

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии проектирования и конструирования ракетных систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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	
4	8	5	180	52	26	0	26	128	0	0	128	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ  
Федоров Артем Михайлович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**

## **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-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших

ПК-8.2 — Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-5**

*знания:*

методов проведения проектно- исследовательских работ, моделирования процессов функционирования ракетно-космических систем;

современных подходов при решении профессиональных проблем;

*умения:*

решать проектные задачи инженерного проектирования с использованием современных компьютерных технологий;

*навыки:*

работать с различными математическими программными пакетами, а так же системами автоматизированного проектирования.

### **ПК-8.2**

*знания:*

путей совершенствования результатов оптимизации параметров ракеты и учета ограничений, возникающих в процессе разработки;

*умения:*

строить эмпирические зависимости и статистически обрабатывать полученную информацию, делать выводы;

*навыки:*

оценки эффективности ракетного оружия по результатам проведенных расчетов;

составления алгоритмов проектирования ракет различного назначения с учетом проектных, эксплуатационных ограничений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ЭНЕРГОУСТАНОВКИ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПК-8.2 — Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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		ОПК-5	ПК-8.2
4	8	Раздел 1. Жизненный цикл, определение облика БР. 1. Понятия ракета, ракетный комплекс, ракетная система. 2. Жизненный цикл ракетной системы. 3. Формулировки проектных задач. 4. Стадии разработки ракет. 5. Последовательность проведения проектных работ.	13	3	3	0	10	14	14
4	8	Раздел 2. Формирование модели траектории БР. 1. Уравнения движения, проектные параметры. 2. Потери скорости на траектории ракеты и их влияние на дальность полета. 3. Требования к программе полета БР 4. Приближенные методы баллистических расчетов 5. Параметрический анализ траектории.	27	7	3	4	20	14	14
4	8	Раздел 3. Ракеты-носители космических летательных аппаратов (КЛА). 1.Отличия программ полета РН 2.Влияние конечной скорости носителя на параметры космической орбиты. 3. Виды космических орбит и способы их формирования.	11	1	1	0	10	14	14
4	8	Раздел 4. Оптимизация проектных решений. 1. Задачи оптимизации параметров. 2. Выбор метода и критерия оптимизации. 3.Интерпретация результатов оптимизации.	19	9	3	6	10	14	14
4	8	Раздел 5. Массогабаритные характеристики БР. 1. Способы определения массы ракеты 2. Решение уравнений массы 3. Модели структурных элементов БР 3. Параметрический анализ массы.	27	3	3	0	24	14	14
4	8	Раздел 6. Крылатые ракеты. Модель аэродинамики КР, ее роль в формировании облика КР. 1.Крылатая ракета как объект проектирования 2.Приближенные и численные методы определения аэродинамики 3.Основные понятия и определения 4.Подъемная сила несущих поверхностей, фюзеляжа и их взаимное влияние 5. Лобовое сопротивление несущих поверхностей, фюзеляжа и их взаимное влияние 6.Аэродинамическое качество, поляра ракеты.	33	13	5	8	20	10	10
4	8	Раздел 7. Проектные траектории и маневренные свойства КР. 1. Проектная траектория ПТУР 2. Проектная траектория КР 3. Проектная траектория ЗУР 4. Маневренные свойства крылатых ракет.	14	4	4	0	10	14	10
4	8	Раздел 8. Модель массы КР. 1.Способы определения массы КР и ее элементов. 2.Весорасчетные характеристики элементов КР. 3.Модели структурных элементов КР. 4.Параметрический анализ массогабаритных характеристик.	36	12	4	8	24	6	10
Всего за 8 семестр			180	52	26	26	128	100	100
Всего по дисциплине			180	52	26	26	128	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Формирование модели траектории БР.	Исследование влияния пауз при разделении ступеней двухступенчатой баллистической ракеты	4
2	Раздел 4. Оптимизация проектных решений.	Сравнение характеристик баллистических ракет на жидком и твердом топливе	6
3	Раздел 6. Крылатые ракеты. Модель аэродинамики КР, ее роль в формировании облика КР.	Построение поляры крылатой ракеты	8
4	Раздел 8. Модель массы КР.	Исследование влияния параметров крыла и скорости полета крылатой ракеты на ее облик.	8
Всего за 8 семестр			26

