


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

 / Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Кузьмин Алексей Михайлович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-2 — способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
ПСК-2.04 — способностью проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **УК-2**

*знания:*

системы управления проектами, знать какие типы и как они встраиваются в процессы;

*умения:*

*умения:*

применение программ управления проектами;

*навыки:*

подходы к управлению жизненным циклом продукта.

### **ПСК-2.04**

*знания:*

Знать какие модели применяются при численном моделировании газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и ЭУ ЛА;

Знать программное обеспечение для проведения численных расчетов;

*умения:*

Уметь выбирать необходимое программное обеспечение для проведения численного исследования газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА;

*навыки:*

Использовать программное обеспечение для численного моделирования процессов и программное обеспечение.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТАНОВКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки
- ОПК-5 — Способен участвовать в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений двигателей летательных аппаратов на всех этапах жизненного цикла
- ПСК-2.04 — способностью проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-2	ПСК-2.04
6	11	Раздел 1. Существующие и перспективные топлива и рабочие тела для двигателей летательных аппаратов (ЛА); энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА. Лекция 1. Тип – информационная. Перспективные источники энергии для двигателей летательных аппаратов (ЛА). Энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА.	20	8	4	4	12	10	10
6	11	Раздел 2. Результаты использования криогенных горючих в первых отечественных разработках летательных аппаратов с ракетными и реактивными двигателями; перспективные конструктивные и технологические решения по камерам сгорания, пуско-отсечной арматуре и условиям работы двигательных установок. Лекция 1. Тип – информационная. Отечественные двигатели ЛА на криогенном топливе. Особенности конструкции ЛА при использовании перспективных видов топлив.	20	6	3	3	14	10	10
6	11	Раздел 3. Технология организации пульсационно-детонационного (ПДД) сгорания топлив в ДУ ЛА; энергетические преимущества применения углеводородных горючих в ПДД по сравнению с их использованием в ВРД и ЖРД. Лекция 1. Тип – информационная. Двигатели пульсационно-детонационного действия (ПДД). Энергетические преимущества перед ВРД и ЖРД. Применения углеводородных горючих в ПДД.	14	4	2	2	10	20	20
6	11	Раздел 4. Пути повышения энергетических характеристик углеводородных горючих в двигателях за счет их энергообработки перед подачей в камеру сгорания двигателя. Лекция 1. Тип – информационная. Методы энергообработки углеводородных горючих перед подачей в камеру сгорания двигателя. Сравнение энергетических характеристик.	22	8	4	4	14	20	20
6	11	Раздел 5. Химмотология и направления ее развития при создании двигателей ЛА; использующих криогенные горючие. Лекция 1. Тип – информационная. Основные задачи химмотологии. Применение для разработки перспективных топлив для ЛА.	12	2	1	1	10	20	20
6	11	Раздел 6. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА. Лекция 1. Тип – информационная. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.	9	2	1	1	7	10	10
6	11	Раздел 7. Энергетические источники. Лекция 1. Тип – информационная. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.	11	4	2	2	7	10	10
Всего за 11 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Существующие и перспективные топлива и рабочие тела для двигателей летательных аппаратов (ЛА); энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА.	Сравнительные характеристики различных топлив и рабочих тел; экологические и энергетические преимущества хранения криогенных топлив в ЛА.	4
2	Раздел 2. Результаты использования криогенных горючих в первых отечественных разработках летательных аппаратов с ракетными и реактивными двигателями; перспективные конструктивные и технологические решения по камерам сгорания, пуско-отсечной арматуре и условиям работы двигательных установок.	Особенности камер сгорания и пуско-отсечной арматуры реактивных и ракетных двигателей при работе на криогенных компонентах.	3
3	Раздел 3. Технология организации пульсационно-детонационного (ПДД) сгорания топлив в ДУ ЛА; энергетические преимущества применения	Изучение особенностей детонационного сгорания и пульсационно-детонационного горения	2

