

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика

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	9	2	72	51	17	17	17	21	0	0	21	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 составили:

Кафедра Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика  
Олейников Алексей Юрьевич, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика  
Борцова Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., 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**

## **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

### **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:

ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники

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:

## **ОПК-4**

*знания:*

основные этапы жизненного цикла авиационного двигателя и их экологические последствия

принципы нормирования выбросов и основные нормативные документы

принципы экологического менеджмента

экономические инструменты регулирования в области охраны окружающей среды

свойства авиационных и ракетных топлив и методы минимизации их негативного воздействия,

альтернативные виды топлива

экологические проблемы двигателестроения;

*умения:*

определять и классифицировать источники загрязнения, связанные с авиационным двигателестроением

выбирать и применять методы экологического мониторинга

применять принципы экологического менеджмента в профессиональной деятельности

проводить оценку экологических рисков и участвовать в экспертизе производства

применять экономические инструменты регулирования в области охраны окружающей среды для анализа деятельности предприятий

разрабатывать мероприятия по снижению углеродного следа

анализировать и применять экологически устойчивые решения в двигателестроении;

*навыки:*

расчёта платы за негативное воздействие на окружающую и использование природных ресурсов, оценки экологических рисков аэрокосмической деятельности

расчёта "углеродного следа" аэрокосмической деятельности.

## **УК-8**

*знания:*

исторические этапы становления экологии как науки и ее основные научные парадигмы, место и роль экологии в системе естественных наук, ее современную структуру и взаимосвязь с другими дисциплинами

основные экологические концепции (вид, популяция, сообщество, экосистема, биосфера, среда обитания, экологические факторы)

современную концепцию и основные методы применения природоподобных технологий в проектировании

свойства авиационных и ракетных топлив и методы минимизации их негативного воздействия, альтернативные виды топлива

экологические проблемы двигателестроения

основные способы повышения эффективности и экологичности производственных процессов

основные международные программы и формы сотрудничества в области экологии авиационно-ракетной техники;

*умения:*

анализировать причины и последствия глобального экологического кризиса, а также идентифицировать ключевые экологические проблемы современной России

классифицировать экологические факторы и объяснять структуру и границы биосферы как глобальной экосистемы

разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности

разрабатывать мероприятия по снижению углеродного следа;

*навыки:*

использования современных приборов для измерения негативного воздействия на окружающую среду

разработки мероприятий по снижению шума и выбросов авиационных и ракетных двигателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

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

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

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
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- 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 2 з.е., 72 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-4	УК-8
5	9	Раздел 1. Экология как наука. 1.1 Цели и задачи курса. Предмет, методы и задачи экологии. История развития и взаимоотношений природы и человека. Основные законы экологии. 1.2 Учение о биосфере В.И.Вернадского. Основные свойства и функции живых систем. Среда обитания человека. Понятие об антропогенных факторах.	3	2	2	0	0	1	10	10
5	9	Раздел 2. Воздействие авиационной и ракетно-космической техники (АРКТ) на окружающую среду. 2.1 Источники и специфика загрязнения окружающей среды при производстве и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники. Методы оценки воздействия объектов аэрокосмической промышленности на окружающую среду. 2.2 Методы и средства контроля за состоянием атмосферного воздуха, водных объектов и почв в зонах влияния аэропортов, испытательных комплексов, полигонов, космодромов и производственных предприятий авиационных и ракетно-космических предприятий. Экологический мониторинг.	16	12	4	8	0	4	25	20
5	9	Раздел 3. Нормирование, контроль и снижение воздействия на окружающую среду при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей. 3.1 Нормирование выбросов вредных веществ при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей. Нормативно-правовое обеспечение экологической безопасности в РФ. Международные и национальные экологические нормативы (ICAO, ISO, ГОСТ и пр.). 3.2 Системы управления охраной окружающей среды при разработке, производстве и эксплуатации авиационной и ракетной техники. Экологический менеджмент. Программа экологического менеджмента предприятия авиационного и ракетного двигателестроения.	17	14	5	9	0	3	25	20
5	9	Раздел 4. Экологическая безопасность и экономические механизмы охраны окружающей среды при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей. Экспертиза безопасности при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей. Оценка рисков. Экономическое стимулирование природоохранной деятельности. Плата за негативное воздействие на окружающую и использование природных ресурсов в аэрокосмической деятельности. Экологическая оценка внедрения принципов «бережливого производства» на предприятия авиационного и ракетного двигателестроения.	13	10	2	0	8	3	20	25
5	9	Раздел 5. Специальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности и международное сотрудничество. 5.1 Особенности экологической безопасности авиационной и ракетно-космической отрасли. Воздействие на атмосферу, литосферу, гидросферу и биосферу. Экологическая безопасность при производстве и применении ГСМ авиационных и ракетных двигателей. Альтернативные виды топлив авиационных двигателей. 5.2 Международное сотрудничество в сфере инженерной защиты окружающей среды при эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники. Гармонизация стандартов, обмен технологиями, совместные проекты. Внедрение экологически безопасных технологий и снижение «углеродного следа».	23	13	4	0	9	10	20	25
Всего за 9 семестр			72	51	17	17	17	21	100	100
Всего по дисциплине			72	51	17	17	17	21	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Экологическая безопасность и экономические механизмы охраны окружающей среды при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей.	Практическая работа. Оценка экологических и климатических рисков	4
2		Практическая работа. Плата за негативное воздействие на окружающую и использование природных ресурсов в аэрокосмической деятельности	4
3	Раздел 5. Специальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности и международное сотрудничество.	Практическая работа. Снижение «углеродного следа».	4
4		Заслушивание докладов по темам рефератов.	5

