

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант ОП



Ігор ТАРАНЕНКО

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Вступ до фаху

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність: G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

Освітня програма: «Ракетно-космічна техніка»

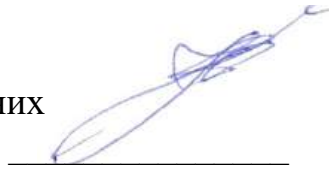
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 рік

Розробник:

доцент кафедри
космічної техніки та нетрадиційних
джерел енергії (№ 402)

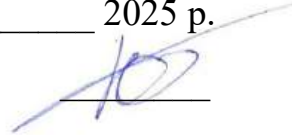


Сергій НЕСТЕРЕНКО

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри космічної
техніки та нетрадиційних джерел енергії

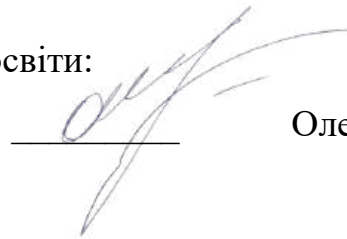
Протокол № __1__ від «28» __серпня__ 2025 р.

В. о. завідувача кафедри к. т. н., доцент



Юрій ШЕПЕТОВ

Погоджено з представником здобувачів освіти:



Олександр ЛІСІН

1. Загальна інформація про викладача

	ПІБ: Нестеренко Сергій Юрійович
	Посада: доцент кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії
	Науковий ступінь: канд. техн. наук
	Вчене звання: доцент
	Перелік дисциплін, які викладає: «Проектування електрореактивних рушійних установок» «Проектування електрореактивних двигунних установок» «Вступ до фаху»
	Напрями наукових досліджень: Теорія та моделювання процесів в електроракетних двигунах
	Контактна інформація: s.nesterenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 4,5 кредити ЄКТС /135 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 71)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	-
Кореквізити	-
Постреквізити	-Матеріалознавство -Загальна будова ракетно-космічної техніки

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Метою навчальної дисципліни є: формування у студентів системного уявлення про майбутню професію, основні напрями розвитку ракетно-космічної техніки, а також мотивації до навчання та професійного розвитку.

Завдання:

- ознайомлення зі структурою галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- формування базових знань про інженерну діяльність;
- ознайомлення з сучасними технологіями та тенденціями розвитку галузі;
- розвиток навичок самостійної роботи з технічною інформацією.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі, пов'язані з створенням конструкцій ракетно-космічної техніки у тому числі із композиційних матеріалів, що передбачає застосування теорій та методів механічної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища

Спеціальні компетентності:

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Проводити кваліфікований вибір класу матеріалів для деталей і виробів ракетно-космічної техніки на підставі знання основ будови металів та неметалів та методів модифікації їх властивостей.

Здатність враховувати економічні та управлінські аспекти виробництва елементів та об'єктів ракетно-космічної техніки у професійній діяльності.

Програмні результати навчання:

Розуміти екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності та корегувати її зміст з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище.

Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.

Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів ракетно-космічної техніки на льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості ракетно-космічної техніки.

Розуміти та обґрунтовувати послідовність проєктування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем ракетно-космічної техніки.

Розуміти структуру та принципи дії бортового обладнання ракетно-космічної техніки.

Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах ракетно-космічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Вступ до фаху» формує у студентів загальне уявлення про обрану спеціальність, її роль у сучасній науці та техніці, а також знайомить із основними напрямками діяльності в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Розглядаються базові поняття, структура галузі, сучасні технології, підприємства та наукові установи, а також перспективи розвитку космічної індустрії.

