

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	
5	10	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)

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Ценёва София Николаевна, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

## **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-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## УК-8

знания:

на уровне представлений:

представления о долгосрочной стратегии, этапах, экономических и экологических аспектах развития авиационного и другого транспортного двигателестроения с учетом его обеспеченности топливом и необходимости решения проблем растущей экологической опасности от стремительного роста потребления природных топлив в энергетике и на транспорте.

на уровне воспроизведения:

умения использовать приобретенные знания при решении задач

на уровне понимания:

особенности технологий

методы контроля качества;

умения:

теоретические:

Современные системы и типы топливных композиций обеспечивающие современные требования по экологии при космических полетах

Концепция развития космической техники

практические:

проектирование перспективных двигателей с учетом необходимости непрерывного снижения их экологической опасности;;

навыки:

вооружить обучаемых необходимым объемом теоретических знаний и практических навыков, необходимых для :

проектирования и эксплуатации перспективных двигателей с учетом необходимости непрерывного снижения их экологической опасности;

успешной реализации разработанной в нашей стране « Концепции развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники России»..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХИМИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

### 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-в
5	10	<b>Раздел 1. Введение. Этапы использования авиаракетных двигателей различных принципов генерации рабочего тела.</b> Экологическая стратегия и политика безопасного развития двигателестроения для ЛА в рамках среднесрочной и долгосрочной перспективы. Ограничения в использовании ракетных двигателей для межпланетных полетов. Этапы использования авиаракетных двигателей различных принципов генерации рабочего тела: их достоинства и недостатки. Экологические аспекты их реализации. Развитие экологически чистого производства двигателей для ЛА. Видимая сегодня перспектива развития двигателестроения на 10-20 лет и на дальнюю перспективу (30-50) лет. Варианты развития и их экологические аспекты. Характерные экологические проблемы и пути их решения.	13	2	2	0	11	15
5	10	<b>Раздел 2. Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок.</b> Влияние различных химических компонентов и примесей в реактивных и ракетных топливах на уровень экологической опасности двигательных установок в штатных и нештатных (аварийных) ситуациях. Существующие химические топлива: связь их высокой энергетики с экологической опасностью применения. Варианты и методы сопоставления выгоды и потенциального ущерба от применения различных топлив, как на стадии создания и отработки двигателей, так и на стадии их эксплуатации.	22	11	2	9	11	15
5	10	<b>Раздел 3. Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России.</b> Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России. Цели и задачи концепции, основные направления и этапы ее реализации. Экономические предпосылки и прогноз экономической эффективности реализации концепции. Экспериментальный анализ преимуществ применения криогенных топлив в авиации.	23	10	2	8	13	15
5	10	<b>Раздел 4. Влияние криогенных топлив на облик различных ЛА.</b> Влияние криогенных топлив на облик различных ЛА (дозвуковых и сверхзвуковых самолетов, гиперзвуковых и космических ЛА). Двухтопливные криогенные двигатели для самолетов семейства ТУ; Основные схемные решения. Прямоточные водородные двигатели: основные проблемы организации горения топлив в них и состояние с их решением. Комбинированные ВРД: схемы и их сравнительная эффективность. Сверхзвуковой самолет «Аврора»: облик и основные характеристики.	15	2	2	0	13	15
5	10	<b>Раздел 5. Экологическая опасность существующих и перспективных авиационных двигателей.</b> Экологическая опасность существующих и перспективных авиационных двигателей. Генераторный и основной циклы в криогенных ВРД: их влияние на эффективность ССУ и их экологические характеристики. Рабочие циклы двигателей. Работы по созданию пульсационно-детонационных двигателей – ПДД: их преимущества и недостатки в применении на различных ЛА и в вопросах экологической безопасности.	15	2	2	0	13	15
5	10	<b>Раздел 6. Основные виды и характеристики криогенного оборудования, арматуры и измерительных средств (современные и перспективные).</b> Наземная инфраструктура криогенного аэродромного обеспечения: ее основные схемные и технологические отличия от существующей в авиации структуры обеспечения керосином. Варианты построения аэродромных криогенных заправочных комплексов. Их сравнительные оценки и выгоды для различных аэродромных комплексов. Основные виды и характеристики криогенного оборудования, арматуры и измерительных средств (современные и перспективные).	12	2	2	0	10	10
5	10	<b>Раздел 7. Чистота (качество) криогенных топлив.</b> Особенности технологии применения криогенных топлив в двигателях, энергоустановках и транспортных системах. Чистота (качество) криогенных топлив. Запас качества; Восстановление качества в условиях заправочного комплекса. Методы контроля качества. Пути ухудшения качества топлив в эксплуатационных условиях и приемы противодействия этому. Пути, технические средства и методы обеспечения пожаровзрывобезопасности и экологической безопасности при эксплуатации криогенных топлив на аэродромных и стартовых комплексах.	8	5	5	0	3	15
<b>Всего за 10 семестр</b>			108	34	17	17	74	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	17	17	74	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок.	Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок	9
2	Раздел 3. Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России.	Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России форма выполнения	8
<b>Всего за 10 семестр</b>			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Этапы использования авиаракетных двигателей различных принципов генерации рабочего тела.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
2	Раздел 2. Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
3	Раздел 3. Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	13
4	Раздел 4. Влияние криогенных топлив на облик различных ЛА.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	13
5	Раздел 5. Экологическая опасность существующих и перспективных авиационных двигателей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	13
6	Раздел 6. Основные виды и характеристики криогенного оборудования, арматуры и измерительных средств (современные и перспективные).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	10
7	Раздел 7. Чистота (качество) криогенных топлив.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>74</b>

