

Разработана в соответствии с ООП по направлению подготовки: 24.05.02 – «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Специализация – «Проектирование жидкостных ракетных двигателей».

Программу составил:

доцент кафедры «Авиа- и ракетостроение»,

к.т.н., доцент

И.Н. Гречух

Обсуждена на заседании кафедры

«Авиа- и ракетостроение», протокол № 8 от 27 марта 2017 г.

Зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»

к.т.н., доцент

А.Б. Яковлев

«27» 03 2017 г.

Руководитель ООП

Зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»

к.т.н., доцент

А.Б. Яковлев

«27» 03 2017 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Целью преподавания дисциплины «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива (РДТТ)» является формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для работы в промышленности, а также в области проектирования и конструирования баллистических ракет с ракетными двигателями твердого топлива.

Основные задачи дисциплины

- 1) Получить общие сведения о ракетах с РДТТ.
- 2) Изучить конструкцию и устройство баллистических ракет с РДТТ.
- 3) Уметь определять нагрузки, действующие на элементы конструкции ракет с РДТТ.
- 4) Изучить особенности баллистического проектирования ракет с РДТТ.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» относится к базовой части блока дисциплин.

Студент, изучающий дисциплину «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива», должен знать основные законы и понятия, изучаемые в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Прикладная механика», «Материаловедение и ТКМ», «Основы теории полета», «Конструкция и расчет РДТТ».

Дисциплины, изучаемые одновременно: «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Теория, расчет и проектирование воздушно-реактивных двигателей», «Энергетические машины и установки», «Автоматика и регулирование ракетных двигателей».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате освоения дисциплины «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция
24.05.01	способностью принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-1)
	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений (ПК-5)

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

Знать:

3.1. Основы расчета и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА;

3.2. Принцип действия и устройство проектируемых изделий и объектов.

Уметь:

- У.1.** Рассчитывать и конструировать отдельные детали и узлы двигателей и энергетических установок ЛА с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- У.2.** Составлять описания принципа действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений

Владеть:

- В.1.** Навыками расчета и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок ЛА с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- В.2.** Навыками составления описания принципа действия и устройства проектируемых изделий и объектов

3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций

Компетентностная модель дисциплины

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
ПК-1	3.1	У.1	В.1	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
ПК-5	3.2	У.2	В.2	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3

Средства и технологии оценки: 1 – Экзамен, 2 – Отчет по лабораторным работам, 3 – Отчет по практическим занятиям, 4 – Устный опрос, 5 – РГР

Технологии формирования компетенции: 1 – Информационно-развивающие технологии, 2 - Развивающие проблемно-ориентированные технологии, 3 – Личностно ориентированные технологии обучения

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

Очная форма обучения

Вид занятий	Всего час/ зач. ед.	Семестры			
		7	8	9	10
Всего аудиторных занятий:	72				72
Лекции	36				36
Практические занятия	18				18
Лабораторные занятия	18				18
Самостоятельная работа:	72				72
Самостоятельное изучение материала дисциплины и подготовка к аудиторным занятиям	52				52
Расчетно-графическая работа	20				20
Количество часов на экзамен	36				36
Всего по дисциплине	180/5				180
Вид аттестации за семестр	Экз.				Экз.

5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Общие сведения о ракетах с РДТТ.
2. Массовый анализ и баллистическое проектирование ракет с РДТТ
3. Нагрузки и нагрев конструкций ракеты с РДТТ.

Содержание модулей	Форма обучения
	очная Кол часов Лек/СРС
Модуль 1. Общие сведения о ракетах с РДТТ	
Общие сведения о ракетах с РДТТ.	2/2
Требования, предъявляемые к управляемым баллистическим ракетам на твердом топливе.	2/2
Конструктивно-компоновочные схемы ракет с РДТТ.	2/2
Перспективы развития ракет с РДТТ.	2/2
Материалы, применяемые в ракетах с РДТТ.	2/2
Органы управления ракет с РДТТ, основные требования к органам управления.	2/2
Органы управления ракет с РДТТ, конструкция, расчет основных характеристик.	2/2
Модуль 2. Массовый анализ и баллистическое проектирование ракет с РДТТ	
Массовый анализ ракет с РДТТ	2/4
Проектные параметры ракет с РДТТ.	2/4
Выбор числа ступеней ракеты с РДТТ	2/4
Определение оптимального соотношения масс ступеней	2/4
Выбор давления в камере сгорания и на срезе сопла двигателя	2/4
Приближенное баллистическое проектирование ракеты с РДТТ.	2/4
Гарантированная дальность полета и расчет гарантийных запасов топлива	2/4
Особенности баллистического проектирования ракет-носителей с РДТТ.	2/4
Модуль 3. Нагрузки и нагрев конструкций ракеты с РДТТ	
Особенности эксплуатации ракет с РДТТ.	2/2
Нагрузки при наземной эксплуатации ракеты. Динамические нагрузки, действующие на ракету в различных условиях эксплуатации.	2/2
Аэродинамический нагрев. Расчет температурных полей в конструктивных элементах ракеты при различных условиях её эксплуатации.	2/2

Итого 36/52

5.2. Содержание практических занятий

Основные цели: привитие студентам навыков в решении задач проектирования с использованием справочной литературы, специальных атласов и таблиц; подготовка студентов к самостоятельному выполнению расчетов в курсовом проектировании, в подготовке выпускной квалификационной работы.

