

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.8 Двигательные установки и энергосистемы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 7 от " 9 " февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

Е.В. Осипов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации 31297

© Осипов Е.В., 2017

© ОГУ, 2017

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- формирование теоретических и практических знаний, физических законов, лежащих в основе создания двигательных установок и энергосистем (ракетных двигателей).

Задачи:

- изучение различных типов двигательных установок, применяемых на ЛА.
- изучение устройства и принципа действия двигательных установок и энергосистем ЛА.
- изучение рабочих процессов и основ расчёта двигательных установок и энергосистем ЛА.
- получение знаний об устройстве и принципе действия агрегатов и систем двигательных установок.
- получение навыков выбора и применения двигательных установок и энергосистем, обеспечивающих заданные тактико-технические характеристики ЛА.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.18 Материаловедение*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.4 Электрооборудование летательных аппаратов*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|--|---|
| <p>Знать: - технический регламент, межгосударственные, национальные, отраслевые стандарты и стандарты организации в части вопросов проектирования двигательных установок</p> <p>Уметь: - готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты.</p> <p>Владеть: - оформлением документов.</p> | ПК-1 способностью и готовностью участвовать в анализе состояния ракетно-космической техники в целом, её отдельных направлений и создании базы современных конструкций и технологий |
| <p>Знать: - компьютерную технику, конструирование и проектирование летательных аппаратов. Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия. Нормативно-техническую документацию: - единая система конструкторской документации; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям.</p> <p>Уметь: Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов.</p> <p>Владеть: Разработкой методической и нормативно-технической. Методами проектирования изделий ракетно-космической техники.</p> | ПК-4 способностью и готовностью принимать участие в научно-исследовательских работах в качестве исполнителя, выполнять техническую работу с применением компьютерных технологий, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях |
| <p>Знать: - основы систем автоматизированного проектирования.</p> <p>Уметь: - читать и понимать техническую документацию на английском языке-</p> | ПК-8 способностью и готовностью участвовать в работе подразделения по разработке и выпуску |

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций | Формируемые компетенции |
|--|---|
| <p>ке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять инструментарий; - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных, конструкторских и проектировочных работ, графического оформления проекта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами разработки текстовой и графической документации в соответствии с требованиями нормативной документации для технических предложений и эскизных проектов на агрегаты, узлы, системы и комплексы двигательных установок; - методами защиты технических предложений, эскизных проектов на агрегаты, узлы, системы и комплексы. | <p>технологической документации на изделие, обеспечение технического контроля качества, выпускаемой продукции и снижение ее стоимости</p> |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | |
|--|-----------------------------------|---------------|
| | 5 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 180 | 180 |
| Контактная работа: | 51,25 | 51,25 |
| Лекции (Л) | 34 | 34 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 |
| Консультации | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 |
| Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю. | 128,75 | 128,75 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Общие сведения о двигательных установках и энергосистемах летательных аппаратов | 14 | 2 | - | 2 | 10 |
| 2 | Основные показатели камеры и двигателя | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 3 | Термодинамический расчёт процессов в камере | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 4 | Газодинамические процессы в камере ракетного двигателя | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 5 | Общие сведения о ЖРД | 12 | 2 | - | 2 | 8 |
| 6 | Процессы в камере сгорания и реактивном | 16 | 4 | - | 2 | 10 |

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|--|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| | сопле ЖРД | | | | | |
| 7 | Характеристики ЖРД | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 8 | Регулирование ЖРД | 12 | 2 | - | 2 | 8 |
| 9 | Процессы теплообмена и защита стенок камеры ЖРД | 16 | 4 | - | 2 | 10 |
| 10 | Общие сведения о РДТТ | 12 | 2 | - | 2 | 8 |
| 11 | Твёрдые ракетные топлива. Внутренняя баллистика РДТТ | 14 | 2 | - | 2 | 10 |
| 12 | Теплозащита РДТТ | 14 | 2 | - | 2 | 10 |
| 13 | Комбинированные и гибридные двигатели | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 14 | Гидроракетные двигатели | 10 | 2 | - | - | 8 |
| 15 | Основные направления развития ракетных двигателей | 10 | 2 | - | - | 8 |
| | Итого: | 180 | 34 | - | 16 | 130 |
| | Всего: | 180 | 34 | - | 16 | 130 |

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Общие сведения о двигательных установках и энергосистемах летательных аппаратов

1.1 Общие сведения о двигательных установках и энергосистемах летательных аппаратов, основные понятия и термины.