## 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
<b>10</b>						ДР		Диск.		ДР					Реф	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Диск. – дискуссия;
- Реф – реферат;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- дискуссия;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса. 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.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 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) — Библиотечно-издательский центр БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
4. <https://cyberleninka.ru/> — КиберЛенинка предоставляет возможность читать тексты научных статей бесплатно. Приглашаем к сотрудничеству научные журналы и издательства для публикации научно-исследовательских работ в открытом доступе (Open Access) и популяризации открытой науки (Open Science) в России.;
5. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
6. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.;

### 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:

1. Microsoft Office.

### 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;
2. Интерактивная доска;
3. Microsoft Office.

### **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 **ЭКОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с логическим продолжением дисциплин, ранее изучаемых студентом на начальном этапе обучения и служит основой для освоения дисциплин: «Электрофизические отображения ракетных двигателей», «Двигатели двухсредных аппаратов», а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- дискуссия;
- реферат.

**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. Введение. Этапы использования авиаракетных двигателей различных принципов генерации рабочего тела.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-) Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (-) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-)	11
Итого по разделу 1		11
<b>Раздел 2. Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-)	11
Итого по разделу 2		11
<b>Раздел 3. Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-) А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-)	13

Итого по разделу 3		13
<b>Раздел 4. Влияние криогенных топлив на облик различных ЛА.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-) А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-)	13
Итого по разделу 4		13
<b>Раздел 5. Экологическая опасность существующих и перспективных авиационных двигателей.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-)	13
Итого по разделу 5		13
<b>Раздел 6. Основные виды и характеристики криогенного оборудования, арматуры и измерительных средств (современные и перспективные).</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-) А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Чистота (качество) криогенных топлив.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Я. Соляр. . Прочность элементов жидкостного ракетного двигателя: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (-) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (-) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (-)	3
Итого по разделу 7		3

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- дискуссия;
- реферат;
- 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.

#### Дискуссия

Оцениваются критерии взаимодействия, личностных качеств, таких как: критическое мышление, уверенность, гибкость, коммуникативные навыки и мышление на перспективу

#### Реферат

Реферат представляется в электронном и бумажном виде в формате, предусмотренном шаблоном. Прием реферата проходит в форме проверки реферата преподавателем по следующим критериям:  
10 баллов - выполнение реферата в форме отчета на заданную тему;  
20 баллов – выполнение реферата в форме отчета с презентацией на заданную тему.  
40 баллов – выполнение реферата в форме отчета на заданную тему, а также его защита с презентацией. Перечень тем и шаблон отчета входит в состав УМК дисциплины.

