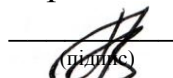


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Кафедра конструкцій і проектування ракетної техніки» (№ 401)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

В.О. Серeda
(ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2021 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Особливості проектування літальних апаратів,
призначених для освоєння космосу**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Ракетні двигуни та енергетичні установки
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна/заочна/дуальна/дистанційна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

Розробник: Бетіна О.Ю., доц. к.401, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)



Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри конструкцій і проектування ракетної техніки (№ 401)

Протокол № _____ від « _____ » _____ 2021 р.

Завідувач кафедри _____
(науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)



Колоскова Г.М.
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)



Ремезок М.В.
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Бетіна Олена Юріївна, к.т.н.. З 2015 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- двигунні установки літальних апаратів;
- основи проектування літальних апаратів, призначених для освоєння космосу;
- особливості проектування конструкцій нетрадиційних конструктивно - силових схем;
- загальна будова об'єктів аерокосмічної техніки.

Напрями наукових досліджень: проектування вільнолітаючих динамічно подібних моделей, вплив метеорологічних та кліматичних умов експлуатації на проектування літальних апаратів.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 3 семестр.

Обсяг дисципліни:

6 кредити ЄКТС (180 годин), у тому числі аудиторних – 62 годин, самостійної роботи здобувачів – 116 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – вибіркова.

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

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

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – елементарна математика, фізика, теоретична механіка, аеродинаміка, динаміка польоту.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – конструкція та проектування літальних апаратів.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення особливостей проектування космічних літальних апаратів.

Завдання

Засвоєння методології проектування та конструювання ракет-носіїв (РН) і супутників.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- знання устрою Всесвіту; основних законів та закономірностей;
- знання рівнянь руху космічних апаратів;
- знання особливостей конструкції РН;

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- вміти розраховувати траєкторії запуску і повернення космічних апаратів;
- вміти вибирати основні параметри РН;
- мати уявлення про сучасні тенденції в галузі

.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Устрій Всесвіту.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Особливості проектування літальних апаратів, призначених для освоєння космосу».

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Особливості проектування літальних апаратів, призначених для освоєння космосу».

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 31 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Устрій Всесвіту.

Тема 2. Устрій Всесвіту; основні закони та закономірності.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-9 годин.*
- *Лабораторна робота: «Теорії створення Всесвіту»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Устрій Всесвіту. Теорія великого вибуху, Галактики, чорні діри. Закони Кеплера (перший, другий, третій). Гравітаційна енергія. Космічні швидкості. Виведення першої, другої, третьої та четвертої швидкості..

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 31-36 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Устрій Всесвіту.

Змістовий модуль 2. Розрахунок орбіт космічних апаратів

Тема 3. Орбіти руху космічних апаратів.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 годин.*

- *Лабораторна робота: «Рівняння руху»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Класифікація орбіт. Перехід з однієї орбіти на іншу. Еліпс Гомана.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Класифікація орбіт космічних апаратів.

Тема 4. Рівняння руху космічних апаратів.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 годин.*

- *Лабораторна робота: «Розробка математичних моделей і розрахунок траєкторії запуску космічного апарату на задану орбіту»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Система рівнянь руху з урахуванням кривизни поверхні Землі.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Світові проекти виведення космічних апаратів на міжпланетні орбіти і їх повернення .

Тема 5. Виведення космічних апаратів на задану орбіту.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-5 годин.*

- *Лабораторна робота: «Розрахунок основних параметрів РН».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Схеми виведення космічного апарату на орбіту (пряме виведення, з проміжною пасивною ділянкою, з проміжною орбітою). Схеми запуску повітряно-космічних літаків. Схеми виведення на міжпланетні траєкторії (біелліптичні орбіти, гравітаційні маневри, сходи Лагранжа.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Розробка в середовищі Mathcad програм розрахунку траєкторій космічних апаратів.

Тема 6. Повернення космічних апаратів.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-5 годин.*

- *Лабораторна робота: «Розрахунок основних параметрів РН».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Схеми повернення космічних апаратів (по балістичній траєкторії, повертаєма маневруючи капсула, по схемі «Бурана», по схемі Зенгера). Проблеми, що виникають при поверненні.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-15 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Розробка в середовищі Mathcad програм розрахунку траєкторій космічних апаратів.

Модульний контроль 1

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та програмне забезпечення.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2.

Змістовний модуль 3. Вибір основних параметрів РН.

Тема 7. Основні параметри РН.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 8-18 годин.*
- *Лабораторна робота: «Розрахунок основних параметрів РН».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Розрахунок ідеальної швидкості. Основні параметри космічного комплексу. Тягоозброєність РН по ступеням. Програма виведення РН на орбіту (вертикальна ділянка, ділянка завалу, ділянки другої і третьої ступені).

