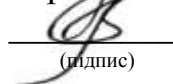


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

В.О.Середа
(ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2021 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Переддипломний курс

(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

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

Розробник: Грищенко О.В. старший викладач каф.401
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

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

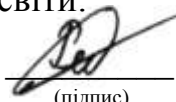
Протокол № 1 від « 27 » серпня 2021 р.

В.о. завідувача кафедри д.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В.О.Середа
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

М.В.Ремезок
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Грищенко Олександр
Володимирович, старший
викладач. З 2008 з року викладає
в університеті наступні
дисципліни:

- автоматичне регулювання ракетних двигунів;
- конструкція і проектування турбонасосних агрегатів;
- випробування ракетних двигунів;
- основи автоматики.

Напрями наукових
досліджень: методи аналогового
акустичного моделювання
високочастотної нестійкості
камер рідинних ракетних
двигунів.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 2 семестр.

Обсяг дисципліни:

6 кредитів ЄКТС (180 годин), у тому числі аудиторних – 64 години, 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 (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – конструкція і проектування ракетних двигунів; живлення та управління ракетних двигунів.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – випробування ракетних двигунів.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Надати уявлення про стан і перспективи розвитку систем управління літальних апаратів, мікродвигунів та газогенераторів прямоточних повітряно-ракетних двигунів, надати знання щодо особливостей та характеристик систем детонаційних двигунів для формулювання проектно-технологічних задач.

Завдання

Оволодіти необхідним обсягом знань, умінь та навичок щодо змісту та об'єму дипломного проекту, вміти обґрунтовувати вибір типів двигунів літальних апаратів згідно результату аналізу досягнень у цій галузі та технічному завданню.

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

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність до проведення досліджень для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності;
- здатність генерувати нові ідеї та реалізувати їх у вигляді інноваційних рішень, працюючи у команді з залученням представників інших професійних груп;
- здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень;
- орієнтування в історії сучасному стані проблемах та перспективах розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог;
- усвідомлення робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки, необхідних для розуміння, опису, вдосконалення об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки та оптимізації їх параметрів;
- здатність ставити та вирішувати професійні задачі на основі знань та розуміння гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних схем;
- здатність проводити роботи з підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій.

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

- мати навички прийняття рішень при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності умов та вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу;
- вміти відповідати за розвиток професійного знання і практик команди в авіаційній та/або ракетно-космічній техніці, оцінку її стратегічного розвитку;
- вміти аналізувати передові наукові та технічні досягнення в галузі проектування та виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки в умовах різних етапів розвитку, використовуючи історичну, патентну та науково-технічну літературу;
- вміти формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі з розроблення новітніх зразків систем та елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі знань та розуміння особливостей їх конструкції та робочих процесів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Аналіз проектування ракетно-технічних систем

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Приклади рішення винахідницьких задач в космічній техніці. Методичні підходи до проектування ракетно-космічних систем. Парадокси проектування. Механізм розвитку методів проектування. Механізм розвитку ракетно-космічних систем.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Розвиток та особливості засобів виведення.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Перспективні напрямки удосконалення хімічних ракетних двигунів. Принципово нові двигуни: детонаційні двигуни та гіперзвукові ракетно-прямотічні двигуни.

Вимоги до перспективних транспортним космічним системам. Технології, необхідні для розробки сучасного покоління транспортних космічних систем: кисенево-метанові РРД; трьохкомпонентні двигуни; рідинно-повітряний ракетний двигун; РРД малої тяги як головний тип виконавчих органів в системах корекції, стабілізації і орієнтації космічних апаратів.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Види випробувань РД та їх призначення. Особливості РРД малої тяги для різних КА.

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): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2.

Тема 3. Імпульсні детонаційні двигуни.

Форма занять: *лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Головні схеми детонаційного двигуна. Запалювання, перехід горіння в детонацію, детонація. Оптимізація переходу горіння в детонацію.

Детонаційний двигун для космічних додатків. Ракетний двигун з постійним детонаційним горінням. Управління вектором тяги. Теплові потоки та система охолодження. Робота в космічному просторі.

Головні труднощі при реалізації детонаційних двигунів.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення теоретичних питань запалювання, переходу горіння в детонацію та підтримки постійної детонації у камерах згоряння.

Тема 4. Прямотічні повітряно-реактивні двигуни на твердому паливі.

- *Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.*
- *Лабораторні роботи: «Особливості конструкції дозвукових прямотічних повітряно-реактивних двигунів», «Особливості конструкції надзвукових прямотічних повітряно-реактивних двигунів на твердому паливі».*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): Атласи конструкції ракетних двигунів та зразки ППРД.*

ППРД на твердому паливі першого та другого покоління. Особливості, переваги та недоліки ППРД. Области використання ППРД. Сучасні ППРД. Схеми, вузли, елементи ППРД: тенденції розвитку, ключові проблеми.

Ефективність ідеального та дійсного циклів ППРД. Вплив термодинамічних параметрів циклу на тягові та питомі характеристики ППРД.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з ППРД наземного та повітряного розміщення. Вивчення рівнянь законів збереження механічної енергії та енергії потоків, що горять, рівнянь ентропії. Використання рівнянь стану ідеального та реального газів. Оформлення лабораторних робіт та підготовка до їх здачі.

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): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2.

Змістовний модуль 3.

Тема 5. Прямотічні повітряно-реактивні двигуни на твердому паливі (ППРДТ) з регулюванням.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.*

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

Регулювання розходу палива у ППРД. Вплив способів регулювання на тягово-економічні характеристики ППРД.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення принципів регулювання ППРД та РДТП.