<b>Всего за 9 семестр</b>	<b>17</b>
---------------------------	-----------

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Воздействие авиационной и ракетно-космической техники (АРКТ) на окружающую среду.	Лабораторная работа. Определение и классификация выбросов от авиационных двигателей	4
2		Лабораторная работа. Комплексный мониторинг воздействия стендовых испытаний на окружающую среду	4
3	Раздел 3. Нормирование, контроль и снижение воздействия на окружающую среду при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей.	Лабораторная работа. Загрязнение атмосферного воздуха (расчет условий рассеивания выбросов предприятий авиационно-космической отрасли)	4
4		Лабораторная работа. Расчет зон возможного загрязнения при падении отделяемых частей ракеты и проливе топлива	5
Всего за 9 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Экология как наука.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
2	Раздел 2. Воздействие авиационной и ракетно-космической техники (АРКТ) на окружающую среду.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
3		Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.	2
4	Раздел 3. Нормирование, контроль и снижение воздействия на окружающую среду при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
5		Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.	2
6	Раздел 4. Экологическая безопасность и экономические механизмы охраны окружающей среды при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
7		Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.	2
8	Раздел 5. Специальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности и международное сотрудничество.	Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.	2
9		Написание реферата, подготовка доклада	6



10		Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
Всего за 9 семестр			21

#### 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
9			Отч. по ЛР	Отч. по ПЗ	Отч. по ЛР	ДР		Отч. по ЛР	Отч. по ПЗ	ДР		Отч. по ЛР	Отч. по ПЗ	Реф, Докл		ДР	Тест, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Реф – реферат;
- Докл – доклад;
- Тест – тест;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- реферат;
- доклад;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. В. Галинский. . Бережливое производство. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
2. В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. . Экологическая безопасность в техносфере. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. Д. А. Ягодников, В. П. Александренков, Ю. Н. Власов. . Актуальные проблемы ракетного двигателестроения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.
4. Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур". АлматыБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
5. И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 100 экз.
6. О. В. Тасейко, А. Г. Кучкин, Л. А. Герасимова. . Основы экологии для авиационной и космической отрасли. Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2015, эл. рес.
7. С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Общая экология. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 50 экз.
8. С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 50 экз.
9. С. С. Борцова, П. В. Матвеев, С. К. Петров. . Основы экологического менеджмента и экологическая безопасность действующего предприятия. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 31 экз.
10. Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Проектирование космодромов океанского базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение.

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

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### 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;
2. Стенд. Учебное оборудование "Электротехника и электроника".

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор.