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Жизненный цикл, определение облика БР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10

2	Раздел 2. Формирование модели траектории БР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
3		Подготовка к практическим занятиям	10
4	Раздел 3. Ракеты-носители космических летательных аппаратов (КЛА).	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
5	Раздел 4. Оптимизация проектных решений.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
6	Раздел 5. Массогабаритные характеристики БР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	24
7	Раздел 6. Крылатые ракеты. Модель аэродинамики КР, ее роль в формировании облика КР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
8		Подготовка к практическим занятиям	10
9	Раздел 7. Проектные траектории и маневренные свойства КР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
10	Раздел 8. Модель массы КР.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
11		Подготовка к практическим занятиям	14
Всего за 8 семестр			128

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР		Отч. по ПЗ	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973, 93 экз.
2. А. Г. Голубев, В. Т. Калугин, А. Ю. Луценко. . Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010, 32 экз.
3. А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
4. А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
5. А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
6. А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
7. А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 80 экз.
8. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 15 экз.
9. Е. П. Котиков. . Крылатые и зенитные управляемые ракеты. СевастопольБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982, эл. рес.
10. И. И. Архангельский, П. П. Афанасьев, Е. Г. Болотов. . Проектирование зенитных управляемых ракет. М.: Изд-во МАИ, 2001, эл. рес.
11. И. М. Буланов, В. С. Васильев, В. В. Ватолин. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Ч. II Физические основы устройства и функционирования ракетного оружия. Тула: Изд-во ТулГУ, 2007, 8 экз.
12. Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Гусейнов, В. Н. Трусков, И. К. Туркин. . Проектирование крылатых ракет. Москва: Изд-во МАИ, 2021, 1 экз.
2. А. Б. Гусейнов, В. Н. Трусков, И. К. Туркин. . Проектирование крылатых ракет. Москва: Изд-во МАИ, 2021, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – 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. Интерактивная доска;
3. Компьютерный комплект.

### **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 **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших;

ПК-8.2 Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой ракетных систем и их элементов при использовании современных технических и информационных средств вычислительной техники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**128 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 128 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.
Раздел 1. Жизненный цикл, определение облика БР.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1,2) И. М. Буланов, В. С. Васильев, В. В. Ватолин. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Ч. II Физические основы устройства и функционирования ракетного оружия: Тула: Изд-во ТулГУ, 2007 (1.2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Формирование модели траектории БР.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	10
Подготовка к практическим занятиям		10
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Ракеты-носители космических летательных аппаратов (КЛА).		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1986 (2.1, 2.3, 3.1, 3.2, 3.9)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Оптимизация проектных решений.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2,3) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Массогабаритные характеристики БР.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3.9, 4.1, 4.2, 4.8, 5)	24

