

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Наземное технологическое оборудование стартовых систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

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)**

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Олейников Алексей Юрьевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

### **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:

ПСК-8.4 — способность оценивать влияние стартовых систем, комплексов и их составляющих (подсистем) на окружающую среду (определять их «экологические» характеристики), осуществлять пути снижения вредного воздействия на человека и экологию в целом

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-8.4**

знания:

на уровне представлений:

законы экологии, структура и состав биосферы; концепция устойчивого развития, перспективы экоразвития и обеспечения экологической безопасности, долгосрочные перспективы развития авиационной и ракетно-космической техники с учетом его обеспеченности топливом и перспективных влияний на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла.

на уровне воспроизведения:

основные физико-химические процессы в атмосфере, гидросфере и почве характерные для авиационных и ракетно-космических комплексов;

источники загрязнения, виды и состав загрязнений; последствия загрязнения окружающей среды (ОС); нормативы качества ОС и нормативы допустимого воздействия на ОС, стандарты в области экологии; методы экологического мониторинга, приборы экологического контроля.

на уровне понимания:

стратегия и тактика защиты атмосферы, гидросферы, литосферы при эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники.;

умения:

теоретические:

определять виды производственного оборудования, являющегося источником загрязнения ОС в случае использования авиационной и ракетной техники; анализировать информацию по загрязнению ОС для авиации и РКТ;

ориентироваться в основных методах, системах и технологиях обеспечения экологической безопасности, учитывать современные тенденции развития авиационной и ракетной техники и обоснованно выбирать устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.

практические:

определять и анализировать основные загрязнения ОС, на всех этапах жизненного цикла авиа-и ракетного комплекса; оценивать экологичность авиационных и ракетных комплексов; учет необходимости непрерывного снижения экологической опасности авиационных и ракетных комплексов, а также двигательных установок при их проектировании;;

навыки:

работы с программными продуктами и методиками для расчета экологического воздействия авиационных, ракетных комплексов, а также двигательных установок.

обработки полученных результатов: расчёт уровней загрязнения, оценка их соответствия нормам, определение требуемого снижения негативного воздействия;

оценки качества ОС и прогноз возможного развития ситуации; выбора средств защиты от негативного воздействия на ОС, расчета их эффективности..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТОК И ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы
- ОПК-4 — Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
- ПСК-8.3 — Способен проводить проектирование, в том числе с помощью систем автоматизированного инженерного анализа, и эксплуатацию гидравлических, пневматических и газовых приводов и систем, а также различных элементов, агрегатов, систем электроснабжения, и механизмов стартовых систем, комплексов, наземного технологического оборудования и изделий РКТ
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-2 — Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
- УК-3 — Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

