

**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 СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Эксплуатация вооружения и военной техники (по областям и видам)
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	ВУЦ Военный Учебный Центр
Выпускающая кафедра	ВУЦ Военный Учебный Центр
Кафедра-разработчик рабочей программы	A1 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	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	диф. зач.
5	9	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	85	34	0	51	131	0	0	131	

**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 СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Эксплуатация вооружения и военной техники (по областям и видам)
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	ВУЦ Военный Учебный Центр
Выпускающая кафедра	ВУЦ Военный Учебный Центр
Кафедра-разработчик рабочей программы	A1 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	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	диф. зач.
5	9	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	85	34	0	51	131	0	0	131	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

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

**ВУЦ Военный Учебный Центр**

Заведующий кафедрой Лозинский А.Г.

\_\_\_\_\_

# **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-11 — способность ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия
ОПК-12 — способность качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия
ОПК-13 — способность проводить технико-экономическую оценку мероприятий и технических решений проектирования, производства, испытаний и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-11**

*знания:*

способов проведения работ по определению оптимальных характеристик ракетного комплекса и ракеты;

способов построения моделей поиска и принятия решений;

специальной научно-технической и патентной литературы по избранной тематике, последовательности работ при проектировании, конструировании, проведении летно-конструкторских испытаний;

*умения:*

решать различные проектные задачи;

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

проводить математическое моделирование процессов, происходящих в изделиях РКТ при их эксплуатации;

*навыки:*

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

## **ОПК-12**

*знания:*

о принципах построения математических моделей при разработке ракет;

о способах проведения исследования таких сложных технических систем, ракетная система;

*умения:*

реализовывать математических модели функционирования объектов ракетной техники в виде программного продукта;

реализовывать математических модели функционирования объектов ракетной техники в виде программного продукта;

*навыки:*

проведения математического моделирования на ЭВМ задач использования ракетной техники.

## **ОПК-13**

*знания:*

способы построения моделей поиска и принятия решений;

о подходах при проведении стоимостных расчетов и определении цены ракеты;

о методических подходах при проведении технико-экономического анализа, комплексного обоснования принимаемых и реализуемых решений на различных этапах жизненного цикла ракетной техники;

*умения:*

использовать математические модели функционирования объектов ракетной техники с целью получения результатов оценки эффективности функционирования объектов ракетной техники;