дополнительной литературы		
Итого по разделу 5		24
<b>Раздел 6. Крылатые ракеты. Модель аэродинамики КР, ее роль в формировании облика КР.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	<p>А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1)</p> <p>А. Б. Гусейнов, В. Н. Трусов, И. К. Туркин. . Проектирование крылатых ракет: Москва: Изд-во МАИ, 2021 (3, 8)</p> <p>А. Г. Голубев, В. Т. Калугин, А. Ю. Луценко. . Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (10.4)</p> <p>А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (3,4)</p>	10
Подготовка к практическим занятиям	<p>И. И. Архангельский, П. П. Афанасьев, Е. Г. Болотов. . Проектирование зенитных управляемых ракет: М.: Изд-во МАИ, 2001 (1, 7)</p>	10
Итого по разделу 6		20
<b>Раздел 7. Проектные траектории и маневренные свойства КР.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	<p>А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (5, 8)</p> <p>А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (7)</p> <p>А. Б. Гусейнов, В. Н. Трусов, И. К. Туркин. . Проектирование крылатых ракет: Москва: Изд-во МАИ, 2021 (8)</p> <p>А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2)</p> <p>И. И. Архангельский, П. П. Афанасьев, Е. Г. Болотов. . Проектирование зенитных управляемых ракет: М.: Изд-во МАИ, 2001 (6)</p> <p>Е. П. Котиков. . Крылатые и зенитные управляемые ракеты: СевастопольБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982 (2, 3, 4)</p>	10
Итого по разделу 7		10
<b>Раздел 8. Модель массы КР.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	<p>А. Б. Гусейнов, В. Н. Трусов, И. К. Туркин. . Проектирование крылатых ракет: Москва: Изд-во МАИ, 2021 (8)</p> <p>А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (8, 9)</p> <p>А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (3)</p> <p>И. И. Архангельский, П. П. Афанасьев, Е. Г. Болотов. . Проектирование зенитных управляемых ракет: М.: Изд-во МАИ, 2001 (7,8)</p>	10
Подготовка к практическим занятиям		14
Итого по разделу 8		24

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### 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 экзамену

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практической работе.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Комплект практических заданий представлен в УМК дисциплины.

#### Экзамен

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

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов 2 вопроса экзаменационного билета:

«отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

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		ОПК-5	ПК-8.2	
4	8	Раздел 1. Жизненный цикл, определение облика БР.	13	3	3	0	10	14	14	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 2. Формирование модели траектории БР.	27	7	3	4	20	14	14	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Ракеты-носители космических летательных аппаратов (КЛА).	11	1	1	0	10	14	14	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 4. Оптимизация проектных решений.	19	9	3	6	10	14	14	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 5. Массогабаритные характеристики БР.	27	3	3	0	24	14	14	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 6. Крылатые ракеты. Модель аэродинамики КР, ее роль в формировании облика КР.	33	13	5	8	20	10	10	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 7. Проектные траектории и маневренные свойства КР.	14	4	4	0	10	14	10	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 8. Модель массы КР.	36	12	4	8	24	6	10	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			180	52	26	26	128	100	100	
Всего по дисциплине			180	52	26	26	128	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

**ОПК-5 - Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие два стандартных условия остановки процесса параметрической оптимизации в методах случайного поиска?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое ограничение второго рода при оптимизации параметров?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Перед вами несколько проектных параметров ракет. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующее определение из правого столбца.
- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1. Удлинение корпуса         | А) Отношение длины к диаметру   |
| 2. Тяговооруженность         | Б) Отношение тяги ДУ к весу   |
| 3. Аэродинамическое качество | В) Отношение подъемной силы к лобовому сопротивлению или их коэффициентов |
|                              | Г) Отношение массы топлива к стартовой массе                              |
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Перед вами несколько вариантов целевых функций. К каждой целевой функции в левом столбце, подберите соответствующий параметр из правого столбца.
- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1 Стартовая масса  | А Минимум целевой функции                |
| 2 Дальность полета | Б Максимум целевой функции               |
|                    | В Компромиссное значение целевой функции |
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какое свойство должно быть у целевой функций при оптимизации ее параметров детерминированными методами?
1. Должна иметь максимум
  2. Должна иметь минимум
  3. Должна быть непрерывной (без разрывов)
  4. Возрастающей
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
После этапа технического предложения в последующий этап проектирования переходит (выберите несколько вариантов):
1. Один самый удачный проект
  2. Несколько самых удачных проектов
  3. Ни одного, предлагаются новые проекты
  4. Все
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Выберите из представленного списка методы используемые при параметрической оптимизации
1. Детерминированный метод деформированного многогранника
  2. Метод случайного поиска
  3. Метод случайного сканирования
  4. Метод половинного деления

## 5. Метод хорд

### № 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильной последовательности этапы определения массы элемента по приближенным аналитическим зависимостям. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. выбор определяющих нагрузок;
2. составление расчетной схемы и выполнение расчетов
3. декомпозиция данного элемента на более мелкие составляющие;
4. ранжирование выделенных составляющих по массе;
5. выбор эквивалентной геометрической модели;

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

Выберите из списка верные способы определения масс элементов БР:

1. По эмпирическим зависимостям
2. На основе объёма элемента без учёта плотности материала
3. По приближенным аналитическим зависимостям
4. По электрической проводимости материала
5. По геометрическим размерам.