### 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		ПСК-8.4
5	10	<b>Раздел 1. 1. Принципы и правила обеспечения функционирования биосферы.</b> 1.1. Основные принципы обеспечения экологической безопасности 1.2. Экологические проблемы и тенденции 1.3. Принципы экологической, в том числе космической безопасности 1.4. Космическая деятельность как новый экологический фактор природы Земли.	6	1	1	0	5	10
5	10	<b>Раздел 2. Ракетно-космические комплексы и технологические фазы осуществления космического полета.</b> 2.1. Структура ракетно-космических комплексов 2.1.1. Космодром и его основные технические комплексы 2.1.2. Космодромы Земли 2.1.3. Ракетно-космические системы. Ракеты-носители 2.1.4. Ракетные двигатели 2.1.5. Ракетные топлива, их состав и токсичность 2.1.6 Состав продуктов сгорания ракетных топлив 2.2. Технологические фазы осуществления космического полета и факторы техногенного воздействия на окружающую среду 2.2.1. Предстартовая подготовка и активный участок полета 2.2.2. Районы падения по трассам пуска ракет-носителей 2.2.3. Озоновый слой Земли 2.2.4. Влияние пусков ракет-носителей на ионосферу 2.2.5. Полет и маневрирование космических аппаратов 2.2.6. Ракетные двигатели для полета и маневрирования в космическом пространстве 2.2.7. “Космический мусор”.	13	4	2	2	9	10
5	10	<b>Раздел 3. Техногенное воздействие окружающую среду при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ).</b> 3.1. Состав и полная энтальпия ракетного топлива 3.1.1. Эквивалентная формула топлива 3.1.2. Состав компонента топлива 3.1.3. Состав двухкомпонентного топлива 3.1.4. Состав многокомпонентного топлива 3.1.5. Плотность топлива 3.1.6. Полная энтальпия топлива 3.2. Методика расчёта равновесного состава продуктов сгорания 3.2.1. Общие положения 3.2.2. Система уравнений для определения равновесного состава 3.2.3. Метод решения системы уравнений 3.2.4. Расчёт равновесного состава продуктов сгорания 3.3. Состав и массовый выброс продуктов сгорания в атмосферу ракет-носителей 3.3.1. Программа расчёта 3.3.2. Результаты расчёта продуктов сгорания ракетных топлив 3.4. Техногенное воздействие продуктов сгорания на атмосферу 3.4.1. Атмосфера, как объект техногенного воздействия 3.4.2. Влияние продуктов сгорания на тропосферу 3.4.3. Взаимодействие продуктов сгорания со стратосферой 3.4.3.1. Глобальное влияние продуктов сгорания ракетных топлив на озон 3.4.3.2. Локальное возмущение стратосферы при пусках РН 3.4.4. Взаимодействие продуктов сгорания с ионосферой 3.4.4.1. Влияние ракетных выбросов на электронную концентрацию 3.4.4.2. Оценка степени влияния выбросов продуктов сгорания ракетных топлив на ионосферу 3.5. Физическое воздействие на атмосферу реактивных струй двигателейных установок РН 3.5.1. Выхлопная струя как газодинамический объект 3.5.2. Техногенное физическое воздействие струй на окружающую среду 3.6. Техногенное воздействие РКТ на литосферу и гидросферу.	23	8	4	4	15	20
5	10	<b>Раздел 4. Техногенное воздействие РКТ на околоземное космическое пространство.</b> 4.1. Космические полёты и метеорные тела 4.1.1. Тела межпланетной среды 4.1.2. Метеорные условия среды КЛА 4.1.3. Физические процессы, происходящие при гиперскоростном соударении метеорных тел с КЛА 4.1.4. Влияние соударения на материалы и системы КЛА 4.2. Загрязнение орбит и космического пространства – космический “мусор” 4.2.1. Околоземный мусор 4.2.2. Орбиты искусственных спутников Земли 4.2.3. Образование космического мусора 4.3. Очистка околоземного пространства от мусора 4.3.1. Специфика механического поражения космических аппаратов 4.3.2. Методика определения “времени жизни” объекта на орбите искусственного спутника Земли (ИСЗ) 4.3.3. Самоочищение космоса от мусора 4.3.3.1. Построение упрощённой модели плотности атмосферы 4.3.3.2. Определение плотности распределения частиц 4.3.3.3. Примеры использования методики 4.4. Особенности эксплуатации ядерных энергетических установок 4.4.1. Ядерные энергетические установки космических аппаратов 4.4.2. Космическая изоляция отходов ядерной энергетики 4.4.2.1. Варианты захоронения радиоактивных отходов 4.4.3. Основные проблемы безопасности 4.4.3.1. Особенности обеспечения безопасности при запуске радиоактивных отходов в космос 4.4.3.2. Средства для запуска радиоактивных отходов в космос 4.5. Регистрация орбитальных обломков 4.5.1. Формирование каталога радиолокационных сечений 4.5.2. Исследование погрешностей измерения радиолокационных сечений орбитальных фрагментов 4.5.3. Использование данных каталога радиолокационных сечений 4.5.4. Проблемы регистрации малых орбитальных обломков.	23	8	4	4	15	25
5	10	<b>Раздел 5. Пути снижения техногенного воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду.</b> 5.1. Общие меры безопасности при строительстве и эксплуатации космодромов 5.2. Мероприятия по снижению техногенного воздействия на технологических фазах выведения космического аппарата на орбиту и его посадки 5.2.1. Предстартовая подготовка 5.2.2. Активный участок полета 5.3. Сокращение районов падения по трассам пусков РН 5.3.1. Организационно-технические мероприятия 5.3.2. Технические пути решения проблемы 5.3.3. Стратегические решения проблемы техногенного воздействия на районы падения по трассам пусков РН 5.3.3.1. Плавучий космодром “Одиссей” 5.4. Полет и маневрирование космического аппарата 5.4.1. Пути снижения интенсивности загрязнения околоземного космического пространства 5.4.1.1. Методы оценки степени засорения ОКП космическим мусором 5.4.1.2. Пути предотвращения засорения космоса 5.5. Аэрокосмический экологический мониторинг 5.5.1. Системы экологического мониторинга 5.5.1.1. Глобальный мониторинг 5.5.1.2. Региональный мониторинг 5.5.1.3. Локальный и детальный мониторинг 5.5.2. Методы мониторинга 5.5.3. Роль охраняемых территорий 5.5.4. Слежение за фоновыми характеристиками 5.5.5. Космическая служба радиосвязи 5.5.6. Аэрокосмический мониторинг прибрежных зон 5.5.7. Аэрокосмический мониторинг суши 5.5.7.1. Изучение антропогенной нарушенности природной среды 5.5.7.2. Мониторинг растительного покрова 5.5.8. Аэрокосмический мониторинг районов техногенных катастроф и урбанизированных территорий.	24	9	4	5	15	25
5	10	<b>Раздел 6. Правовое регулирование космической деятельности.</b> 6.1. Международное	19	4	2	2	15	10