### **6.4. 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 **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

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 принципами и закономерностями взаимоотношений живых организмов и окружающей среды, а также особенностей антропогенных воздействий на экосистемы, включая влияние авиационно-ракетной техники; экологическими и социально-экономическими ограничениями на всех этапах жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей, их учётом при проектировании, производстве, эксплуатации и утилизации; с современными методами оценки и обеспечения экологической безопасности технических объектов, включая принципы устойчивого развития, организационно-правовые меры и методы защиты окружающей среды от антропогенного воздействия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- реферат;
- доклад;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **2 з.е., 72 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**21 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 21 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. Экология как наука.</b>		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Общая экология: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1, 2)	1
Итого по разделу 1		1
<b>Раздел 2. Воздействие авиационной и ракетно-космической техники (АРКТ) на окружающую среду.</b>		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4) О. В. Тасейко, А. Г. Кучкин, Л. А. Герасимова. . Основы экологии для авиационной и космической отрасли: Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2015 (1-4) И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-3)	2
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.	Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур": АлматыБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,2) В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. . Экологическая безопасность в техносфере: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3-6)	2
Итого по разделу 2		4
<b>Раздел 3. Нормирование, контроль и снижение воздействия на окружающую среду при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей.</b>		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2,3) О. В. Тасейко, А. Г. Кучкин, Л. А. Герасимова. . Основы экологии для авиационной и космической отрасли: Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2015 (2)	1
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.	Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур": АлматыБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. .	2

	Экологическая безопасность в техносфере: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1,3) С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)	
Итого по разделу 3		3
Раздел 4. Экологическая безопасность и экономические механизмы охраны окружающей среды при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей.		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. В. Галинский. . Бережливое производство: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-5) В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. . Экологическая безопасность в техносфере: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (5) С. С. Борцова, П. В. Матвеев, С. К. Петров. . Основы экологического менеджмента и экологическая безопасность действующего предприятия: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)	1
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.	Д. А. Ягодников, В. П. Александренков, Ю. Н. Власов. . Актуальные проблемы ракетного двигателестроения: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (4)	2
Итого по разделу 4		3
Раздел 5. Специальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности и международное сотрудничество.		
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.	Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур": АлматыБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Проектирование космодромов океанского базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-5)	2
Написание реферата, подготовка доклада		6
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Итого по разделу 5		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- реферат;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- доклад;
- 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.

#### Тест

Тестирование проводится в рамках диагностической работы в ЭИОС Moodle. Студенту предлагается 10 тестовых вопросов.

Критерии оценивания диагностической работы:

при выполнении не менее 60% заданий – 10 баллов;

при выполнении менее 60% заданий - 0 баллов.

Успешное прохождение теста регистрируется при условии прохождения тестирования в срок, предусмотренный графиком КМ. Комплект типовых тестовых вопросов включён в состав УМК дисциплины, вопросы расположены в ЭИОС Moodle

#### Реферат

Темы рефератов:

1. Оценка загрязнения атмосферы, литосферы и поверхностных вод при производстве и эксплуатации ракетно-космической техники.
2. Авиационные и ракетные топлива. Эксплуатационные и экологические свойства высококипящих компонентов ракетных топлив.
3. Методы локализации проливов ракетного горючего гептил на грунт и воду.
4. Экологические проблемы при утилизации отработанных гидравлических и специальных жидкостей, используемых в АРКТ.
5. Токсические свойства компонентов ракетных топлив и продуктов их сгорания.
6. Токсические свойства и особенности обращения с криогенными горючими.
7. Токсические свойства газовых топлив.
8. Влияние пусков ракет на экологические показатели атмосферы.
9. Оценка загрязнения атмосферы, литосферы и поверхностных вод изделиями АРКТ.
10. Расчет загрязнений атмосферы и литосферы продуктами сгорания при старте ракеты на космодроме.
11. Методы локализации проливов ракетного горючего гептил на грунт и воду.
12. Методы очистки сточных вод от ракетных горючих на складах и базах космодромов и предприятий АРКТ.
13. Оценка воздействия поражающих факторов при взрыве и разрушении изделий АРКТ.
14. Расчет воздействия на ОПС ударного нагружения при взрыве и разрушении изделия АРКТ.
15. Расчет акустических характеристик при пусках ракет.
16. Расчет теплосветового воздействия на человека при взрыве и разрушении изделия АРКТ.
17. Расчет испаряемости и проникновения в грунт проливов ракетных горючих и окислителей.
18. Расчет испаряемости и проникновения в грунт проливов пероксидводородных ракетных окислителей
19. Утилизация жидких ракетных топлив. Расчет ущерба
20. Расчет характеристик эмиссии вредных веществ при пусках ракет.
21. Расчет платы за ущерб ОПС от ракетно-космической деятельности.
22. Инженерная защита при выполнении работ по уничтожению компонентов ракетного топлива в