Содержание практических занятий	Часы
Модуль 1. Общие сведения о ракетах с РДТТ	
<i>Практическое занятие 1.</i> Расчет мощности рулевой машинки.	2
<i>Практическое занятие 2.</i> Расчет потерь дальности полета ракеты, связанных с работой органов управления.	2
Модуль 2. Массовый анализ и баллистическое проектирование ракет с РДТТ	
<i>Практическое занятие 3.</i> Массовый расчет ракеты	2
<i>Практическое занятие 4.</i> Проектировочный баллистический расчет ракеты.	2
<i>Практическое занятие 5.</i> Определение геометрических и тяговых характеристик ракеты.	2
<i>Практическое занятие 6.</i> Создание габаритного чертежа ракеты.	2
Модуль 3. Нагрузки и нагрев конструкций ракеты с РДТТ	
<i>Практическое занятие 7.</i> Расчет статических нагрузок действующих на ракету при её транспортировке автомобильным транспортом.	2
<i>Практическое занятие 8.</i> Расчет динамических нагрузок действующих на ракету при её транспортировке автомобильным транспортом.	2
<i>Практическое занятие 9.</i> Расчет температурных полей в конструктивных элементах ракеты.	2

Итого: 18

5.3. Содержание лабораторных занятий

Основные цели: изучить конструкцию, устройство, принцип работы основных агрегатов и узлов ракетных двигателей; привить студентам навыки в использовании справочной литературы и атласов; подготовить студентов к самостоятельному выбору конструктивных решений в курсовом проектировании, в подготовке выпускной квалификационной работы.

Содержание лабораторных занятий	Часы
Модуль 1. Общие сведения о ракетах с РДТТ	
<i>Лабораторная работа 5.</i> Конструктивно-компоновочные схемы ракет с РДТТ.	2
<i>Лабораторная работа 1.</i> Изучение конструкции баллистической ракеты с РДТТ.	2
<i>Лабораторная работа 2.</i> Изучение конструкции баллистической ракеты с РДТТ.	2
<i>Лабораторная работа 3.</i> Органы управления баллистических ракет с РДТТ.	2
<i>Лабораторная работа 4.</i> Органы управления баллистических ракет с РДТТ.	2
<i>Лабораторная работа 6.</i> Принципиальные схемы двигателей специального назначения и особенности определения их характеристик.	2
<i>Лабораторная работа 7.</i> Принципиальные схемы двигателей специального назначения и особенности определения их характеристик.	2
<i>Лабораторная работа 8.</i> Опытная отработка систем ракеты.	2
<i>Лабораторная работа 9.</i> Утилизация ракет с РДТТ.	2

Итого: 18

6. Образовательные технологии

6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива» используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС
Метод ИТ	+	+	+	+
Работа в команде		+	+	+
Case-study		+	+	
Проблемное обучение	+	+		
Контекстное обучение	+	+	+	+
Обучение на основе опыта	+	+	+	+
Индивидуальное обучение		+		+
Междисциплинарное обучение	+	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа		+	+	+

6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»)

№	Модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Модуль 1, 2, 3	Лекции Проблемное обучение, метод ИТ	8
2	Модуль 1	Лабораторные работы. Работа в команде (малых группах) СРС. Пережающая самостоятельная работа	2 2
3	Модуль 1, 2, 3	Практические занятия. Case – Study СРС. Выполнение РГР. Метод проектов.	2 2
Итого			16

Примечание. Объем часов занятий в интерактивной форме обучения (согласно П ОмГТУ 75.03-2012) должен составлять (20..40 %) от объема часов аудиторных занятий.

7. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах

№	Вид СРС	Кол-во часов ⁷
---	---------	---------------------------

1.	Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебников и учебных пособий.	25
2.	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	27
3.	Выполнение РГР	20

Итого 72

⁷ Обоснование трудоемкости на выполнение СРС произведено на основании рекомендаций учебника «Управление факультетом» под ред. С.Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 695 с.

7.2. Расчетно-графическая работа, её характеристика. Задача расчетно-графической работы состоит в развитии практических навыков в проведении расчетов ракет с РДТТ. Расчетно-графическая работа состоит из расчетной части объемом 15 – 20 листов.

Темы расчетно-графических работ

1. Расчет массовых и геометрических характеристик одноступенчатой ракеты с РДТТ.
2. Расчет массовых и геометрических характеристик РБ1 двухступенчатой ракеты с РДТТ.
3. Расчет массовых и геометрических характеристик РБ2 двухступенчатой ракеты с РДТТ.