*навыки:*

оценки эффективности ракетного оружия по результатам проведенных расчетов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-14 — Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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-11	ОПК-12	ОПК-13
4	8	<b>Раздел 1. Ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.</b> 1.1. Основные понятия и определения. Ракетный комплекс (РК). Классификация РК. 1.2. Ракетная система (РС), состав и ее структура. Перспективное проектирование РС. Иерархия структуры, критериев и моделей.	7	1	1	0	6	6	6	6
4	8	<b>Раздел 2. Ракета, как техническая система.</b> 2.1. Иерархическая схема технической системы. 2.2. Исследование технической системы. 2.3. Принцип оптимальности технической системы.	7	2	2	0	5	6	6	6
4	8	<b>Раздел 3. Жизненный цикл РК.</b> 3.1. Краткая характеристика жизненного цикла РК. 3.2. Стадии разработки РК.	6	1	1	0	5	6	6	6
4	8	<b>Раздел 4. Постановка задачи проектирования ракетной системы.</b> 4.1. Критерии оптимальности, ограничения. Возможные постановки задачи проектирования ракетной системы, ракетного комплекса, ракеты (БР) при ограничениях по массе, дальности полета, габаритах и стоимости. 4.2. Формулировки возможных постановок задачи проектирования баллистических ракет и ракет-носителей.	6	1	1	0	5	6	6	6
4	8	<b>Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.</b> 5.1. Определение облика ракеты. Оптимизация параметров ракеты. Роль оптимизационных расчетов. Итерационный характер проектирования. 5.2. Аэродинамические, центровочные, балансирующие расчеты. 5.3. Компонировочные расчеты. Изменения в компоновке, вызванные конструктивными и эксплуатационными ограничениями. Влияние требований компоновки на выбор конструктивной схемы ракеты.	9	1	1	0	8	6	6	6
4	8	<b>Раздел 6. Модели траектории ракет.</b> 6.1. Уравнения, описывающие движение ракеты в полете. Проектные параметры ракет. Уравнения движения, выраженные через проектные параметры. Конечная скорость ракеты. Потери скорости. 6.2. Программа полета БР и РН на активном участке траектории. Требования, предъявляемые к программе полета. Особенности расчета траектории РН. 6.3. Расчет параметров траектории на активном и пассивном участках. 6.4. Параметрический траекторный анализ БР и РН.	26	11	2	9	15	6	6	6
4	8	<b>Раздел 7. Модели массы ракет.</b> 7.1. Роль модели массы при проектировании ракеты. Способы определения масс элементов ракеты. 7.2. Определение масс структурных элементов ракеты по эмпирическим зависимостям. Аналитическая модель массы баллистической ракеты. 7.3. Определение масс структурных элементов ракеты по приближенным аналитическим зависимостям. 7.4. Определение масс структурных элементов ракеты по геометрическим размерам. 7.5. Решение уравнений массы. Аналитическое решение уравнений масс. Численное решение уравнений масс. Методы численных решений уравнений массы.	16	5	5	0	11	6	6	6
4	8	<b>Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.</b> 8.1. Влияние проектных параметров ракеты на ее баллистические характеристики. 8.2. Влияние проектных параметров ракеты на ее массу и распределение топлива по ступеням БР.	21	11	3	8	10	6	6	6
4	8	<b>Раздел 9. Определение стоимости ракеты.</b> 9.1. Роль стоимостных характеристик при проектировании ракеты. 9.2. Факторы, влияющие на стоимостные характеристики ракеты. 9.3. Способы определения стоимости ракеты и ее элементов. Эмпирические зависимости. Определение стоимости по сметной калькуляции.	10	1	1	0	9	6	6	6
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	34	17	17	74	54	54	54
5	9	<b>Раздел 10. Крылатые ракеты как объекты проектирования.</b> 1.1. Классификация крылатых ракет (ПКР, КР, ПТУР, ЗУР, АУР) 1.2. Требования, предъявляемые при проектировании КР как элемента ракетного комплекса 1.3. Внешняя и внутренняя компоновочная схема КР различных классов 1.4. Формулировки возможных постановок задачи проектирования КР различных классов.	10	2	2	0	8	6	6	6
5	9	<b>Раздел 11. Модель аэродинамики крылатых ракет.</b> 2.1. Роль аэродинамики при проектировании КР. Основные понятия и определения 2.2. Подъемная сила крыла, подъемная сила фюзеляжа, подъемная сила всей ракеты 2.3. Лобовое сопротивление. Составляющие лобового сопротивления. 2.4. Момент тангажа КР. Фокус КР и его влияние на статическую устойчивость. Установившееся движение КР. Продольная балансировка на установившемся режиме. 2.5. Исследование влияния скорости полета и угла атаки на аэродинамические характеристики КР. Поляра КР.	26	17	3	14	9	6	6	6
5	9	<b>Раздел 12. Модели траектории крылатых ракет.</b> 3.1. Маневренные качества крылатой ракеты 3.2. Уравнения движения КР. Проектные траектории крылатых ракет различных классов. 3.3. Приближенный метод расчета стартового участка КР.	10	2	2	0	8	6	6	6
5	9	<b>Раздел 13. Модель массы крылатой ракеты.</b> 4.1. Способы определения масс элементов ракеты. Определение масс элементов КР по эмпирическим зависимостям. 4.2. Аналитическая модель массы маршевой ступени КР. 4.3. Модели массы и габаритов структурных элементов КР 4.4. Решение уравнений массы 4.5 Влияние параметров крыла и скорости полета крылатой ракеты на ее облик.	24	12	4	8	12	6	6	6