	углеводородных горючих в ПДД по сравнению с их использованием в ВРД и ЖРД.	топлив в детонационных камерах трубного типа.	
4	Раздел 4. Пути повышения энергетических характеристик углеводородных горючих в двигателях за счет их энергообработки перед подачей в камеру сгорания двигателя.	Повышение энергетических характеристик преобразования топлив в тепловых двигателях при его электроимпульсной обработке перед подачей в камеру сгорания	4
5	Раздел 5. Химмотология и направления ее развития при создании двигателей ЛА; использующих криогенные горючие.	Получение знаний и обсуждение содержания основных разделов химмотологии как науки и как практики	1
6	Раздел 6. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.	Характеристики бортовых источников	1
7	Раздел 7. Энергетические источники.	Получение знаний по энергетическим источникам	2
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Существующие и перспективные топлива и рабочие тела для двигателей летательных аппаратов (ЛА); энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
2		Подготовка к практическому занятию	6
3	Раздел 2. Результаты использования криогенных горючих в первых отечественных разработках летательных аппаратов с ракетными и реактивными двигателями; перспективные конструктивные и технологические решения по камерам сгорания, пуско-отсечной арматуре и условиям работы двигательных установок.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
4		Подготовка к практическому занятию	7
5	Раздел 3. Технология организации пульсационно-детонационного (ПДД) сгорания топлив в ДУ ЛА; энергетические преимущества применения углеводородных горючих в ПДД по сравнению с их использованием в ВРД и ЖРД.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
6		Подготовка к практическому занятию	5
7	Раздел 4. Пути повышения энергетических характеристик углеводородных горючих в двигателях за счет их энергообработки перед подачей в камеру сгорания двигателя.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7

8		Подготовка к практическому занятию	7
9	Раздел 5. Химмотология и направления ее развития при создании двигателей ЛА; использующих криогенные горючие.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
10		Подготовка к практическому занятию	5
11	Раздел 6. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
12		Подготовка к практическому занятию	3
13	Раздел 7. Энергетические источники.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
14		Подготовка к практическому занятию	3
Всего за 11 семестр			74

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11	КПос		КПос		Отч. по ПЗ	ДР		Колл	КПос	ДР					КПос	ДР	Вопр. Зач. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
4. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
5. М. Н. Охочинский. . Неожиданные технические решения в ракетно-космических системах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 5 экз.
6. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Н. Бакулин, Н. Ф. Дубовкин, В. Н. Котова. . Энергоёмкие горючие для авиационных и ракетных двигателей. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-2 способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

ПСК-2.04 способностью проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными проблемами создания двигателей ЛА, использованием новых конструкционных материалов и компьютерных технологий для конструирования и проектирования двигателей ЛА, современными методами проведения научно-исследовательских работ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- отчет по практическому заданию;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Существующие и перспективные топлива и рабочие тела для двигателей летательных аппаратов (ЛА); энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (6)	6
Подготовка к практическому занятию		6
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Результаты использования криогенных горючих в первых отечественных разработках летательных аппаратов с ракетными и реактивными двигателями; перспективные конструктивные и технологические решения по камерам сгорания, пуско-отсечной арматуре и условиям работы двигательных установок.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-9) В. Н. Бакулин, Н. Ф. Дубовкин, В. Н. Котова. . Энергоёмкие горючие для авиационных и ракетных двигателей: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 (2)	7
Подготовка к практическому занятию		7
Итого по разделу 2		14
<b>Раздел 3. Технология организации пульсационно-детонационного (ПДД) сгорания топлив в ДУ ЛА; энергетические преимущества применения углеводородных горючих в ПДД по сравнению с их использованием в ВРД и ЖРД.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (3) М. Н. Охочинский. . Неожиданные технические решения в ракетно-космических системах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	5
Подготовка к практическому занятию	В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1)	5
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Пути повышения энергетических характеристик углеводородных горючих в двигателях за счет их энергообработки перед подачей в камеру сгорания двигателя.</b>		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (6)	7
Подготовка к практическому занятию	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	7
Итого по разделу 4		14
Раздел 5. Химмотология и направления ее развития при создании двигателей ЛА; использующих криогенные горючие.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (3) В. Н. Бакулин, Н. Ф. Дубовкин, В. Н. Котова. . Энергоёмкие горючие для авиационных и ракетных двигателей: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 (1-9)	5
Подготовка к практическому занятию	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2)	5
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (5)	4
Подготовка к практическому занятию		3
Итого по разделу 6		7
Раздел 7. Энергетические источники.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1)	4
Подготовка к практическому занятию		3
Итого по разделу 7		7