	сотрудничество и международное правовое регулирование использования космического пространства и небесных тел 6.1.1. Соглашение о спасении космонавтов, возвращении космических объектов, запущенных в космическое пространство 6.1.2. Конвенция о международной ответственности за ущерб причиненный космическими объектами 6.1.3. Конвенция о регистрации космических объектов, запускаемых в космическое пространство 6.1.4. Соглашение о деятельности государств на луне и других небесных телах 6.1.5. Международные организации по исследованию космоса 6.1.5.1. Комитет по космическим исследованиям (КОСПАР) 6.1.5.2. Международная астронавтическая федерация /МАФ/ 6.2. Система нормативно-экологической безопасности России при создании космических систем 6.2.1. Нормативно-правовая основа взимания платежей за загрязнение окружающей среды 6.2.2. Временный порядок исчисления платежей за загрязнение сухопутных районов падения отделяющимися частями ракет-носителей 6.2.2.1. Регламентация порядка исчисления и взимания платежей за загрязнение сухопутных районов падения отделяющимися частями ракет-носителей на территории Российской Федерации 6.2.2.2. Причинение вреда окружающей природной среде, здоровью и имуществу граждан, экономике в результате воздействия от запуска ракет-носителей. 6.2.2.3. Возмещение вреда, причиненного окружающей природной среде в результате экологического правонарушения 6.2.2.4. Сумма ущерба выплачиваемая потерпевшей стороне 6.2.2.5. Возмещение вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека. 6.2.2.6. Вред, причиненный здоровью граждан в результате неблагоприятного воздействия 6.2.2.7. Имущественный вред, причиненный в результате загрязнения сухопутных районов падения отделяющимися частями ракет-носителей 6.2.2.8. Плата за загрязнение окружающей природной среды 6.2.3. Ответственность за загрязнение биосферы (о окружающей среды) 6.2.4. Порядок разработки и утверждения нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду 6.2.5. Порядок расчета (установления) нормативов ПДВ, ПДС и лимитов размещения отделяющихся частей ракет-носителей в районах падения 6.2.6. Размеры платы за загрязнение окружающей среды в районах падения ОЧРН 6.2.6.1. Расчет норматива платы за загрязнение атмосферного воздуха 6.2.6.2. Расчет норматива платы за загрязнение поверхностных и подземных вод 6.2.6.3. Расчет норматива платы за размещение отходов 6.2.6.4. Обоснование коэффициентов вероятности загрязнения природных сред 6.2.6.5. Расчет базовых нормативов платы ОЧРН для ракет-носителей 6.2.7. Порядок расчета платы за загрязнение окружающей природной среды в районах падения ОЧРН 6.3. Формы регистрации космических объектов 6.3.1. Международные формы регистрации космических объектов 6.3.2. Национальные формы регистрации спутников и их фрагментов.						
<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. Ракетно-космические комплексы и технологические фазы осуществления космического полета.	Расчет количества продуктов сгорания ракетных топлив	2
2	Раздел 3. Техногенное воздействие окружающую среду при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ).	Расчет рассеяния продуктов сгорания ракетного топлива	4
3	Раздел 4. Техногенное воздействие РКТ на околоземное космическое пространство.	Методы обеспечения безопасности средств запуска в космическое пространство	4
4	Раздел 5. Пути снижения техногенного воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду.	Расчет уровня шума во время активного участка полета	5
5	Раздел 6. Правовое регулирование космической деятельности.	Космическое право	2
<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. 1. Принципы и правила обеспечения функционирования биосферы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
2	Раздел 2. Ракетно-космические комплексы и технологические фазы осуществления космического полета.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	9
3	Раздел 3. Техногенное воздействие окружающую среду при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	15
4	Раздел 4. Техногенное воздействие	Изучение предусмотренных программой	15

