоту вертольоту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1.	Котельніков Г. Н., Мамлюк О. В., Аеродинаміка літальних апаратів. Підручник. -К.: Вища школа, 2002. – 255 с.
2.	Навчальний посібник «Аеродинаміка та динаміка польоту вертольота». Частина I, «Аеродинаміка вертольота» / А. Г. Зінченко, О. О. Бурсала, О. Л. Бурсала та ін.; за заг. ред. А. Г. Зінченка. – Х.: ХНУПС, 2016.–402 с.: іл.
3.	Навчальний посібник «Аеродинаміка та динаміка польоту вертольота». Часть II, «Динаміка польоту вертольота». / А. Г. Зінченко, І. Б. Ковтонюк, В. М. Костенко та ін.; за заг. редакцією В. М. Костенка та І. Б. Ковтонюка. – Х.: ХУПС, 2010. – 272 с.
4.	Опорний конспект з навчальної дисципліни «Аеродинаміка, динаміка польоту та практична аеродинаміка». Частина I «Аеродинаміка вертольоту». Автор: Пчельников С. І.
5.	Опорний конспект з навчальної дисципліни «Аеродинаміка, динаміка польоту та практична аеродинаміка». Частина II «Динаміка польоту». Автор: Пчельников С.І.
6.	Аеродинаміка літальних апаратів: навчальний посібник /О.О. Бурсала. А. Г. Зінченко, Є. Ю. Іленко, І. Б. Ковтонюк, А. Л. Сушко – Х.: ХУПС, 2015. - 333 с.: іл.
7.	Лебідь В. Г., Миргород Ю. І., Аерогідрогазодинаміка. Підручник Х.: ХУПС, 2006. – 350 с

Додаткова література (факультативно / ознайомлення)

1.	ДСТУ 22499 - 77. Апарати винтокрилі. Механіка польоту в атмосфері. Терміни. Визначення і літерні позначення. Видавництво стандартів
2.	ДСТУ 20058 - 80. Динаміка літальних апаратів в атмосфері. Терміни. Визначення і літерні позначення. Видавництво стандартів.
3.	Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2003. – 511 с.

Електронні ресурси

1.	https://arb.kpi.ua
----	---

Електронні ресурси

2. <http://iat.kpi.ua>

3. <http://kpi.ua>

Обов'язковими для прочитання є розділи з наведеної базової літератури, що тематично відповідають лекційному матеріалу. Факультативними з додаткової літератури є джерела 1, 2.

Довідкова література необхідна для проведення розрахункових робіт на практичних заняттях.

➤ Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на викладання протягом одного семестру. Аудиторне навантаження складається з лекцій – **54 ак.год.** і практичних занять - **18 ак.год.** Аудиторні заняття рівномірно розподілені протягом семестру, що дозволяє здобувачам вищої освіти планомірно організовувати і планувати свою роботу.

Метою лекцій з дисципліни «**Динаміка польоту**» є набуття студентами багажу теоретичних знань які охоплюють всі стадії дослідження та аналізу динаміки польоту навколосемних літальних апаратів. Особлива увага приділяється відмінності динамічних режимів експлуатації – польоту літальних апаратів, що вимагає від проектувальника особливих знань, які охоплюють різні галузі знань. Лекційний матеріал рівномірно розподілений протягом навчального семестру.

Теоретична частина складається з 3 логічно пов'язаних тематичних розділів:

1. **Динаміка польоту літака (Теми 1.1 - 1.3);**
2. **Динаміка польоту ракети (Теми 2.1 - 2.3).**
3. **Динаміка польоту вертольоту (Теми 3.1, - 3.3).**

Для підготовки до 1 розділу рекомендовано спиратися на джерела 1, 2 з числа базової літератури і джерела 1, 2 з числа додаткової літератури. Для підготовки до 2-го розділу рекомендовано спиратися на джерела 1, 3, 6, 7 з числа базової літератури і

джерела 1, 2 з числа додаткової літератури. Для підготовки до 3-го розділу рекомендовано спиратися на джерела 3 з числа базової літератури і джерела 2 з числа додаткової літератури.