ТЕМА 1. Основні поняття ракетно-космічної техніки

- Механіка тіла зі змінною масою. Формула Ціолковського
- Рівняння руху космічного апарату
- Експлуатаційні характеристики ракетного двигуна в термінах механіки та газодинаміки
- Швидкість витікання кроликів із капелюха

ТЕМА 2. Динаміка газу в ракетних двигунах

- Основні категорії газодинаміки
- Супутня система координат
- Основні характеристики ракетного двигуна у стаціонарному режимі
- Парадокс із принципом відносності

ТЕМА 3. Термічні ракетні двигуни

- Газодинамічне прискорення
- Хімічні ракетні двигуни
- Ядерні ракетні двигуни
- Необхідність конфузору

ТЕМА 3а. Електростатичні ракетні двигуни

- Складові тяги
- Плазмово-іонні двигуни
- Стаціонарні плазмові двигуни
- Доробок ХАІ у галузі ЕРД

ТЕМА 4. Ракетно-космічні системи

- Масові характеристики ракети
- Багатоступінчасті ракети
- Оптимальний розподіл характеристичної швидкості між ступенями ракети

ТЕМА 5. Незбурений кеплерівський рух

- Обмежена задача двох тіл у небесній механіці
- Траєкторії незбуреного руху

ТЕМА 6. Залежність характеристик кеплерівського руху від часу

- Зміна характеристик у часі (зворотне завдання)
- Зміна характеристик у часі (чисельний метод розв'язання прямої задачі)
- Штучний супутник. Перша та друга космічні швидкості для Землі

ТЕМА 7. Обмежена задача трьох тіл

- Поняття збурення в обмеженій задачі трьох тіл. Сфера дії
- Точки Лагранжа
- Сфера Роша
- Припливна дія

ТЕМА 8. Маневри з великою тягою

- Імпульсний маневр
- Траєкторії Гомана
- Характеристична швидкість імпульсного перельоту на полі двох тіл
- Характеристична швидкість імпульсного перельоту на полі трьох тіл. Третя та "четверта" космічні швидкості для Землі
- Пертурбаційний маневр

ТЕМА 9. Запуск штучного супутника на орбіту

- Маневр "гравітаційний розворот"
- Запуск на базову кругову орбіту без урахування втрат на атмосферний опір
- Запуск на еліптичну орбіту
- Характеристична швидкість запуску з урахуванням обертання небесного тіла
- Втрати на атмосферний опір

ТЕМА 10. Малі збурення кругової орбіти

- Опис збуреного руху як еволюції елементів орбіти
- Положення площини орбіти у просторі
- Рівняння еволюції орбіти, близької до кругової
- Слабо-еліптична орбіта
- Періодичні та вікові збурення
- Еволюція елементів у площині орбіти
- Еволюція площини орбіти

ТЕМА 11. Маневри з малою тягою

- Можливості маневрів з малою тягою
- Резонансний маневр із постійним малим радіальним прискоренням
- Маневр із постійним малим тангенціальним прискоренням

ТЕМА 12. Характеристики електроракетних рушійних установок

- Структура електроракетної енергорушійної установки

- Залежність маси енергоустановки від корисної потужності

ТЕМА 13. Стабілізація орбіти супутника при наявності атмосферного опору

- Стандартна атмосфера
- Рух апарата в розрідженому шарі атмосфери за малого діапазону зміни характеристик траєкторії

ТЕМА 14. Оптимізація параметрів енергорушійної установки на базі електроракетних двигунів

- Оптимізація характеристик
- Оптимальний питомий імпульс міжорбітального переходу з малою тягою
- Оптимальний питомий імпульс маневру подолання атмосферного опору

ТЕМА 15. Корекція орбіти супутника з обліком дії приливних сил і несферичної складної поля тяження головного центру

- Чинник вікового уведення нахилу орбіти і довготи висхідного вузла
- Характеристична швидкість відновлення площини кругової орбіти

Для самостійного вивчення

1. Парадокси механіки і специфіка газодинаміки

- Чи дорівнює імпульс ракети добутку її маси і швидкості центру мас? Механіка тіла змінного складу.
- Чи є виділений об'єм газу матеріальним тілом, а середньомасова швидкість – швидкістю? Неіснуючі сили і роботи.

2. Деякі слідства газодинаміки

- Формула тяги двигуна у стаціонарному режимі роботи за наявності зовнішньої атмосфери.
- Стаціонарна течія однорідного нейтрального газу.
- Щільність потоку імпульсу рухомої точки.
- Імпульс тіла змінного складу.