условиях различного климата.

23. Меры первой медицинской помощи при интоксикации и ожогах. Средства индивидуальной защиты.
24. Нормирование выбросов вредных веществ и методы контроля уровня загрязнения при эксплуатации АРКТ.
25. Мероприятия и нормативные документы по защите ОПС от АРКТ.
26. Нормирование выбросов вредных веществ от АРКТ в атмосферу.
27. Мероприятия по защите атмосферы и сокращению выброса вредных веществ.
28. Расчет экологических рисков в ракетно-космической деятельности.
29. Методы контроля за состоянием атмосферного воздуха.
30. Методы контроля качества сточных вод.
31. Расчет загрязнения поверхностных и грунтовых вод при производстве, испытаниях и эксплуатации АРКТ
32. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по вредным веществам на предприятиях АРКТ.
33. Расчет динамических характеристик космического мусора и его воздействия на объекты АРКТ.
34. Расчет загрязнения атмосферы при пусках ракет.
35. Учет оседания и налипания аэрозолей.
36. Расчет горючести компонентов ракетных топлив.
37. Расчет электризации как источника пожаро- взрывоопасности изделий АРКТ.
38. Расчет загрязнения с учетом рассеивания загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу объектом АРКТ.
39. Нормирование мероприятий по охране природной среды от выбросов РКТ.
40. Разработка нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС) вредных веществ в поверхностные водные объекты на предприятиях АРКТ.
41. Оценка воздействия объектов аэрокосмической промышленности на гидросферу и атмосферу.
42. Расчет поражения человека ударной волной.
43. Расчеты уровня разрушения зданий при взрыве.
44. Обеспечение и контроль экологической безопасности АРКТ на этапе утилизации.
45. Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности.
46. Экологическая сертификация и паспортизация АРКТ.
47. Экспертиза безопасности производства АРКТ.
48. Стандарты по инженерной защите окружающей среды от негативного воздействия АРКТ.
49. Нормирование шума при эксплуатации ракетно-космической техники.
50. Обеспечение и контроль экологической безопасности эксплуатации.
51. Управление охраной окружающей среды при эксплуатации АРКТ.
52. Возмещение экологического ущерба, нанесенного в ходе космической деятельности.
53. Экологический контроль и плата за использование природных ресурсов.
54. Экологическое страхование аэрокосмической деятельности.
55. Правовое урегулирование вопросов обеспечения экологической безопасности космических запусков.
56. Международное сотрудничество в сфере инженерной защиты окружающей среды при эксплуатации АРКТ.
57. Декларирование экологической безопасности объектов АРКТ.
58. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в аэрокосмической деятельности.
59. Расчет детонационных свойств ракетных горючих.
60. Сравнительная оценка водородного и углеводородного пламени по механическому и тепловому воздействию на ОПС.

#### **Отчет по ЛР**

Критерии оценивания:

- 15% - верное определение начальных данных и хода решения задачи;
  - 20% - верно проведены измерения;
  - 30% - верно определены формул(ы) для решения задачи;
  - 20% - верное определение конечного результата;
  - 15% - верное оформление отчёта по ЛР в соответствии с методическими рекомендациями, размещёнными в задании в moodle.
- Итоговый балл за задание рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

#### **Отчет по практическому заданию**

Критерии оценивания:

- 15% - верное определение начальных данных и хода решения задачи;
- 20% - верное определение формул(ы)(условий) для решения задачи;
- 50% - верное определение конечного результата;

15% - верное оформление отчёта по практическому заданию в соответствии с методическими рекомендациями, размещёнными в задании в moodle.