5	9	Раздел 14. Влияние типа двигателя крылатой ракеты на ее облик. 5.1. Виды ракетных двигателей. 5.2 Влияние параметров ВРД и условий полета КР на ее облик. 5.3. Влияние параметров РДТТ и условий полета КР на ее облик.	26	16	4	12	10	6	6	6
5	9	Раздел 15. Влияния параметров конструктивной и аэродинамической компоновок. 6.1. Уточнение компоновочной схемы ракеты. 6.2. Влияние компоновочных решений на облик ракеты. 6.3. Влияния параметров аэродинамической компоновки на балансировочные характеристики крылатой ракеты.	12	2	2	0	10	16	16	16
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	46	46	46
Всего по дисциплине			216	85	34	51	131	100	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.	9
2	Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.	Сравнение характеристик баллистических ракет на жидком и твердом топливе. Использование алгоритмов оптимизации	8
Всего за 8 семестр			17
3	Раздел 11. Модель аэродинамики крылатых ракет.	Построение поляры крылатой ракеты	14
4	Раздел 13. Модель массы крылатой ракеты.	Исследование влияния параметров крылатой ракеты на ее облик	8
5	Раздел 14. Влияние типа двигателя крылатой ракеты на ее облик.	Исследование влияния параметров двухконтурного ВРД и условий полета крылатой ракеты на ее массогабаритные характеристики	6
6		Исследование влияния параметров твердотопливного двигателя и условий полета крылатой ракеты на ее массогабаритные характеристики	6
Всего за 9 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	6
2	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
3	Раздел 3. Жизненный цикл РК.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
4	Раздел 4. Постановка задачи проектирования ракетной системы.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
5	Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	8
6	Раздел 6. Модели траектории ракет.	Подготовка к практическим занятиям	10
7		Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
8	Раздел 7. Модели массы ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	11
9	Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и	5



		дополнительной литературы	
10		Подготовка к практическим занятиям	5
11	Раздел 9. Определение стоимости ракеты.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	9
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>74</b>
12	Раздел 10. Крылатые ракеты как объекты проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	8
13	Раздел 11. Модель аэродинамики крылатых ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	3
14		Подготовка к практическим занятиям	6
15	Раздел 12. Модели траектории крылатых ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	8
16	Раздел 13. Модель массы крылатой ракеты.	Подготовка к практическим занятиям	6
17		Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	6
18	Раздел 14. Влияние типа двигателя крылатой ракеты на ее облик.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
19		Подготовка к практическим занятиям	5
20	Раздел 15. Влияния параметров конструктивной и аэродинамической компоновки.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>57</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
8						ДР		Отч. по ПЗ		ДР					Отч. по ПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
9				Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ			Отч. по ПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Проектирование и испытания баллистических ракет. М.: Воениздат, 1970, 18 экз.
2. А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 80 экз.
3. 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.
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. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
7. А. Л. Исаков. . Подготовка исходных данных в пакетах САПР при определении облика крылатых ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
8. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
9. В. М. Кашин, А. Л. Лифиц. . Методологические основы проектирования переносных зенитных ракетных комплексов. М.: Наука, 2013, 40 экз.
10. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, эл. рес.
11. Д. Н. Шеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов). М.: Машиностроение, 1978, 20 экз.
12. 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.
13. Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР зенитных управляемых ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 79 экз.
14. Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противокорабельных ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 54 экз.
15. Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Синтез облика противокорабельных и противотанковых ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
16. Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противотанковых ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 78 экз.
17. Л. Н. Бызов, М. Н. Охочинский. . Пакет прикладных программ "САПР ракетных транспортных систем". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
18. 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.
19. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, эл. рес.
20. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, 23 экз.

### 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;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

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

Информационные справочные системы:

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

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. 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 *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-11 способность ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия;

ОПК-12 способность качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия;

ОПК-13 способность проводить технико-экономическую оценку мероприятий и технических решений проектирования, производства, испытаний и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.