Теми практичних робіт

1. Розрахунок першої космічної швидкості
2. Дослідження формули Ціолковського
3. Рух супутника по коловій орбіті
4. Енергія орбітального руху
5. Вплив маси ракети на досяжну швидкість
6. Модель запуску ракети (без атмосфери)
7. Порівняння різних двигунів
8. Дослідження траєкторії Гомана

9. Розрахунок періоду обертання супутника
10. Вплив обертання Землі на запуск
11. Імпульсний маневр і зміна орбіти
12. Розрахунок еліптичної орбіти
13. Втрати на атмосферний опір (спрощена модель)
14. Багатоступінчаста ракета
15. Гравітаційний розворот (якісна модель)

5. Індивідуальні завдання

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних робіт, , самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Поточний контроль, модульний контроль, перевірка та захист практичних завдань, залік.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 50 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття та терміни у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- структуру галузі та основні напрями її розвитку;
- історичні етапи становлення авіації та космонавтики, ключові досягнення;
- класифікацію літальних апаратів (літаки, вертольоти, БПЛА, ракети-носії, космічні апарати);
- основні елементи конструкції літальних апаратів (фюзеляж, крила, двигуни, системи керування);
- види ракетних і реактивних двигунів та загальні принципи їх роботи;
- основи реактивного руху та базові уявлення про рух у космічному просторі;
- типи космічних апаратів і їх призначення;
- призначення та загальні принципи роботи систем керування і навігації;
- основи енергозабезпечення космічних апаратів;
- сучасні космічні програми та тенденції розвитку галузі;
- структуру та роль підприємств авіаційно-космічної галузі (в Україні та світі);
- основи інженерної діяльності, етапи проектування;
- принципи академічної доброчесності;
- основні джерела науково-технічної інформації та способи роботи з ними.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- орієнтуватися у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки, розуміти її структуру та основні напрями розвитку;
- розрізняти типи літальних апаратів, їх призначення, основні характеристики та сфери застосування;
- пояснювати принципи роботи базових елементів ракетно-космічної техніки (двигуни, конструкції, системи керування);
- аналізувати прості технічні схеми та конструкції літальних апаратів на базовому рівні;
- використовувати базову технічну термінологію у письмовій та усній формах;
- здійснювати пошук, відбір і узагальнення інформації з навчальних і науково-технічних джерел;
- працювати з елементарною технічною документацією (схеми, креслення, описи);
- виконувати прості інженерні завдання за зразком (аналіз, класифікація, порівняння);
- формулювати висновки за результатами виконаних завдань;
- дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання навчальних робіт;

- організовувати власну навчальну діяльність, виконувати завдання у встановлені терміни;
- презентувати результати роботи (усно або у вигляді коротких письмових звітів).

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виказати розуміння базових положень методики виконання розрахунків.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захистити всі практичні роботи та РР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати розуміння більшості всіх положень методики виконання розрахунків.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Виконати усі завдання, захистити всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати якісне розуміння всіх положень методики виконання розрахунків.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного

університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Вибір параметрів космічних енергорушійних систем для маневрів з малою тягою / С. Ю. Нестеренко, Ю. О. Шепетов. – Навч. посібник з курс. і дип. проектування. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2008. – с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Андреев В. І. Основи аеродинаміки літальних апаратів: підручник. – Київ: НАУ, 2018. – 304 с.
2. Бойко В. М. Конструкція літаків і вертольотів: навч. посіб. – Харків: ХАІ, 2019. – 356 с.
3. Козлов В. О. Основи ракетно-космічної техніки: підручник. – Дніпро: НГУ, 2020. – 412 с.
4. Литвиненко О. І. Теорія польоту літальних апаратів: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 280 с.

Допоміжна

5. Мартинюк П. С. Авіаційні двигуни: навч. посіб. – Харків: ХАІ, 2016. – 320 с.
6. Сидоренко М. П. Вступ до спеціальності “Авіаційна та ракетно-космічна техніка”. – Київ: НАУ, 2021. – 150 с.
7. Гончаренко О. В. Історія авіації та космонавтики: навч. посіб. – Київ: Либідь, 2015. – 268 с.

12. Інформаційні ресурси

1. ДП «КБ Південне»: офіційний сайт. – Режим доступу: <https://www.yuzhnoye.com/>
2. Національний авіаційний університет: офіційний сайт. – Режим доступу: <https://nau.edu.ua/>
3. Сторінка у Менторі - <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3303>