Тема 6. Ракетно-прямотічні двигуни на твердому паливі (РПДТ)

- *Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.*

- *Лабораторні роботи «Теоретичне визначення параметрів стану повітря у входному дифузори», «Теоретичне визначення зміни тиску у камері РДТП».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютерний клас кафедри 401.*

Вигляд РПДТ. Робочий процес у РПДТ та його особливості. Тверді палива РПДТ. Ефективність горіння твердого палива. Вплив на робочий процес утворення шлаків. Прямотічні повітряно-реактивні двигуни на твердому паливі. *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 18 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення характеристик та особливостей твердих палива РДТП: ДАМСТ, поліетілен, антрацен, бінор-S. Оформлення лабораторних робіт та підготовка до їх здачі.

Модульний контроль 3

- *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): відсутні.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 4.

Тема 7. Питання стійкості у газогенераторах РПДТ з регулюванням.

Форма занять: лекція, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*

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

Нестационарне горіння твердого палива. Сталість робочого процесу у газогенераторах з регулюванням. Експериментальні дослідження сталості модельного газогенератора. Розрахунок динамічних характеристик системи регулювання з центральним тілом.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 18 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з методами оцінки сталості динамічних систем та рівняннями руху двофазних течій.

Тема 8. Проектування зарядів газогенераторів РПДТ.

- *Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 годин.*

- *Лабораторні роботи «Теоретичне визначення параметрів двигуна», «Теоретичне визначення енергетичних характеристик ДУ».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютерний клас кафедри 401.*

Розрахунок газоприходу від газогенератору РПДТ. Розрахунок на міцність заряду газогенератора. Математичне моделювання робочого процесу у РПДТ.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 18 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Ознайомлення з навантаженнями на ЛА з РПДТ: Статичні навантаження. Динамічні навантаження. Коливання корпусу ракети. Оформлення лабораторних робіт та підготовка до їх здачі.

Модульний контроль 4

- *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): відсутні.

- *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 (захист лабораторних робіт), 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
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3(максимальна кількість балів за

			цим показником)
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Модуль 2			
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Усього за семестр			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

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

Білет для іспиту складається з 2-х теоретичних запитань, максимальна кількість балів за кожне запитання – 50.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи з оцінкою «задовільно». Вміти самостійно вибрати конструкційну схему ППРД або ППРДТ залежно від умов використання літального апарату. Вміти розраховувати параметри стану повітря у входному дифузори ППРД та зміну тиску у камері РДТП.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати та захистити всі лабораторні роботи з оцінкою «добре». завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти виконувати розрахунки виходу двигуна на режим та параметрів двигуна на робочому режимі.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при визначення енергетичних характеристик ДУ та балістических характеристик ЛА.

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: на сайті кафедри www.k401.khai.edu, розділ літератури.

11. Рекомендована література

Базова

1. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах Основы теории и расчета Под ред. Д.т.н. Л.С.Яновского М., ИКЦ «Академкнига», 2006 - 345.
2. Боровиков А.Д. и др. Газодинамическое проектирование и расчет характеристик высокоскоростных воздухозаборников//Сб. Теория воздушно-реактивных двигателей и их элементов. М.:МАИ, 1995. С.123-129.
3. Гильманов А.Н., Кулачкова Н.А. Численное моделирование торможения газа в сверхзвуковом воздухозаборнике// ИВУЗ. Авиационная техника, 1996. № 4. С.26-32.
4. Орлов Б.В., Мазинг Г.Ю., Рейдель А.Л. и др. Основы проектирования ракетно-прямоточных двигателей для беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967 – 356 с.
5. Хилькевич В.Я., Шевченко И.В., Яновский Л.С. Устойчивость рабочего процесса в газогенераторах и двигателях на твердых топливах. М.: Российская инженерная академия. 2000 – 105 с.
6. Калинин В.В., Ковалев Ю.Н., Липанов А.М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. М.: Машиностроение, 1986 – 326с.
7. Яновский Л.С., Дубовкин Н.Ф., Галимов Ф.М. и др. Энергоемкие горючие. – Казань: АБАК, 1997 – 131 с.

8. Ильченко М.А., Крютченко В.В и др. Устойчивость рабочего процесса в двигателях летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1995 – 320 с.
9. М.С. Натанзон Неустойчивость горения. М., «Машиностроение», 1986 - .248 с.
10. Combustion processes in propulsion Edited by Gabriel D.Roy Elsevier Inc. 2006 – 438.
- 11.Бурдаков В.П., Данилов Ю.И. Внешние ресурсы и космонавтика. М., Атомиздат, 1976.
- 12.Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей. Под ред. В.М.Кудрявцева. М., Высшая школа, 1975.

Допоміжна

1. Мелькумов Т.М., Мелик-Пашаев Н.И., Чистяков П.Г., Шиуков А.Г. Ракетные двигатели. М., «Машиностроение», 1976.
2. Альбом конструкций ЖРД /В.П.Глушко часть 2, Москва, 1962.
3. Атлас конструкций ЖРД /Г.Г.Гахун и др. часть 1, Москва, 1969.
4. ЖРД второй ступени универсальной ракеты-носителя «Энергия» 11Д122/ составитель В.Г.Калеберда – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк.авиационн-т, 1999.
5. Альбом газогенераторов ЖРД /А.Д.Конопатов и др. Воронеж: ВМЗ – КБХА, 1967.