Лекційні заняття		Очна форма
№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
Тема 1.1. Рівняння руху літака. Структура та зміст курсу. РСО.		
Лекція 1.	Вступ в динаміку польоту. Аеродинаміка літака.	2
Лекція 2.	Параметри польоту. Кінематичні співвідношення. Сили і моменти, що діють на літак.	2
Тема 1.2. Поздовжній рух літака.		
Лекція 3.	Аналіз сил і моментів у поздовжньому русі. Розрахунок швидкості літака. Статична стійкість літака, Забезпечення стійкості літака.	2
Лекція 4.	Рівняння поздовжнього руху літака. Лінеаризація рівнянь руху. Розподіл руху на швидку та повільну частини.	2
Лекція 6.	Рівняння довгоперіодичного руху. Статична та динамічна стійкість довгоперіодичного руху. Аналіз довгоперіодичного руху.	2
Лекція 7.	Основні режими польоту в поздовжній площині: горизонтальний політ, набирання висоти, зниження літака.	2
Лекція 8.	Покращення характеристик керованості засобами автоматики.	2
Тема 1.3. Боковий рух літака.		
Лекція 9.	Криволінійний політ. Умови виникнення криволінійного польоту. Плоский розворот. Координатний розворот. Правильний віраж.	2
Лекція 10.	Рівняння бокового руху літака. Розподіл бокового руху на швидкий та повільний. Умови стійкості бокового руху.	2
Лекція 11.	Керованість бокового руху. Характеристики керованості бокового руху.	2
Лекція 12.	Покращення характеристик керованості бокового руху.	2
Тема 1.4. Рух літака у вертикальній площині.		
Лекція 13.	Підйом та зниження літака. Зліт та приземлення літака.	2
Тема 1.5. Стійкість руху літака.		
Лекція 14.	Лінеаризація рівнянь руху літака.	2

Лекційні заняття		Очна форма
№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
Лекція 15.	Представлення рівнянь руху у просторі стану. Передаточні функції літака.	2
Тема 1.6. Системи автоматичного керування літака.		
Лекція 16.	Методи дослідження систем автоматичного керування.	2
Лекція 17.	Системи автоматичного керування літака.	2
Лекція 18.	Модульна контрольна робота. (Тема 1.1 - 1.6)	2
Тема 2.1. Рівняння руху ракети.		
Лекція 19.	Рівняння руху системи змінної маси. Диференціальні рівняння руху ракети. Сили та моменти, що діють на ракету під час польоту. Поняття реактивної сили.	2
Лекція 20.	Диференціальні рівняння руху ракети. Сили та моменти, що діють на ракету під час польоту.	2
Тема 2.2. Аналіз руху ракети.		
Лекція 21.	Рух ракети, що не обертається.	2
Лекція 22.	Поздовжній та боковий рухи ракети.	2
Тема 2.3. Стабілізація ракет при польоті.		
Лекція 23.	Поняття про стійкість польоту. Лінеаризація рівнянь руху ракети. Дослідження стійкості лінеаризованих рівнянь.	2
Лекція 24.	Динаміка ракети як системи автоматичного керування.	2
Тема 3.1. Рівняння руху вертольоту.		
Лекція 25.	Аеродинаміка вертольоту. Сили і моменти, що діють на вертоліт.	2
Тема 3.2. Особливості динаміки вертольоту.		
Лекція 26.	Диференціальні рівняння руху вертольоту. Стійкість руху вертольоту.	2
Тема 3.3. Режимы польоту вертольоту.		
Лекція 27.	Режими висіння, вертикального підйому та зниження вертольоту.	2
		Всього:
		54 год.

Метою практичних занять є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях і набуття професійних знань з практичного використання теоретичного багажу. Студенти знайомляться моделюванням та аналізом особливостей динаміки

польоту літальних апаратів та особливостями окремих режимів польоту-експлуатації. Навчаються розробляти математичні моделі режимів польоту літальних апаратів. Кожне заняття проводиться протягом **2 ак.год.** Заняття рівномірно розподілені протягом навчального семестру і тематично пов'язані з лекційним матеріалом.