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16-34 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Устрій сучасних РН.

Тема 8. Особливості конструкції РН.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16-32 годин.*
- *Лабораторна робота: «Розрахунок конструктивних елементів РН».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Сухі і бакові відсіки. Системи роз'єднання ступенів (холодне, гаряче, мінометне). Елементи системи роз'єднання ступенів (піроболти, пірозамки, подовжені кумулятивні заряди, детонуючі мало імпульсні шнури, піроножи). Особливості конструкції обтічників.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 42-58 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Устрій сучасних РН.

Модульний контроль 2

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютер та програмне забезпечення.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	2	4...12
Модульний контроль	0...38	1	0...38
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	3	4...12
Модульний контроль	0...38	1	0...38
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

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

Іспит проводиться у вигляді тестування. Тест складається з 16 питань закритого типу (за правильну відповідь на одне питання здобувач отримує 5 балів) та двох питань відкритого типу (максимальна кількість балів за відповідь на одне питання – 10).

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та задовільно написати модульні роботи. Знати основні теорії виникнення Всесвіту; вміти скласти рівняння руху космічних апаратів;

знати особливості конструкції РН; вміти розраховувати траєкторії запуску і повернення космічних апаратів та вибирати основні параметри РН..

Добре (75-89) – Твердо знати мінімум. Захистити всі індивідуальні завдання та добре написати модульні роботи. Знати основні теорії виникнення Всесвіту; вміти скласти рівняння руху космічних апаратів; знати особливості конструкції РН; вміти розраховувати траєкторії запуску і повернення космічних апаратів та вибирати основні параметри РН. Розуміти сучасні тенденції в галузі.

Відмінно (90-100) – Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Захистити всі індивідуальні завдання та відмінно написати модульні роботи. Знати основні теорії виникнення Всесвіту; вміти складати рівняння руху космічних апаратів; знати особливості конструкції РН; вміти розраховувати траєкторії запуску і повернення космічних апаратів та вибирати основні параметри РН. Розуміти сучасні тенденції в галузі.

9. 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.

10. 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?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&tp_the mes_basket=&discipline search=no&top_list=1&fullsearch fld=&author fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all theme&theme_id=0&is ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

• Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3238>

11. Рекомендована література

Базова

1. Н.М. Иванов, Л.Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов. Учебник для студентов вузов. М. ДРОФА, 2004. – 544с
2. У. Лох. Динамика и термодинамика спуска в атмосфере планет. М. Мир., 1966. – 276 с..
3. В.Н. Гущин. Основы устройства космических аппаратов. М., Машиностроение, 2003. – 353 с..
4. Проектування і конструкція ракет-носіїв: Підручник / В.В.Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова, Д.Д. Кучма, А.К. Линник та ін.; за ред.. акад. С.М. Конюхова. – Д.: Вид-во ДНУ, 2007. – 504 с.
5. Ю.Г. Сихарулидзе Баллистика и наведение летательных аппаратов / Сихарулидзе Ю.Г. М.: Бином, 2103 – 407 с.

Допоміжна

1. В. Е. Борисов, И. Ю. Кудряшов, А. Е. Луцкий, “Численное исследование трансзвукового обтекания модели надкалиберной головной части ракеты–носителя с учетом акустических возмущений в потоке”, Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018, 264, 16 стр.
2. В. Е. Борисов, А. А. Давыдов, Т. В. Константиновская, А. Е. Луцкий, А. М. Шевченко, А. С. Шмаков, “Моделирование сверхзвукового течения в следе за крылом при $M=2-4$ ”, Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018, 050, 19 стр.
3. В. А. Балашов, В. Е. Борисов, Я. В. Ханхасаева, “Неявная схема для уравнений URANS с моделью турбулентности SST на основе метода LU-SGS”, Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018, 031, 20 стр.
4. A. V. Karakin, M. M. Ramazanov, V. E. Borisov, “The incomplete coupling problem of hydraulic fracturing equations”, Math. Models Comput. Simul., 10:1 (2018), 45–58
5. В. Е. Борисов, А. Е. Луцкий, А. В. Северин, Я. В. Ханхасаева, “Активное воздействие на обтекание гиперзвуковых летательных аппаратов”, Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2016, 137, 14 стр.
6. Гусарова И.А. Выбор схемы крепления теплозащитной плитки к корпусу многоразового космического аппарата / И.А. Гусарова, Е.И. Шевцов, Г.М. Голубков, В.В. Гусев, А.М. Потапов, Т.А. Манько // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып 4 (88). – Х., 2016. – С. 105 – 113.