8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- экзаменационные вопросы;
- вопросы и задания для практических занятий;
- вопросы для защиты лабораторных работ;
- варианты расчетно-графической работы;
- вопросы к защите расчетно-графической работы;
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, итоговую аттестацию в форме экзамена.

Студентам предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса.

8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

Модуль 1

1. Классификацию ракет по назначению.
2. Классификацию баллистических ракет.
3. Основные требования к конструктивно-компоновочной схеме ракеты.
4. Достоинства и недостатки конструктивных схем ракет с последовательным соединением ступеней.
5. Достоинства и недостатки конструктивных схем ракет с параллельным соединением ступеней.
6. Достоинства и недостатки конструктивных схем ракет с комбинированным соединением ступеней.
7. Основные отсеки двухступенчатых баллистических ракет с РДТТ.

8. Назначение и расположение приборного отсека.
9. Донная защита ракеты.
10. Люки и крышки люков: крышки люков; крепление крышек; герметизация крышек люков и створок.
11. Перечислите основные типы органов управления ракет с РДТТ.
12. Перечислите основные приводы органов управления ракет с РДТТ.
13. Какие двигатели относятся к двигателям специального назначения?
14. Особенности конструктивно-компоновочных схем двигателей специального назначения.
15. Область применения твердотопливных газогенераторов в ракетах с РДТТ.
16. Методы утилизации топлив смесового типа.

Модуль 2

1. Сформулируйте прямую задачу баллистического проектирования.
2. Сформулируйте обратную задачу баллистического проектирования.
3. Основные проектные параметры ракет с РДТТ.
4. Какие критерии используют для сравнения различных твердых ракетных топлив?
5. Стандартные характеристики твердых ракетных топлив.
6. Средняя плотность современных твердых ракетных топлив.
7. Рекомендуемые диапазоны давления в камере сгорания и на срезе сопла РДТТ.
8. Рекомендуемые диапазоны относительной длины заряда и скорости горения топлива РДТТ.
9. Определение средней (приведенной) плотности заправленной ракеты.
10. Какие требования предъявляют к положению центра масс ракеты?
11. От каких параметров зависит положение центра давления ракеты?

Модуль 3

1. Перечислите основные особенности эксплуатации ракет с РДТТ.
2. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при наземной эксплуатации?
3. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при транспортировке по шоссейным и грунтовым дорогам?
4. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при транспортировке железнодорожным транспортом?
5. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при транспортировке водным транспортом?
6. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при транспортировке самолетом?
7. Какие нагрузки действуют на ракету с РДТТ при подъеме на пусковой стол?
8. Какие перемещения возникают в корпусе ракеты при воздействии динамических нагрузок?
9. Каким параметром характеризуется интенсивность обмена тепловой энергией между воздушным потоком и корпусом ракеты?

9. Ресурсное обеспечение дисциплины

9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лаборатория «Ракеты и ракетные двигатели». Макеты изделий 8К64, 8К84. Наглядные пособия: двигатели 3 шт., РД8, Д419, турбонасосный агрегат, экспонаты ЖРД, элементы автоматики подачи топлива. Мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран (ауд. 3-215).
2. Кафедральный компьютерный класс, 10 ПК на базе процессора Intel Pentium IV (ауд. 3-307).
3. Ракеты: Изд. № 1, 2, 3.

9.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.2.1. Основная литература

1. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе [Текст] / Б. В. Обносков [и др.]; ред. В. А. Сорокин, 2014. - 303 с. (гриф, ОУЛ-23).
2. Гречух, Л.И. Ракетные двигатели твердого топлива [Электронный ресурс] / Л. И. Гречух, И. Н. Гречух, 2016. - 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

9.2.2. Дополнительная литература

1. Дорофеев, А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование: учеб. для вузов по специальности "Авиа- и ракетостроение" / А. А. Дорофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 463с. (гриф, ОУЛ-32).
2. Баллистические ракеты с РДТТ: метод указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Основы проектирования, конструирования и производства ЛА»/ сост.: Л. И. Гречух, И. Н. Гречух - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2017.-116 с. (73 + ЭБС).
3. Ракеты-носители. Проекты и реальность: справ. пособие: в 2 кн./В.Н. Блинов, Н.Н. Иванов, Ю.Н. Сеченов, В.В. Шалай. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. -Кн.1: Ракеты-носители России и Украины.–2011.– 379с. (70 + ЭБС). Кн.2: Зарубежные ракеты-носители.–2011.– 399с. (70 + ЭБС).

9.2.3. Периодические издания

1. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра. 2006 – 2014
2. Авиационные и ракетные двигатели: ЭРЖ. 1997-2014
3. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 1993 – 2014
4. Новости космонавтики.2005 – 2014
5. Полет. 2005 – 2014
6. Омский научный вестник. Серия. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2014
7. Ракетостроение: ЭРЖ. 1977-1980
8. Ракетостроение и космическая техника: ЭРЖ. 1997-2016

9.2.4. Информационные ресурсы

1. ЭБС «АРБУЗ»
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru
3. Интегрум
4. SPRINGER

К.О.

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

Григорьев / Горбунова

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)