	РКТ на околоземное космическое пространство.	дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	
5	Раздел 5. Пути снижения техногенного воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	15
6	Раздел 6. Правовое регулирование космической деятельности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	15
<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
10		ИПЗ		ИПЗ		ДР		ИПЗ		ДР	ИПЗ		ИПЗ		ИПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Основы экологического права. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. . Экологическое право. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. . Экология. Основы геоэкологии. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
4. А. В. Сухов, М. М. Феценко, М. В. Тюгаев. . Твёрдые ракетные топлива. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006, эл. рес.
5. А. Г. Ветошкин. . Основы инженерной экологии. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
6. А. Г. Ветошкин. . Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
7. Б. К. Ковалёв. . Развитие ракетно-космических систем выведения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, эл. рес.
8. В. И. Феодосьев. . Основы техники ракетного полёта. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981, 5 экз.
9. Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур". Алматы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
10. И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
11. И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 100 экз.
12. И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника. Москва: Машиностроение, 2014, эл. рес.
13. М. В. Буторина, П. В. Воробьёв, А. П. Дмитриева. . Инженерная экология и экологический менеджмент. М.: Логос, 2001, 270 экз.
14. М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
15. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
16. М. Н. Охочинский. . Введение в ракетно-космическую технику. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
17. 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.
18. С. К. Петров, В. Н. Сидоров, С. С. Петрова. . Основы инженерной экологии. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
19. С. П. Уманский. . Ракеты-носители. Космодромы. М.: Рестарт+, 2001, 21 экз.
20. Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синищников. . 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. Вестник воздушно-космической обороны;
2. Двигатель;
3. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
4. Безопасность жизнедеятельности;
5. Энергосбережение.

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

не требуется.