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 дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**131 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 131 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. Ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.</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) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (1.3) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (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 (1.2)	6
Итого по разделу 1		6
<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) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (3) 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)	5
Итого по разделу 2		5
<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)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Постановка задачи проектирования ракетной системы.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	5

лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы		
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.		
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 (2) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (2) В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2,3) 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 (5.1, 5.2)	8
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Модели траектории ракет.		
Подготовка к практическим занятиям	А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2.1, 4) Л. Н. Бызов, М. Н. Охочинский. . Пакет прикладных программ "САПР ракетных транспортных систем": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (7)	10
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. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4.1)	5
Итого по разделу 6		15
Раздел 7. Модели массы ракет.		
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 (4.2)	11
Итого по разделу 7		11
Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.		
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 (5) А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4, 6.1, 6.3, 9.1)	5
Подготовка к практическим занятиям		5
Итого по разделу 8		10
Раздел 9. Определение стоимости ракеты.		
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 (6) . Проектирование и испытания баллистических ракет: М.: Воениздат, 1970 (7) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4.5) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных	9



	аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (6)	
Итого по разделу 9		9
<b>Раздел 10. Крылатые ракеты как объекты проектирования.</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 (4)</p> <p>П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (7.3 - 7.6)</p> <p>А. Л. Исаков. . Подготовка исходных данных в пакетах САПР при определении облика крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)</p> <p>В. М. Кашин, А. Л. Лифиц. . Методологические основы проектирования переносных зенитных ракетных комплексов: М.: Наука, 2013 (1.1.-1.7, 2.1)</p> <p>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 (7.3, 7.4, 7.5)</p>	8
Итого по разделу 10		8
<b>Раздел 11. Модель аэродинамики крылатых ракет.</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>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР зенитных управляемых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6.1)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противокорабельных ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5.1)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6.1)</p> <p>П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (1,2)</p>	3
Подготовка к практическим занятиям	<p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Синтез облика противокорабельных и противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1)</p>	6
Итого по разделу 11		9
<b>Раздел 12. Модели траектории крылатых ракет.</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 (2)</p> <p>А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (7.7)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Синтез облика противокорабельных и противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2)</p>	8
Итого по разделу 12		8
<b>Раздел 13. Модель массы крылатой ракеты.</b>		
Подготовка к практическим занятиям	<p>А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (3)</p>	6
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	<p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противокорабельных ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5.2)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6.2, 6.3)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР зенитных управляемых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6.7, 6.8, 6.9)</p> <p>Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Синтез облика</p>	6



	противокорабельных и противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3.13, 4)	
Итого по разделу 13		12
<b>Раздел 14. Влияние типа двигателя крылатой ракеты на ее облик.</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 (6.4, 8, 9.2) Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков. . Синтез облика противокорабельных и противотанковых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3,4, 6.6)	5
Подготовка к практическим занятиям		5
Итого по разделу 14		10
<b>Раздел 15. Влияния параметров конструктивной и аэродинамической компоновки.</b>		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. Л. Исаков. . Проектные модели крылатых ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (4)	10
Итого по разделу 15		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет;
- дифференцированный 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 дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету 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.

#### Дифференцированный зачет

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является защита 2 (двух) практических работ.

Промежуточный контроль: по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который включает выбор билета, подготовку к сообщениям по вопросам к дифференцированному зачету, сформулированным в билете, устному выступлению и ответу на дополнительные вопросы преподавателя по теме билета.

Для получения дифференцированного зачёта 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 дифференцированного зачета оцениваются по 4-х балльной системе:

- «Зачтено-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.

- «Зачтено-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.

- «Зачтено - 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.

- «Не зачтено»

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

### **Дифференцированный зачет**

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является защита 4 (четырех) практических работ. Промежуточный контроль: по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который включает выбор билета, подготовку к сообщениям по вопросам к дифференцированному зачету, сформулированным в билете, устному выступлению и ответу на дополнительные вопросы преподавателя по теме билета.