Итоговый балл за задание рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

### **Доклад**

Критерии оценивания реферата с докладом:

15% – новизна реферированного текста (актуальность проблемы и темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта выбранной для анализа проблемы; наличие авторской позиции, самостоятельность суждений);

20% – степень раскрытия сущности проблемы (соответствие плана теме реферата /доклада, соответствия содержание теме и плану; полнота и глубина раскрытия основных понятий; обоснованность способов и методов работы с материалом; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал, умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы);

15% – обоснованность выбора источников (круг, полнота использования литературных источников по теме; привлечение новейших работ (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.п.) и правовых ресурсов);

10% – соблюдение требований к оформлению (правильное оформление ссылок на используемую литературу; грамотность и культура изложения; владение терминологии и понятийный аппаратом; соблюдение требований к объёму работы; культура оформления: выделение абзацев; использование информационных технологий);

5% – письменное изложение (отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешности; отсутствие опечаток, сокращение слов, кроме общепринятых; литературный стиль).

25% - устное изложение (освящены ли основные положения и выводы реферата);

10 % - владение материалом (правильные ответы на вопросы преподавателя по рассматриваемой тематике).

Итоговый балл за реферат и доклад рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

### **Зачет**

Зачет выставляется в соответствии с набранными за контрольные мероприятия баллами. График контрольных мероприятий предусматривает выполнение студентом трёх диагностических работ, трёх практических заданий, четырёх лабораторных работ, доклада. Оценивается и посещаемость лекционных занятий.

Набранная итоговая сумма баллов пересчитывается в оценку по следующей схеме:

- 60-100 баллов – зачтено,

- менее 60 баллов – не зачтено.

В случае несогласия с итоговой оценкой студент имеет право на прохождение итогового тестирования по всему курсу с целью её повышения.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-4	УК-8	
5	9	Раздел 1. Экология как наука.	3	2	2	0	0	1	10	10	Тест
5	9	Раздел 2. Воздействие авиационной и ракетно-космической техники (АРКТ) на окружающую среду.	16	12	4	8	0	4	25	20	Тест, Отчет по ЛР, Реферат
5	9	Раздел 3. Нормирование, контроль и снижение воздействия на окружающую среду при разработке, производстве и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей.	17	14	5	9	0	3	25	20	Тест, Отчет по ЛР, Реферат
5	9	Раздел 4. Экологическая безопасность и экономические механизмы охраны окружающей среды при разработке и производстве авиационных и ракетных двигателей.	13	10	2	0	8	3	20	25	Тест, Отчет по практическому заданию, Реферат
5	9	Раздел 5. Специальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности и международное сотрудничество.	23	13	4	0	9	10	20	25	Тест, Отчет по практическому заданию, Реферат, Доклад
Всего за 9 семестр			72	51	17	17	17	21	100	100	
Всего по дисциплине			72	51	17	17	17	21	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

**ОПК-4 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Наиболее приемлемым с экологической точки зрения методом утилизации твердотопливных ракет считают..
- № 2 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте характеристики их обладателям
1. радиоактивность
  2. мощность экспозиционной дозы
  3. эквивалентная доза
  4. период полураспада
  5. загрязненность продуктов питания и воды
- a. источник ионизирующих излучений (радионуклид)  
b. ионизирующее излучение
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте нормативам качества окружающей среды и их виды:
1. нормативы, установленные для химических показателей состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций;
  2. нормативы, установленные для физических показателей состояния окружающей среды, в том числе показателей уровней радиоактивности;
  3. нормативы для биологических показателей состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других используемых как индикаторы качества окружающей среды организмов;
  4. иные нормативы качества окружающей среды.
- a. ПДУ  
b. ПДК, ОБУВ, ОДУ, ОДК  
c. шкалы рисков  
d. количество особей на единицу площади, ПДК м/о
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
При определении ущерба используется следующая последовательность причинно-следственных связей:
- 1 – объемы выбросов вредных примесей
  - 2 – концентрация выбросов вредных примесей в окружающей среде
  - 3 – натуральный ущерб
  - 4 – экономический ущерб
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите последовательность приоритетов в области обращения с отходами:
- 1 – максимальное использование исходных сырья и материалов
  - 2 – предотвращение образования отходов
  - 3 – сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования
  - 4 – обработка отходов
  - 5 – утилизация отходов
  - 6 – обезвреживание отходов
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой процент выбросов CO<sub>2</sub> от общего объема выбросов авиарейса typically приходится на двигатели?
- a. ~25%  
b. ~50%

