

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Крылатые ракеты
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
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	7	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2024

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 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

## **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-28 — способен применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования по проектированию крылатых ракет
ПСК-30 — способен решать задачи аналитического характера, предполагающие выбор и многообразие способов и методов проектирования крылатых ракет

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-28**

*знания:*

Математические модели траектории полёта и массы БР;

*умения:*

Осуществлять параметрический анализ и синтез БР. Ставить задачи оптимального проектирования БР;

*навыки:*

Навык использования инструментов оптимального проектирования БР.

### **ПСК-30**

*знания:*

Постановка задачи оптимального проектирования и методы оптимального проектирования;

*умения:*

Обосновывать основные проектные параметры БР и выявлять причины неудовлетворенности решением;

*навыки:*

Навык использования инструментов оптимального проектирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ, ОСНОВЫ ДИНАМИКИ И БАЛЛИСТИКИ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ, ФИЗИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, 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 знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического 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
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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-28	ПСК-30
4	7	<b>Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.</b> Основные понятия и определения. Ракетный комплекс (РК). Классификация РК. Ракетная система (РС), состав и ее структура. Перспективное проектирование РС. Иерархия структуры, критериев и моделей.	3	1	1	0	2	11	11
4	7	<b>Раздел 2. Ракета, как техническая система.</b> Иерархическая схема технической системы. Исследование технической системы. Принцип оптимальности технической системы.	3	1	1	0	2	11	11
4	7	<b>Раздел 3. Жизненный цикл РК.</b> Краткая характеристика жизненного цикла РК. Стадии разработки РК.	3	1	1	0	2	11	11
4	7	<b>Раздел 4. Постановка задачи проектирования.</b> Критерии оптимальности, ограничения. Возможные постановки задачи проектирования ракетной системы, ракетного комплекса, ракеты (БР) при ограничениях по массе, дальности полета, габаритах и стоимости. Формулировки возможных постановок задачи проектирования баллистических ракет и ракет-носителей.	10	4	4	0	6	11	11
4	7	<b>Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.</b> Определение облика ракеты. Оптимизация параметров ракеты. Роль оптимизационных расчетов. Итерационный характер проектирования. Аэродинамические, центровочные, балансировочные расчеты. Компоновочные расчеты. Изменения в компоновке, вызванные конструктивными и эксплуатационными ограничениями. Влияние требований компоновки на выбор конструктивной схемы ракеты.	10	4	4	0	6	11	11
4	7	<b>Раздел 6. Модели траектории ракет.</b> Уравнения, описывающие движение ракеты в полете. Проектные параметры ракет. Уравнения движения, выраженные через проектные параметры. Конечная скорость ракеты. Потери скорости. Программа полета БР и РН на активном участке траектории. Требования, предъявляемые к программе полета. Особенности расчета траектории РН. Расчет параметров траектории на активном и пассивном участках. Параметрический траекторный анализ БР и РН.	45	30	6	24	15	11	11
4	7	<b>Раздел 7. Модели массы ракет.</b> Роль модели массы при проектировании ракеты. Способы определения масс элементов ракеты. Определение масс структурных элементов ракеты по эмпирическим зависимостям. Аналитическая модель. Определение масс структурных элементов ракеты по приближенным аналитическим зависимостям. Определение масс структурных элементов ракеты по геометрическим размерам. Решение уравнений массы. Аналитическое решение уравнений масс. Численное решение уравнений масс. Методы численных решений уравнений массы.	20	8	8	0	12	11	11
4	7	<b>Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.</b> Влияние проектных параметров ракеты на ее баллистические характеристики. Влияние проектных параметров ракеты на ее массу и распределение топлива по ступеням БР.	12	4	4	0	8	11	11
4	7	<b>Раздел 9. Алгоритмы оптимизации.</b> Формализация постановки задачи. Методы поиска оптимального решения. Примеры постановки задачи.	38	15	5	10	23	12	12
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 6. Модели траектории ракет.	Параметрический анализ траектории.	16
2		Исследование влияния начальных условий пуска на облик баллистической ракеты	8
3	Раздел 9. Алгоритмы оптимизации.	Сравнение характеристик баллистических ракет на жидком и твердом топливе. Использование алгоритмов оптимизации	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			34

