

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«Утверждаю»

Проректор по УМР

Л.О. Штриплинг

03 2017г



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**«Топлива и рабочие процессы в авиационных и  
ракетных двигателях»**

**24.05.02 – Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

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

Программу составил:

доцент кафедры «Авиа- и ракетостроение»,

к.т.н., доцент



И.С. Вавилов

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

Цель дисциплины. Целью изучения дисциплины «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» является формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для работы в промышленности, а также в области проектирования и конструирования основных конструктивных элементов ракет.

### Основные задачи дисциплины.

- 1) Изучить основы теории горения топлива двигателей летательных аппаратов.
- 2) Получить сведения о типах и видах реактивных и ракетных топлив.
- 3) Ознакомить со способами производства топлив летательных аппаратов.
- 4) Овладеть практическими навыками при выполнении инженерных расчетов на теплотворность ракетных топлив.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» входит в базовую часть блока 1 (Б1) в системе подготовки специалистов по направлению 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование жидкостных ракетных двигателей»..

Студент, изучающий дисциплину «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» должен знать основные законы и понятия, изучаемые в дисциплинах: «Химия», «Прочность конструкции», «Термодинамика и теплопередача», «Основы устройства и проектирования ракет», «Технология производства ракетных двигателей».

Дисциплины, изучаемые одновременно: «Основы теории жидкостных ракетных двигателей», «Прикладные методы расчета конструкций ракетно-космической техники».

Последующие дисциплины: «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

**3.1.** В результате освоения дисциплины «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция ((шифр) – формулировка)
24.05.02	(ПК-1) – способность 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;
	(ПСК-3.5) – способность разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия жидкостных ракетных двигателей на биосферу земли в процессе всего жизненного цикла

**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.** основные понятия, определения, законы в области теории горения топлива;

**3.2.** виды топлив, условия и области их применения;

**3.3.** способы производства реактивных и ракетных топлив;

**Уметь:**

**У.1.** получать новые математические и естественнонаучные знания с использованием современных образовательных и информационных технологий; самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональных компетенций;

**У.2.** проводить тепловые расчёты и выбирать оптимальное топливо в зависимости от поставленных перед летательным аппаратом задач;

**У.3.** определять эксплуатационные характеристики различных видов топлив;

**Владеть:**

**В.1.** навыками проведения анализа видов топлив, обеспечивая получение оптимальных эксплуатационных характеристик при минимальной стоимости изделия;

**В.2.** методами определения теплотворной способности топлива;

**В.3.** навыками приборного определения физических и химических свойств топлив;

**В.4.** литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи, умением создавать и редактировать тексты профессионального назначения, анализировать логику рассуждений и высказываний.

**3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций.**

*Компетентностная модель дисциплины*

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенций*
	Знания (З)	Умения (У)	Владения (В)		
ПК-1	3.1-3.2	У.2	В.1-В.2	Зачёт, устный опрос, отчеты по практическим работам, РГР	6.1.1-6.1.3
ПСК-3.5	3.1	У.1, У.3	В.3-В.4		6.1.1-6.1.3

\* Образовательные технологии, используемые при реализации дисциплины, указаны в п.6.

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

**Очная форма обучения**

Вид занятий	Всего (час / зач. ед.)	Семестры			
		5	6	7	8
<b>Всего аудиторных занятий:</b>	<b>36</b>			<b>36</b>	
Лекции	18			18	

Практические занятия	18			18	
Лабораторные занятия	-			-	
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>72</b>			<b>72</b>	
Самостоятельное изучение материала дисциплины и подготовка к практическим занятиям	52			52	
Домашнее задание	20			20	
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>108/3</b>			<b>108/3</b>	
Вид аттестации за семестр	Зачёт			Зачёт	

## 5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

### 5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Общие понятия о топливах.
2. Топлива ЛА.
3. Специальные виды топлив.
4. Выбор и производство топлива.

	Содержание модулей	Форма обучения
		Очная
1	<b>Модуль 1. Общие понятия о топливах</b>	
	Топлива двигателей летательных аппаратов: основные понятия, сущность горения.	2/4
	Термогазодинамические и энергетические основы рабочего процесса в авиационных и ракетных двигателях. Топливо как источник рабочего тела	2/4
	Основные показатели физических свойств топлив. Химические свойства топлив. Общие требования к топливу.	0/4
2	<b>Модуль 2. Топлива ЛА</b>	
	Топлива для воздушно-реактивных двигателей (реактивные топлива)	2/4
	Жидкие ракетные топлива: общие понятия и определения, классификация, окислители, горючие.	2/4
	Твёрдые ракетные топлива: классификация и основные определения, баллистические и смесевые топлива. Свойства ГРТ	0/6
3	<b>Модуль 3. Специальные виды топлив</b>	
	Высокоэнергетические топлива, смешанные топлива.	2/4
	Трёхкомпонентное смешанное ракетное топливо, смешанное многокомпонентное топливо	2/6
	Топливо и рабочие тела ядерно-ракетных двигателей.	2/6
4	<b>Модуль 4. Выбор и производство топлива</b>	
	Оценка и выбор топлива.	2/6
	Краткие сведения о производстве топлив.	2/4
	<b>Итого</b>	<b>18/52</b>

X/Y – количество часов (лекции/самостоятельная работа) по дисциплине.