- c. ~75%
- d. ~90%

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Технология TAPS (Lean Burn) в двигателях, таких как CFM LEAP, primarily нацелена на сокращение выбросов:  
a. CO<sub>2</sub>  
b. Шума  
c. NO<sub>x</sub>  
d. Сажи (PM)
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Ключевой вызов современного двигателестроения – это:  
a. Достижение максимальной тяги любой ценой  
b. Баланс между тягой, экономичностью и экологичностью  
c. Полный отказ от ископаемого топлива к 2030 году  
d. Снижение себестоимости производства на 50%
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
К термических методам утилизации отходов можно отнести:  
a. газификация;  
b. компостирование;  
c. захоронение;  
d. пиролиз;  
e. уплотнение.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
При гигиеническом нормировании параметров ЭМП применяются показатели:  
a. ВДУ  
b. ПДК  
c. ДОК  
d. УЗД  
e. ПДУ
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Экстракцию применяют для очистки сточных вод:  
a. от взвешенных частиц  
b. от соединений ртути, хрома, мышьяка  
c. от фенолов,  
d. от масел, жирных кислот
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Под экологическим риском понимают ...  
**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  
Аппарат для промывки жидкостью газов в целях извлечения из них отдельных компонентов называется
- № 2 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте описание явления с его названием:  
1. способность популяций или экосистемы поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях среды  
2. совокупность биохимических реакций и превращений энергии в живых клетках, сопровождающихся обменом веществ между организмом и средой

- 3. процесс развития экосистем во времени
- 4. любая пространственная совокупность всех живых организмов

- a. Гомеостаз
- b. Метаболизм
- c. Сукцессия
- d. Биота
- e. Популяция

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Разместите в порядке убывания по содержанию в атмосфере:

- 1. Азот
- 2. Кислород
- 3. Аргон
- 4. Углекислый газ

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в последовательности от Земли:

- 1. тропосфера
- 2. тропопауза
- 3. стратосфера
- 4. стратопауза
- 5. мезосфера
- 6. мезопауза
- 7. термосфера

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

Использование AI-алгоритмов на тестовых стендах двигателей позволяет оптимизировать режимы горения для снижения выбросов:

- a. CO<sub>2</sub>
- b. NO<sub>x</sub>
- c. Водяного пара
- d. Сажи (PM)

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

Какой газ является основным в химическом составе земной атмосферы?

- a. Азот (N);
- b. Кислород (O<sub>2</sub>);
- c. Аргон (Ar);
- d. Углекислый газ (CO<sub>2</sub>)

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

Наиболее плотный слой воздуха, прилегающий к земной поверхности, носит название:

- a. стратосфера
- b. тропосфера
- c. мезосфера
- d. тропопауза

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К консументам относятся

- a. фаготрофы
- b. автотрофы
- c. сапротрофы
- d. гетеротрофы

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К абиотическим экологическим факторам относятся

- a. клетки

- b. вещество
- c. энергия
- d. гены

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для нормирования и контроля загрязненности почв применяют показатели:

- a. ПДК,
- b. ОБУВ,
- c. ДОК,
- d. БПК,
- e. ИЗВ

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите органолептические показатели воды

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Выберите соответствующее определение:

1. Сфера разума, как конечная цель человечества, в ней человечество управляет всеми биосферными процессами
2. Наружная оболочка (сфера) Земли, область распространения жизни
3. Совокупность искусственных объектов, созданных целенаправленной деятельностью человека, и природных объектов, измененных этой деятельностью

- a. биосфера
- b. техносфера
- c. ноосфера
- d. экзосфера