### 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. 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 **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-8.4 способность оценивать влияние стартовых систем, комплексов и их составляющих (подсистем) на окружающую среду (определять их «экологические» характеристики), осуществлять пути снижения вредного воздействия на человека и экологию в целом.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием компетенций в области взаимодействия человека и биосферы, механизмов воздействия техногенного загрязнения на биосферу, общими проблемами защиты окружающей среды. Дисциплина рассматривает влияние ракетно-космических систем и комплексов на окружающую среду. Дает представление студентам об установке общих требований по экологической безопасности, а также рекомендации по разработке технических требований по экологической безопасности для ракетно-космических комплексов, на всех этапах жизненного цикла.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- 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. 1. Принципы и правила обеспечения функционирования биосферы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	<p>М. В. Буторина, П. В. Воробьев, А. П. Дмитриева. . Инженерная экология и экологический менеджмент: М.: Логос, 2001 (1-4)</p> <p>И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1, 2)</p> <p>. Экология. Основы геоэкологии: Москва: Юрайт, 2019 (1, 2)</p> <p>А. Г. Ветошкин. . Основы инженерной экологии: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (2-4)</p> <p>С. К. Петров, В. Н. Сидоров, С. С. Петрова. . Основы инженерной экологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-3)</p> <p>А. Г. Ветошкин. . Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1, 2)</p> <p>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)</p>	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Ракетно-космические комплексы и технологические фазы осуществления космического полета.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	<p>И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2)</p> <p>Б. К. Ковалёв. . Развитие ракетно-космических систем выведения: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (1-4)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Введение в ракетно-космическую технику: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-3)</p> <p>И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев. . Ракетно-космическая техника: Москва: Машиностроение, 2014 (1-4)</p> <p>С. П. Уманский. . Ракеты-носители. Космодромы: М.: Рестарт+, 2001 (1, 2)</p> <p>В. И. Феодосьев. . Основы техники ракетного полёта: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981 (1-3)</p>	9

	Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Проектирование космодромов океанского базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский. . Экологическая безопасность деятельности космодрома "Байконур": АлматыБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1) М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (1-3)	
Итого по разделу 2		9
<b>Раздел 3. Техногенное воздействие окружающую среду при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ).</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3) А. В. Сухов, М. М. Феценко, М. В. Тюгаев. . Твёрдые ракетные топлива: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (1, 3, 4) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1-4)	15
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Техногенное воздействие РКТ на околоземное космическое пространство.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (4)	15
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Пути снижения техногенного воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	И. М. Фадин, Б. И. Полетаев, В. Н. Сидоров. . Экология космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (5) С. П. Уманский. . Ракеты-носители. Космодромы: М.: Рестарт+, 2001 (4-6)	15
Итого по разделу 5		15
<b>Раздел 6. Правовое регулирование космической деятельности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка практического занятия.	. Основы экологического права: Москва: Юрайт, 2020 (6) . Экологическое право: Москва: Юрайт, 2020 (1-3)	15
Итого по разделу 6		15

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

#### Вопросы к зачету

1. Физическая природа тел в Солнечной системе.
2. Солнечная активность
3. Излучение Солнца
4. Внутреннее строение Земли
5. Атмосфера Земли
6. Гидросфера Земли
7. Магнитосфера Земли
8. Биосфера Земли, эволюция биосферы
9. Законы Коммонера
10. Структура ракетно-космических комплексов
11. Космодром и его основные технические комплексы
12. Байконур
13. Плесецк
14. Ракетно-космические системы. Ракеты-носители. Состав, типы, назначение.
15. Ракетные двигатели. Классификация
16. Жидкие ракетные топлива их состав и токсичность.
17. Твердые ракетные топлива их состав и токсичность.
18. Состав продуктов сгорания ракетных топлив
19. Технологические фазы осуществления космического полета и факторы техногенного воздействия на окружающую среду
20. Предстартовая подготовка и активный участок полета
21. Районы падения по трассам пуска ракет-носителей
22. Озоновый слой Земли
23. Влияние пусков РН на ионосферу
24. Ракетные двигатели для полета и маневрирования в космическом пространстве
25. Космический мусор
26. Влияние продуктов сгорания на тропосферу. Хлористый водород
27. Влияние продуктов сгорания на тропосферу. CO<sub>2</sub>
28. Влияние продуктов сгорания на тропосферу. CO
29. Влияние продуктов сгорания на тропосферу. Окись алюминия
30. Влияние продуктов сгорания на тропосферу. Амиак.

#### Индивидуальное практическое задание

Защита отчета проходит в форме собеседования. Оценка осуществляется по 4-бальной системе. Программой предусмотрены шесть вопросов по теме данной практической работы.