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	2

2	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	2
3	Раздел 3. Жизненный цикл РК.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	2
4	Раздел 4. Постановка задачи проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	6
5	Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	6
6	Раздел 6. Модели траектории ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	8
7		Подготовка к практическим занятиям	7
8	Раздел 7. Модели массы ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	12
9	Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	8
10	Раздел 9. Алгоритмы оптимизации.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
11		Подготовка к практическим занятиям	13
Всего за 7 семестр			76

#### 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
7				Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ			Отч. по ПЗ	ДР	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. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
2. А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 70 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, 39 экз.
5. А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 80 экз.
6. В. В. Шкварцов. . Процедура адаптивной оптимизации в САПР. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 22 экз.
7. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, 12 экз.
8. Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов). М.: Машиностроение, 1978, 20 экз.
9. 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.
10. Л. Н. Бызов, М. Н. Охочинский. . Пакет прикладных программ "САПР ракетных транспортных систем". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
11. Н. А. Тестоедов, В. В. Кольга, Л. А. Семёнова. . Проектирование и конструирование баллистических ракет и ракет-носителей. Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2014, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

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:**

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

### **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 **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-28 способен применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования по проектированию крылатых ракет;

ПСК-30 способен решать задачи аналитического характера, предполагающие выбор и многообразие способов и методов проектирования крылатых ракет.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделями функционирования ракеты как средства доставки полезной нагрузки и методами принятия оптимальных проектных решений с использованием информационных технологий.

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 **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	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) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (1) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (1)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Ракета, как техническая система.</b>		
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) 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) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (3)	2
Итого по разделу 2		2
<b>Раздел 3. Жизненный цикл РК.</b>		
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) Н. А. Тестоедов, В. В. Кольга, Л. А. Семёнова. . Проектирование и конструирование баллистических ракет и ракет-носителей: Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2014 (1) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (2)	2
Итого по разделу 3		2
<b>Раздел 4. Постановка задачи проектирования.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение	А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических	6

лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	В. В. Шкварцов. . Процедура адаптивной оптимизации в САПР: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-3) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (2)	6
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Модели траектории ракет.</b>		
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, 5) А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2, 4) Л. Н. Бызов, М. Н. Охочинский. . Пакет прикладных программ "САПР ракетных транспортных систем": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (7) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	8
Подготовка к практическим занятиям		7
Итого по разделу 6		15
<b>Раздел 7. Модели массы ракет.</b>		
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 (4) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	12
Итого по разделу 7		12
<b>Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4, 6, 9) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5)	8
Итого по разделу 8		8
<b>Раздел 9. Алгоритмы оптимизации.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1) В. В. Шкварцов. . Процедура адаптивной оптимизации в САПР: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (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
Подготовка к практическим занятиям		13
Итого по разделу 9		23

## 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

Вопросы к экзамену представлены 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.

Критерии оценки

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачет по практической работе.

Основаниями для непринятия отчета:

- отсутствие указания цели выполнения практической работы, задач, необходимых для решения, исходных данных,
- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неполное количество графиков, недостаточная их информативность, отсутствие указания размерностей на осях графиков) и т.д.,
- отсутствие выводов по работе.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых пояснений результатов расчета, необходимого графического материала, файлов с выходными данными,
- некорректной обработки результатов расчетов,
- выполнения работы с нелегитимными исходными данными.

#### Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение и защита практических работ.

Промежуточный контроль проходит в форме экзамена, который включает выбор билета, подготовку к сообщениям по вопросам, сформулированным в экзаменационном билете, устному выступлению и ответу на дополнительные вопросы преподавателя по теме билета.

Для сдачи экзамена необходимо ответить на вопросы билета, а также дополнительные вопросы преподавателя.