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- контроль посещаемости;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию должен быть аккуратно и грамотно оформлен в соответствии с требованиями данной дисциплины. Отчет может быть предоставлен в письменной, электронной форме, также может потребоваться устная беседа с преподавателем.

Отчет считается принятым при не менее 60 % правильных ответов на вопросы преподавателя.

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### Контроль посещаемости

50% посещаемости допуск к зачету.

#### Коллоквиум

Коллоквиум организуется в виде собеседования преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объемов усвоения учебного материала по определенным разделам. Контрольное мероприятие считается выполненным, при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя.

Вопросы к коллоквиуму.

1. В чем экологические и экономические преимущества криогенных топлив для ЛА перед высококипящими?
2. В чем главные отличия камер сгорания двигателей ЛА, работающих на криогенных компонентах, от камер сгорания, использующих высококипящие топлива?
3. Что такое ПДД и чем характеризуется детонационное сгорание топлива? Что можно рассчитать по этому процессу, а что нельзя и почему?
4. Что такое ПДД, работающий по инверсной схеме и чем он отличается от ПДД, работающего по прямой схеме? В чем преимущества инверсной схемы?
5. Как и почему можно повысить энергетические характеристики топлива в ракетных, реактивных двигателях, ДВС и топочных устройствах энергообработкой топлива перед подачей его в камеру сгорания? Какая должна быть при этом энергообработка?

#### Вопросы к зачету

Комплект вопросов к зачету размещен в УМК дисциплины

#### Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуском к сдаче зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины

Зачет проходит в форме теста.

Зачет считается сданным при правильном ответе более чем 60 % вопросов.



КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-2	ПСК-2.04	
6	11	Раздел 1. Существующие и перспективные топлива и рабочие тела для двигателей летательных аппаратов (ЛА); энергетические и экологические преимущества применения криогенных топлив в ЛА.	20	8	4	4	12	10	10	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. Результаты использования криогенных горючих в первых отечественных разработках летательных аппаратов с ракетными и реактивными двигателями; перспективные конструктивные и технологические решения по камерам сгорания, пуско-отсечной арматуре и условиям работы двигательных установок.	20	6	3	3	14	10	10	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. Технология организации пульсационно-детонационного (ПДД) сгорания топлив в ДУ ЛА; энергетические преимущества применения углеводородных горючих в ПДД по сравнению с их использованием в ВРД и ЖРД.	14	4	2	2	10	20	20	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 4. Пути повышения энергетических характеристик углеводородных горючих в двигателях за счет их энергообработки перед подачей в камеру сгорания двигателя.	22	8	4	4	14	20	20	Коллоквиум
6	11	Раздел 5. Химмотология и направления ее развития при создании двигателей ЛА; использующих криогенные горючие.	12	2	1	1	10	20	20	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию



6	11	<b>Раздел 6. Перспективные бортовые источники питания и преобразования энергии в ДУ ЛА.</b>	9	2	1	1	7	10	10	Контроль посещаемости, Отчет по практическому заданию
6	11	<b>Раздел 7. Энергетические источники.</b>	11	4	2	2	7	10	10	Вопросы к зачету, Отчет по практическому заданию
<b>Всего за 11 семестр</b>			108	34	17	17	74	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	17	17	74	100	100	