#### Зачет

Зачет выставляется по количеству баллов, заработанными обучающимся в течении семестра. Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение реферата:  
менее 60 баллов - не зачтено;  
60 и более баллов - зачтено.

Паспорт фонда оценочных средств

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-8	
5	10	Раздел 1. Введение. Этапы использования авиаракетных двигателей различных принципов генерации рабочего тела.	13	2	2	0	11	15	Дискуссия
5	10	Раздел 2. Влияние различных химических компонентов и примесей в топливах на уровень экологической опасности двигательных установок.	22	11	2	9	11	15	Дискуссия
5	10	Раздел 3. Концепция развития криогенной аэрокосмической и другой транспортной техники в России.	23	10	2	8	13	15	Дискуссия
5	10	Раздел 4. Влияние криогенных топлив на облик различных ЛА.	15	2	2	0	13	15	Дискуссия
5	10	Раздел 5. Экологическая опасность существующих и перспективных авиационных двигателей.	15	2	2	0	13	15	Дискуссия
5	10	Раздел 6. Основные виды и характеристики криогенного оборудования, арматуры и измерительных средств (современные и перспективные).	12	2	2	0	10	10	Дискуссия
5	10	Раздел 7. Чистота (качество) криогенных топлив.	8	5	5	0	3	15	Реферат
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЭКОЛОГИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**УК-8 - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие преимущества и недостатки имеют водородные авиадвигатели по сравнению с классическими реактивными двигателями на керосине?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой из перспективных типов авиационных двигателей наиболее эффективно решает проблему выбросов CO<sub>2</sub> при условии использования существующей аэропортовой инфраструктуры?
1. водородные турбореактивные
  2. электрические с Li-ion аккумуляторами
  3. гибридные
  4. на синтетическом топливе
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие преимущества имеют электрические авиадвигатели?
1. Нулевые выбросы
  2. Низкий уровень шума
  3. Высокая мощность
  4. Долгий срок службы
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие проблемы препятствуют внедрению водородных двигателей?
1. Высокая взрывоопасность
  2. Недостаточная энергоемкость
  3. Дорогая инфраструктура
- Низкий КПД
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие 3 элемента двигателя больше всего влияют на вредные выбросы?
1. Камера сгорания
  2. Система охлаждения
  3. Турбинные лопатки
- Выхлопная система
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Назовите три основных причины медленного перехода авиакомпаний на электрические самолеты?
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие  
Вам нужно установить соответствие между типами перспективных двигателей и их основными экологическими преимуществами. К каждой позиции, данной в левом столбце подберите

соответствующую позицию из правого столбца.

1. Электрические

2. Водородные

3. Детонационные

А) Высокий КПД

Б) Нулевые выбросы CO<sub>2</sub>

В) Минимальный углеродный след

Г) Отсутствие вредных выбросов

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Вам нужно установить соответствие между загрязняющими веществами и двигателями, которые их преимущественно выделяют. К каждой позиции, данной в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца.

1. NO<sub>x</sub>

2. Сажа

3. Альдегиды

А) Газотурбинные

Б) Ракетные на керосине

В) Поршневые

Г) Ядерные

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите этапы разработки экологичного двигателя в правильном порядке:

1. Анализ экологических требований

2. Выбор концепции

3. Сертификация

4. Расчет выбросов

5. Стендовые испытания

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность внедрения водородных технологий в авиации:

1. Разработка топливных элементов

2. Коммерческое использование

3. Сертификация

4. Создание криогенной инфраструктуры

5. Модификация двигателей

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой тип двигателей имеет наименьший углеродный след в течение жизненного цикла?

1. Водородные

2. Электрические



3. Гибридные

4. Биотопливные

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Основная экологическая проблема детонационных двигателей

1. высокий уровень шума

2. выбросы сажи

3. нестабильность работы

4. токсичность топлив