При оценке знаний учитывается:

1. Понимание и степень усвоения теории курса.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Использование примеров из монографической литературы (статьи хрестоматии) и авторов-исследователей по данной проблеме.
6. Умение связать теорию с практическим применением.
7. Умение сделать обобщение, выводы.
8. Умение ответить на дополнительные вопросы.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по 4-х балльной системе:

- «Отлично»

1. Глубокое и прочное усвоение знаний программного материала (умение выделять главное, существенное).
2. Исчерпывающее, последовательное, грамотное и логически стройное изложение.
3. Правильность формулировки понятий и закономерностей по данной проблеме.
4. Использование примеров из монографической литературы и практики.
5. Знание авторов-исследователей по данной проблеме.
6. Умение сделать вывод по излагаемому материалу.

- «Хорошо»

1. Достаточно полное знание программного материала.
2. Грамотное изложение материала по существу.
3. Отсутствие существенных неточностей в формулировке понятий.
4. Правильное применение теоретических положений при подтверждении примерами.
5. Умение сделать вывод.

При этом:

1. Недостаточно последовательное и логическое изложение материала.
2. Отсутствие знаний авторов-исследователей по проблеме и примеров монографической литературы.
3. Некоторые неточности в формулировке понятий.

- «Удовлетворительно»

1. Общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений.
2. Формулировка основных понятий, но – с некоторой неточностью.
3. Затруднения в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.

- «Неудовлетворительно»

1. Незнание значительной части программного материала.
2. Существенные ошибки в процессе изложения.
3. Неумение выделить существенное и сделать вывод.
4. Незнание или ошибочные определения.

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		ПСК-28	ПСК-30	
4	7	Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	3	1	1	0	2	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	3	1	1	0	2	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 3. Жизненный цикл РК.	3	1	1	0	2	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 4. Постановка задачи проектирования.	10	4	4	0	6	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.	10	4	4	0	6	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 6. Модели траектории ракет.	45	30	6	24	15	11	11	Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 7. Модели массы ракет.	20	8	8	0	12	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.	12	4	4	0	8	11	11	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 9. Алгоритмы оптимизации.	38	15	5	10	23	12	12	Отчет по практическому заданию, Вопросы к экзамену
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-28

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Основной критерий остановки процесса оптимизации в методах случайного поиска
- № 2 Что такое ограничение второго рода при оптимизации параметров
- № 3 Что такое ограничение первого рода при оптимизации параметров
- № 4 Что делает штрафная функция при оптимизации параметров ракеты
- № 5 Что такое проектная траектория ракеты
- № 6 Что такое маневренность ракеты?
- № 7 Когда система оптимальна?
- № 8 Что такое гарантийный запас топлива ракеты?
- № 9 Что такое оптимум по векторному критерию?
- № 10 Что такое коэффициент перегрузок ракеты?

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Расположите в иерархическом порядке следующие термины: а- изделие б – комплекс с - система
- № 2 Основные проектные параметры это:
- Проектные параметры, которые однозначно определяют вариант проектно-конструкторского решения ракеты
  - Проектные параметры, принятые комиссией проектировщиков как основные
  - Параметры нужные для проектирования изделия
- № 3 Что такое перспективное проектирование?
- Быстрое получение результата
  - Разработка нового изделия
  - Выбор новых перспективных схем и конструкций
  - Оценка существующей схемы конструкции
- № 4 Что такое системный подход при разработке новых проектов?
- Быстрое решение задачи
  - Анализ альтернативных решений
  - Полный учет всей структуры системы и ее связей
  - Анализ возможностей проекта
- № 5 Что такое итерационное проектирование?
- Метод частных решений
  - Метод последовательных приближений
  - Метод проб и ошибок
  - Метод исследования области решений
- № 6 Основное требование к критерию оптимальности.
- Быстрое решение задачи
  - Правильно отражать самое важное качество изделия
  - Быть понятным
  - Иметь математическое описание
- № 7 Что такое метод Нелдера Мида?
- Детерминированный метод деформированного многогранника
  - Метод случайного поиска
  - Метод векторной оптимизации
  - Метод сканирования

- № 8 Что дает оптимизация параметров изделия?
- Величину функционального ограничения
  - Правильность принятых решений
  - Геометрическую интерпретацию целевой функции
  - Значение целевой функции и параметров изделия
- № 9 Какое значение целевой функции обычно ищут в процессе оптимизации?
- Минимум целевой функции
  - Максимум целевой функции
  - Среднее значение целевой функции
  - Что получится
- № 10 Какое свойство должно быть у целевой функций при оптимизации ее параметров детерминированными методами.
- Должна иметь максимум
  - Должна иметь минимум
  - Должна быть непрерывной (без разрывов)
  - Возрастающей