Практичні заняття		Очна форма
№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
Тема 1.1. Рівняння руху літака. Тема 1.2. Поздовжній рух літака.		
Практичне заняття 1.	Дослідження систем координат, що використовуються в динаміці польоту ЛА. Зв'язана система координат; кути ристання, тангажу і крену; таблиці напрямних косинусів.	2
Практичне заняття 2.	Дослідження систем координат. Швидкісна система координат; кути атаки і ковзання; таблиці напрямних косинусів.	2
Практичне заняття 3.	Дослідження систем координат. Траєкторна система координат; кути нахилу траєкторії і шляху; таблиці напрямних косинусів.	2
Тема 1.2. Поздовжній рух літака. Тема 1.3. Боковий рух літака.		
Практичне заняття 4.	Дослідження аеродинамічних сил, моментів, що діють на літак в процесі польоту.	2
Тема 1.4. Рух літака у вертикальній площині.		
Практичне заняття 5.	Лінеаризація рівнянь руху літака.	2
Тема 2.1. Рівняння руху ракети.		
Практичне заняття 6.	Дослідження статичної рівноваги ЛА.	2
Тема 2.1. Рівняння руху ракети. Тема 2.2. Аналіз руху ракети.		
Практичне заняття 7.	Дослідження статичної стійкості ЛА.	2
Тема 2.3. Стабілізація ракет при польоті.		
Практичне заняття 8.	Дослідження параметрів траєкторії літального апарату в горизонтальній площині.	2
Тема 3.1. Рівняння руху вертольоту. Тема 3.2. Особливості динаміки вертольоту. Тема 3.3. Режими польоту вертольоту.		
Практичне заняття 9.	Дослідження параметрів траєкторії літального апарату в вертикальній площині	2

Практичні заняття		Очна форма
№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд. годин
		Всього:
		18 год.

Календарний план організації навчального процесу		Очна форма
№ тижня	№ лекції	№ практичного заняття
1	Лекція 1, Лекція 2	
2	Лекція 3	Практичне заняття 1
3	Лекція 3, Лекція 4	
4	Лекція 5	Практичне заняття 2
5	Лекція 6, Лекція 7	
6	Лекція 8	Практичне заняття 3
7	Лекція 9, Лекція 10	
8	Лекція 11	Практичне заняття 4
9	Лекція 12, Лекція 13	
10	Лекція 14	Практичне заняття 5
11	Лекція 15, Лекція 16	
12	Лекція 17	Практичне заняття 6
13	Лекція 18, Лекція 19	
14	Лекція 20	Практичне заняття 7
15	Лекція 21, Лекція 22	
16	Лекція 23	Практичне заняття 8
17	Лекція 24, Лекція 25	
18	Лекція 26, Лекція 27, Лекція 28	Практичне заняття 9

6. Самостійна робота студента

Структура самостійної роботи наступна

На самостійне опрацювання виносяться теми лекцій:

Режими висіння, вертикального підйому та зниження вертольоту. (Тема 3.3.).	2 ак.год.
Протягом вивчення дисципліни студенти виконують Контрольну роботу присвячену визначенню динамічних характеристик ЛА	6 ак.год.
Підготовка до аудиторних занять	18 ак.год.
Проведення розрахунків первинних даних отриманих на практичних заняттях	6 ак.год.
Підготовка до екзамену	10 ак.год.
Обсяг самостійної роботи протягом семестру складає:	42 ак.год.

➤ Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

На аудиторних заняттях мобільні телефони мають бути відключені. Складні моменти тем, що виносяться на лекції можуть доручатися здобувачам вищої освіти для підготовки коротких доповідей до обговорень з метою збільшення активності слухачів. Завдання до виконання практичних занять видаються кожному студенту індивідуально, захищаються на черговому за розкладом практичному занятті. Завдання оформлюються у вигляді звітів.