### 5.2. Практические занятия

Основные цели: закрепление теоретического материала дисциплины; привитие студентам навыков в решении задач поиска оптимальных типов топлива с использованием справочной литературы, специальных атласов и таблиц.

Содержание практических занятий	Часы
Модуль 1. Общие понятия о топливах	
Практическое занятие 1. Основные показатели физических свойств топлив (нефти и нефтепродуктов).	2
Практическое занятие 2. Химические свойства топлив.	2
Практическое занятие 3. Общие требования к топливу.	2
Модуль 2. Топлива ЛА	
Практическое занятие 4. Жидкие ракетные топлива: окислители.	2
Практическое занятие 5. Жидкие ракетные топлива: горючие.	2
Практическое занятие 6. Твёрдые ракетные топлива.	2
Практическое занятие 7. Трёхкомпонентное смешанное ракетное топливо.	2
Практическое занятие 8. Многокомпонентное смешанное ракетное топливо.	2
Модуль 3. Специальные виды топлив	
Практическое занятие 9. Топливо ядерно-ракетного двигателя.	2

**Итого: 18**

## 6. Образовательные технологии

**6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:**

6.1.1. Информационно-развивающие технологии.

6.1.2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.

6.1.3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Практические занятия	СРС
Метод IT	+	+	+
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	Практические занятия. Работа в команде. Case – Study СРС. Опережающая самостоятельная работа	6

2	Модуль 2	Практические занятия. Работа в команде. Case – Study СРС. Выполнение РГР. Метод проектов.	6
3	Модуль 3	Практические занятия. Работа в команде. Case – Study СРС. Выполнение РГР. Опережающая самостоятельная работа	8
Итого:			20

## 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*
		Сем. 7
1	Подготовка к практическим занятиям	28
2	Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплин	24
3	Выполнение РГР	20
Итого		72

\* 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 по модулям:

Модуль 2.

Тема РГР - «Расчет эксергии топлива летательного аппарата».

## 8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» могут привлекаться в качестве внешних экспертов: представители работодателей – работники предприятий.

### 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, владение и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» включает:

- вопросы к зачёту;
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Топлива и рабочие процессы в авиационных и ракетных двигателях» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

### 8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

1. Источники энергии химических двигателей.

2. Классификация топлив ЛА.
3. Требования, предъявляемые к топливам.
4. Требования к топливу как охладителю.
5. Гомогенное топливо.
6. Вибрационное горение.
7. Основные виды топлив воздушно-реактивного двигателя.
8. Стехиометрическое соотношение компонентов топлива.
9. Гетерогенное топливо.
10. Теплотворная способность единицы массы и единицы объёма топлива.
11. Вязкость ракетных топлив.
12. Температура кипения ракетных топлив.
13. Газопроизводительность ракетных топлив.
14. Скорость горения ракетных топлив.
15. Химическая и физическая стабильность ракетных топлив.
16. Основные виды кислородных ракетных топлив.
17. Основные виды топлив на основе азотной кислоты.
18. Ракетные топлива на основе фтора.
19. Закон Аррениуса, скорость химической реакции.
20. Основные достоинства и недостатки водорода как ракетного топлива.

## **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, эксп. 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. Топлива двигателей летательных аппаратов: учеб. пособие / сост. И. С. Вавилов, О. Л. Прусова, П. С. Ячменев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. – 96 с.

#### **9.2.2. Дополнительная литература**

1. Основы баллистического проектирования искусственных спутников Земли: учеб. пособие для вузов по специальности «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» / В.В. Зеленцов, В.П. Казаковцев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 174 с. (гриф, ОУЛ-18)
2. Дорофеев, А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчёт и проектирование: учеб. пособие 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. – 463 с, (ОУЛ-36).

#### **9.2.3. Периодические издания**

1. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра. 2006 – 2016
2. Прочность конструкций и материалов: ЭРЖ. 2002 – 2016

3. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 1996 – 2017 ✓
4. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2007 – 2011 ✓
5. Космонавтика и ракетостроение. 2007-2010 ✓
6. Новости космонавтики. 2005 – 2017 ✓
7. Полет. 2005 – 2017 ✓
8. Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2017

✓ **9.2.4. Информационные ресурсы**

1. ЭБС «АРБУЗ»
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru
3. Интегрум
4. Патенты России
5. Стандарты стран СНГ и России
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ
7. SPRINGER/ Авиационная и ракетно-космическая техника.

**К.О.**

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

*Анна Горбунова*

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)