### **ПСК-30**

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Что такое организационно-техническая система.
- № 2 Что такое себестоимость изготовления изделия
- № 3 Что такое метод номограмм для определения облика ракеты?
- № 4 Какие проектные параметры сильнее всего влияют на дальность баллистической ракеты
- № 5 Как зависит орбитальная скорость КЛА от ее высоты орбиты.
- № 6 Почему зависимость дальности полета баллистической ракеты заданной массы от ее тяговооруженности имеет максимум
- № 7 Почему зависимость массы баллистической ракеты заданной дальности полета от ее тяговооруженности имеет экстремум
- № 8 Зачем некоторые противотанковые ракеты в начале полета имеют, так называемую, “горку”
- № 9 Почему нежелательна временная пауза в работе ступеней баллистических ракет
- № 10 Чем выгодно увеличение давления в камере сгорания ракетных двигателей

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Как влияет отделение головного отсека баллистической ракеты на дальность доставки полезного груза?
- Нет ответа
  - Увеличивает дальность полета
  - Уменьшает дальность полета
  - Не влияет на дальность полета
- № 2 Зачем ракеты-носители имеют паузу при выводе КЛА на орбиту?
- Для уменьшения времени вывода на орбиту
  - Для вывода КЛА в требуемой точке орбиты
  - Для увеличения высоты орбиты КЛА
  - Для надежного разделения ступеней ракеты
- № 3 Чем отличается методы случайного поиска от детерминированных?
- В первом случае алгоритм поиска сложнее, чем во втором
  - Случайный поиск ищет экстремум дольше
  - В первом случае шаг осуществляется в зависимости от величины случайного вектора, во втором по специальному алгоритму
  - Случайный поиск не всегда находит экстремум
- № 4 Что такое векторная оптимизация.

- Компонентами вектора являются частные критерии, эффективности которых складываются
  - Компонентами вектора являются частные критерии, которые имеют разную значимость и это учитывается при определении конечного результата.
  - Экстремум достигается там, все частные критерии имеют экстремум
  - Поскольку все частные критерии не совпадают, общего экстремума не найти
- № 5            Что такое орбитальная скорость ракеты-носителя.
- Это скорость движения по геостационарной орбите
  - Это скорость движения КЛА по орбите
  - Это скорость ракеты в конце активного участка полета, обеспечивающая круговую орбиту
- № 6            Оптимальная скорость в конце активного участка полета.
- Это скорость, необходимая для достижения заданной дальности полета
  - Это скорость, необходимая для достижения минимальной массы ракеты
  - Это скорость, необходимая для достижения максимальной дальности полета
  - Это скорость, необходимая для получения максимальной точности стрельбы
- № 7            Что такое целевая функция при оптимизации параметров ракеты.
- Это та характеристика, которая должна быть получена
  - Это критерий качества в данной задаче. Это значимая характеристика ракеты
  - Это характеристика цели
  - Это допустимая ошибка получения экстремума
- № 8            Что такое техническое задание на разработку объекта.
- Это перечень характеристик объекта
  - Это совокупность требований: технических, эксплуатационных, эффективности и других, которые должны быть выполнены при разработке объекта
  - Это описание характеристик желаемого объекта
  - Это пожелание заказчика
- № 9            Признаки технической системы
- Совокупность устройств взаимозависящих друг от друга
- Совокупность организаций, объединенных в одну структуру (типа Большое количество элементов, единство цели, иерархия структуры, сложность связей, высокая стоимость.
- Очень сложное техническое устройство
- № 10           Результат проектирования объекта.
- Выпускается чертежи первого приближения
  - Изучаются различные варианты конструкции и выбирается наилучшая
  - Определяются основные характеристики объекта Выпускается проектная документация. Чертежи общего вида изделия, его элементов, схемы
  - Определяются характеристики объекта в первом приближении (первая итерация)