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

На практичних заняттях демонструються навчальні відеофільми 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 практичних заняття. Кожен з варіантів рішення проблеми готується відповідним доповідачем, а найкращий варіант визначається в процесі дискусійного обговорення групою.

Використовують наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За участь в інститутській олімпіаді з дисципліни нараховується **5** 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 практичному занятті без поважних причин знімається **2** бали. В разі визначення плагіату при виконанні контрольної роботи, або не самостійного виконання задач практичних занять їх результати анулюються.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

- виконання і відповіді на практичних заняттях;
- виконання контрольної роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Практичні семінари

- Ваговий бал – **4**.
- Максимальна кількість балів дорівнює **4 балів x 9 = 36** балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Практичні семінари

Критерії оцінювання:

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

2. Контрольна робота

Ваговий бал – 8.

Максимальна кількість балів дорівнює 8 балів x 1 = 8 балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 8;
- неповне виконання завдання – 3...6;
- незадовільне виконання – 0

Штрафні та заохочувальні бали:

- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: + 1...4 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: + 2...4 бали;

! Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 4.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = R_c + R_E = 36 + 8 = 44 \text{ балів.}$$

! Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання усіх практичних занять та КР.

3. Екзамен

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 56 % від R , а саме 56 балів, і складається з теоретичної частини, що містить два питання з різних тем.

3. Екзамен

За кожне питання питання за умови вільного володіння матеріалом, відповіді на усі додаткові питання - **28** балів;

Критерії оцінювання:

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

$$R = R_C + R_E = 44 + 56 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі

Для отримання "зараховано"

з **першої проміжної атестації (8 тижень)** 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.

Для отримання "зараховано"

з **другої проміжної атестації (14 тижень)** студент матиме не менш, ніж **24** бали

! за умови, якщо на початок **14 тижня** згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати **40** 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:	
1	Системи координат, які використовуються в динаміці польоту?
2	Зв'язана система координат. Формули переходу?
3	Швидкісна система координат, її зв'язок з нормальною зв'язаною системою координат?
4	Траєкторна система координат. Матриця напрямних косинусів між траєкторною і швидкісною системами координат?
5	Орієнтація вектора швидкості відносно літака. Кути атаки та ковзання?
6	Сили і моменти, що діють на літак?
7	Вивід рівнянь бокового руху літака?
8	Моменти, що діють на літак?
9	Вивід рівнянь поздовжнього руху літака?
10	Рівняння руху центра мас літака?
11	Вивід рівнянь бокового руху літака, їх лінеаризація?
12	Вивід системи рівнянь просторового руху літака. Розподіл руху літака на повздовжній та боковий?
13	Вивід рівнянь бокового руху літака, їх лінеаризація?
14	Вивід рівнянь поздовжнього руху літака, їх лінеаризація?
15	Режим набирання висоти?
16	Особливості набирання висоти у порівнянні із горизонтальним польотом?
17	Характерні режими набирання висоти?
18	Режим зниження літака?
19	Криволінійний рух літака в горизонтальній площині?
20	Віраж літака. Основні параметри правильного віражу літака?
21	Класифікація ракет, особливості динаміки польоту ракет?

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

22	Рульові органи ракет особливості їх конструкції?
23	Рівняння поздовжнього руху крилатої ракети?

Дисципліна «**Динаміка польоту**» відноситься до сучасних проблемно орієнтованих дисциплін, яка знаходиться на етапі становлення. Цей етап відрізняється різноманітністю підходів і можливістю активного творчого ставлення дослідників з можливістю впливати на подальший розвиток дисципліни. Такі умови передбачають використання при опануванні дисципліни не лише запропонованої літератури, а і сучасних наукових статей, монографій і інших джерел інформації.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:	Зав. каф. космічної інженерії, к.т.н, доцент Олександр Мариношенко	
Ухвалено:	кафедрою космічної інженерії	протокол №15 від 07.06.23
Погоджено:	Методичною комісією інституту аерокосмічних технологій	протокол №6 від 22.06.23