1.2 Принципиальная схема реактивного двигателя. Классификация реактивных двигателей. Область применения ракетных двигателей.

2. Основные показатели камеры и двигателя

2.1 Тяга камеры. Удельные параметры камеры – удельный импульс и удельная тяга.

2.2 Основные параметры двигателя: тяга, удельный импульс тяги, тяговая мощность, удельная масса. Скорость ракеты. Идеальная скорость одноступенчатой ракеты. Идеальная скорость многоступенчатой ракеты.

2.3 Влияние различных факторов на скорость полёта ракеты.

3. Термодинамический расчёт процессов в камере

3.1 Основные допущения. Модель рабочего тела.

3.2 Модели рабочего процесса, равновесное течение, химически замороженное течение и др.

4. Газодинамические процессы в камере ракетного двигателя

4.1 Основные уравнения газодинамических процессов в камере ракетного двигателя. Скорость истечения газа из реактивного сопла.

4.2 Связь между профилем канала сопла и скоростью потока газа. Геометрические характеристики реактивного сопла.

5. Общие сведения о ЖРД

5.1 Принципиальная схема ЖРД. Основные системы ЖРД и их назначение.

5.2 Классификация ЖРД. Схемы ЖРД с вытеснительной и насосной системами подачи топлива.

6. Процессы в камере сгорания и реактивном сопле ЖРД

6.1 Рабочий процесс в камере сгорания ЖРД.

6.2 Общая характеристика процесса. Распыление компонентов. Смещение компонентов. Горение. Математическая модель процесса горения.

6.3 Обобщенные характеристики процессов в камере сгорания. Элементы теории форсунок. Распыление компонентов топлива. Характеристики распыления.

6.4 Конструктивное исполнение форсунок, применяемых в ЖРД. Особенности процессов в реактивном сопле.

6.5 Коэффициенты, характеризующие процессы в реактивном сопле.

7. Характеристики ЖРД

7.1 Понятие о статических характеристиках ЖРД. Внешние и внутренние факторы, влияющие на параметры ЖРД.

7.2 Эксплуатационные характеристики ЖРД: высотная и расходная характеристики.

8. Регулирование ЖРД

8.1 Понятие о динамических процессах в ЖРД. Некоторые принципы расчёта динамических процессов двигателя.

8.2 Основные задачи регулирования ЖРД. Запуск и останов ЖРД.

9. Процессы теплообмена и защита стенок камеры ЖРД

9.1 Характеристика условий работы камеры ЖРД. Основные способы защиты стенок камеры сгорания ЖРД.

9.2 Теплоотдача от продуктов сгорания к стенкам камеры и трение.

9.3 Распределение плотности теплового потока по тракту камеры.

10. Общие сведения о РДТТ

10.1 Краткие сведения из истории развития РДТТ. Состав РДТТ.

10.2 Достоинства и недостатки РДТТ.

10.3 Заряды РДТТ.

10.4 Принципы создания управляющих моментов и сил.

11. Твёрдые ракетные топлива. Внутренняя баллистика РДТТ

11.1 Основные требования к твёрдым ракетным топливам. Их характеристики.

11.2 Двухосновные (баллистические) топлива: состав и свойства, смесевые топлива: состав и свойства. Горение твёрдых ракетных топлив.

11.3 Механизм горения. Горение двухосновных и смесевых топлив. Схемы горения. Зависимость скорости горения от основных факторов: давления в камере сгорания, начальной температуры заряда и др. Основные уравнения внутренней баллистики РДТТ.