Критерием оценки является:

- до 3 правильных ответов – неудовлетворительно;
- 4 правильных ответа – удовлетворительно;
- 5 правильных ответов – хорошо;
- 6 правильных ответов – отлично.

**Зачет**

Сдача зачета производится по результатам выполненных в течение семестра контрольных мероприятий (шести ПР) и текущего тестирования



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		ПСК-8.4	
5	10	Раздел 1. 1. Принципы и правила обеспечения функционирования биосферы.	6	1	1	0	5	10	Вопросы к зачету
5	10	Раздел 2. Ракетно-космические комплексы и технологические фазы осуществления космического полета.	13	4	2	2	9	10	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
5	10	Раздел 3. Техногенное воздействие окружающую среду при эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ).	23	8	4	4	15	20	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
5	10	Раздел 4. Техногенное воздействие РКТ на околоземное космическое пространство.	23	8	4	4	15	25	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
5	10	Раздел 5. Пути снижения техногенного воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду.	24	9	4	5	15	25	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
5	10	Раздел 6. Правовое регулирование космической деятельности.	19	4	2	2	15	10	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-8.4

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Перечислите четыре класса опасности вредных веществ по степени воздействия на организм человека?
- № 2 Перечислите органолептические показатели воды
- № 3 Постоянным шумом называется шум, который за время измерения изменяется не более чем на \_\_\_\_ дБА
- № 4 Перечислите органолептические показатели воды
- № 5 При одновременном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммирующим действием, сумма отношений их фактических концентраций к предельно допустимым не должна превышать \_\_\_\_
- № 6 Аппарат для промывки жидкостью газов в целях извлечения из них отдельных компонентов называется
- № 7 Уровень звукового давления измеряется в
- № 8 Наиболее приемлемым с экологической точки зрения методом утилизации твердотопливных ракет считают..
- № 9 Что такое LC50?
- № 10 Под экологическим риском понимают ...
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 При сложении 80 дБА и 80 дБА получится:
- 160 дБА
- 83 дБА
- 100 дБА
- 0 дБА
- № 2 Какой газ является основным в химическом составе земной атмосферы?
- Азот (N);
- Кислород (O<sub>2</sub>);
- Аргон (Ar);
- Углекислый газ (CO<sub>2</sub>)
- № 3 Наиболее плотный слой воздуха, прилегающий к земной поверхности, носит название:
- стратосфера
- тропосфера
- мезосфера
- тропопауза
- № 4 Какой центральный орган военного управления МО РФ создан для обеспечения экологической безопасности войск?
1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
2. Управление войск химической развертки
3. 12е Главное управление МО РФ
4. Экологическая служба ВС РФ
- № 5 Какое вещество представляет наименьшую степень опасности (по токсичности, по летучести, по распространенности)?

1. Фтор
  2. Азотная кислота
  3. Амиак
  4. Сероуглерод
- № 6 Что является топливной парой для жидкостных ракетных двигателей?
- Кислород - Азотный тетраоксид
- Перекись водорода – Al
- O2 – Этиловый спирт
- № 7 Водяной лед - Нитроцеллюлоза
- К неорганизованным источникам загрязнения ОС на военном объекте относятся:
- Полевые трубопроводы
- Сопло реактивного двигателя
- Канализационный выход
- № 8 Вентиляционные дефлекторы
- Что такое «керосиновая линза»?
- явление в атмосфере, вызванное запусками ракет-носителей использующих керосин в качестве топлива
- образуется при загрязнении водной акватории нефтепродуктами, при температурах воды близких к 0о С
- подземные очаги химического загрязнения, вызванные утечками авиационного и ракетного топлива
- устройство для зондирования поверхности Земли с атмосферных летательных аппаратов
- № 9 Какой вид организмов используется в качестве активного ила в аэротенках?
- водоросли
- аэробные микроорганизмы
- анаэробные микроорганизмы
- прионы
- № 10 Какая деятельность не является частью функционирования Вооруженных Сил РФ?
- повседневная деятельность
- мобилизационное развертывание
- создание новых образцов вооружения
- ведение военных действий