### № 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в иерархическом порядке и запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

- 1- изделие
- 2 – комплекс
- 3 - система

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

Основные проектные параметры ракеты это:

1. Проектные параметры, которые однозначно определяют вариант проектно-конструкторского решения ракеты
2. Проектные параметры, принятые комиссией проектировщиков как основные
3. Параметры нужные для проектирования изделия

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

Что такое ограничение первого рода при оптимизации параметров?

1. Ограничение накладываемое на варьируемые параметры.
2. Ограничения накладываемые на функции зависящие от варьируемых параметров.

## **ПК-8.2 - Способен применять математические методы для создания цифровых моделей и проведения анализа функционирования ракетных систем**

### № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что делает штрафная функция при оптимизации параметров ракеты?

### № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое проектная траектория ракеты?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед вами расположено несколько вариантов потерь скорости при идеальной система управления. При увеличивающейся тяговооруженности ракеты к каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| 1. Гравитационные   | А Увеличиваются |
| 2. Аэродинамические | Б Уменьшаются   |
|                     | В Не изменяются |

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

Какие параметры больше всего влияют на лобовое сопротивление трансзвукового изолированного крыла при прочих равных? Выберите два

1. Удлинение
2. Площадь
3. Стреловидность по передней кромке
4. Сужение

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед вами представлены способы определения массы БР. Необходимо соотнести способ определения массы БР и этап формирования облика в рамках разработки:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Определение массы БР по эмпирической зависимости, (зависящая от дальности или от массы полезной нагрузки) | А Ранние этапы проектирования  |
| 2. Как сумма масс элементов ББ   | Б Поздние этапы проектирования |
|  | В Этап освоения производства   |

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите правильную последовательность проектных работ. Запишите правильную последовательность цифр слева направо.

1. Разработка эскизного проекта
2. Поисковые НИР
3. Разработка технического предложения
4. Разработка рабочей документации и летные испытания
5. Разработка технического проекта
6. Разработка технического задания

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность шагов по подготовке исходных данных при параметрической оптимизации. Запишите правильную последовательность цифр слева направо.

1. Выбор функций, зависящих от варьируемых параметров на которые накладываются ограничения второго рода
2. Выбор варьируемых параметров и наложение ограничений первого рода
3. Задание целевой функции и определение критерия принятия решения

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

Как влияет отделение головного отсека баллистической ракеты на дальность полета полезной нагрузки?

1. Нет ответа
2. Увеличивает дальность полета
3. Уменьшает дальность полета
4. Не влияет на дальность полета

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

Зачем ракеты-носители имеют паузу при выводе КЛА на орбиту?

1. Для уменьшения времени вывода на орбиту
2. Для вывода КЛА в требуемой точке орбиты
3. Для увеличения высоты орбиты КЛА
4. Для надежного разделения ступеней ракеты

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

Чем отличаются метод случайного поиска и случайного сканирования?

1. В первом случае алгоритм поиска сложнее, чем во втором
2. Случайный поиск ищет экстремум дольше
3. В первом случае шаг осуществляется в зависимости от величины случайного вектора, во втором по специальному алгоритму
4. Случайный поиск не всегда находит экстремум

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

Выберите допустимые целевые функции для крылатой ракеты

1. Сужение несущих поверхностей
2. Дальность
3. Удлинение несущих поверхностей
4. Стартовая масса

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

Какие параметры больше всего влияют на коэффициент подъемной силы дозвукового изолированного крыла при прочих равных? Выберите два

1. Удлинение
2. Площадь
3. Стреловидность
4. Сужение