11.4 Методы регулирования скорости горения.

11.5 Камера и заряд РДТТ. Исходные данные.

11.6 Основы расчёта заряда двигателя. Особенности расчёта газогенератора. Подбор воспламенителя.

12. Теплозащита РДТТ

12.1 Особенности теплоотдачи к элементам конструкции РДТТ. Характерные области расчёта.

12.2 Основные способы тепловой защиты элементов конструкции: радиационное охлаждение, внутреннее охлаждение, емкостное охлаждение, теплоизоляционные покрытия, комбинированные системы тепловой защиты.

12.3 Защита от химического и теплового воздействия потока.

13. Комбинированные и гибридные двигатели

13.1 Общие сведения о комбинированных и гибридных двигателях.

13.2 Ракетно-прямоточные двигатели.

13.3 Ракетно-турбинные двигатели.

13.4 Гибридные двигатели. Принципиальные схемы.

13.5 Характеристика топлива.

14. Гидроракетные двигатели

14.1 Схема и принцип действия гидроракетных двигателей. Гидрореагирующие топлива.

14.2 Состав и горение гидрореагирующих топлив.

14.3 Энергетические характеристики гидрореагирующих топлив.

14.4 Организация рабочего процесса в гидроракетных двигателях.

15. Основные направления развития ракетных двигателей

15.1 Основные направления развития ЖРД: топлива, основные параметры и конструктивное совершенство ЖРД. Совершенствование методов теории и моделирования.

15.2 Основные направления развития РДТТ: топлива, материалы и конструктивное совершенство. Совершенствование методов теории и моделирования.

4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|------|-----------|---------------------------------|--------------|
|------|-----------|---------------------------------|--------------|

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Изучение конструкции ЖРД. | 2 |
| 2 | 5 | Изучение систем подачи топлива. | 2 |
| 3 | 6 | Изучение смесеобразования в камере сгорания ЖРД. Изучение конструкций смесительных головок | 2 |
| 4 | 8 | Изучение элементов арматуры. | 2 |
| 5 | 9 | Изучение работы газогенераторов. | 2 |
| 6 | 10 | Изучение конструкции РДТТ | 2 |
| 7 | 11 | Изучение способов теплозащиты элементов ракетных двигателей | 2 |
| 8 | 12 | Теплозащита РДТТ | 2 |
| | | Итого: | 16 |

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Припадчев А.Д. Расчет массы и размеров летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 160400.62 Ракетные комплексы и космонавтика / А.Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: Университет, 2013. - 166 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов [Текст] : [монография] / под ред. Г. А. Тирского. - М. : Физматлит, 2011. - 546 с.

2. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении [Текст] : учебное пособие / В. И. Круглов [и др.]. - Москва: Логос, 2011. - 432 с.

3. Савельев С.К. Экспериментальные методы исследования газодинамики РДТТ [Текст] : монография / С. К. Савельев, В. Н. Емельянов, Б. Я. Бендерский . - СПб. : Недра, 2007. - 268 с.

4. Липанов А.М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива [Текст] : учеб. для вузов / А.М. Липанов, А.В. Алиев . - М. : Машиностроение, 1995. - 400 с.

5. Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Ракетостроение и космонавтика" / К.С. Колесников [и др.]. - Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 374 с.

5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. – М. : Агенство «Роспечать», 2007. – № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2009. – № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2010. – № 1, 2, 4 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2012. – № 4 – 5 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2013. – № 1 – 6 [1 *чз ни*]

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://avia.pro/blog/gazoturbinnyy-dvigatel-foto-stroenie-harakteristiki> - «Газотурбинный двигатель самолета», Фото. Строение. Характеристики.

2. <http://avia-simply.ru/tipi-avia-dvigatelej/> - Авиация, понятная всем.

3. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы авто-матизированного проектирования аддитивных технологий».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office/Libre Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Учебные аудитории:

- компьютерный класс;
- лекционная аудитория;
- лаборатория систем двигателей;
- лаборатория силовых установок.