Для получения дифференцированного зачёта 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 дифференцированного зачета оцениваются по 4-х балльной системе:

- «Зачтено-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.

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

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-11	ОПК-12	ОПК-13	
4	8	Раздел 1. Ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	7	1	1	0	6	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	7	2	2	0	5	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 3. Жизненный цикл РК.	6	1	1	0	5	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 4. Постановка задачи проектирования ракетной системы.	6	1	1	0	5	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 5. Последовательность выполнения проектных работ.	9	1	1	0	8	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 6. Модели траектории ракет.	26	11	2	9	15	6	6	6	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 7. Модели массы ракет.	16	5	5	0	11	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 8. Параметрический анализ ракеты.	21	11	3	8	10	6	6	6	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 9. Определение стоимости ракеты.	10	1	1	0	9	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	34	17	17	74	54	54	54	
5	9	Раздел 10. Крылатые ракеты как объекты проектирования.	10	2	2	0	8	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету

5	9	Раздел 11. Модель аэродинамики крылатых ракет.	26	17	3	14	9	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 12. Модели траектории крылатых ракет.	10	2	2	0	8	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 13. Модель массы крылатой ракеты.	24	12	4	8	12	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 14. Влияние типа двигателя крылатой ракеты на ее облик.	26	16	4	12	10	6	6	6	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 15. Влияния параметров конструктивной и аэродинамической компоновки.	12	2	2	0	10	16	16	16	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	46	46	46	
Всего по дисциплине			216	85	34	51	131	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-11

#### *Вопросы открытого типа:*

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

#### *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

## ОПК-12

### *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 ее дальность полета.

- 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:
- Это скорость, необходимая для достижения заданной дальности полета
  - Это скорость, необходимая для достижения минимальной массы ракеты
  - Это скорость, необходимая для достижения максимальной дальности полета
- № 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            то 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 холдинга)
  - Большое количество элементов, единство цели, иерархия структуры, сложность связей, высокая стоимость.
  - Очень сложное техническое устройство
- № 10           Ошибки на начальных этапах проектирования приводят:
- к удорожанию проекта и увеличению сроков разработки
  - к удорожанию проекта и уменьшению сроков разработки
  - к безоговорочному закрытию проекта

### **ОПК-13**

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1            Что является отличительной особенностью сложной технической системы?
- № 2            Чем отличается структурный синтез от параметрического?
- № 3            Как влияет увеличение угла стреловидности производную коэффициента подъемной силы по углу атаки?
- № 4            Какой будет концевой эффект симметричного изолированного крыла при нулевом угле атаки?
- № 5            Как увеличение нагрузки на мидель БР влияет на дальность полета и почему?
- № 6            Назовите диапазон рекомендуемых удлинений для ракет носителей
- № 7            Когда при параметрической оптимизации необходимо использовать штрафную функцию и вводить коэффициент штрафа?
- № 8            Что такое степень двухконтурности?

- № 9 Из чего состоит планер КР?
- № 10 Сужение несущей поверхности рассчитывается как:  
*Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие преимущества дает высотный старт ракет?
- С увеличением высоты полета уменьшаются гравитационные потери скорости, а это выгодно
  - С увеличением высоты старта ракеты уменьшаются аэродинамические потери скорости и растет конечная скорость
  - У баллистических ракет увеличивается высота апогея и поэтому дальность полета растет
  - Ракете не надо расходовать топливо для набора высоты
- № 2 Зачем термостатируют некоторые ракеты с РДТТ.
- Чтобы топливо при отрицательных температурах окружающей среды не замерзло
  - Чтобы не менялись свойства ракетного топлива
  - Чтобы при высоких температурах окружающей среды не твердое ракетное топливо не стало пластичным
  - Термостатирование ракеты необходимо для постоянства температуры заряда и скорости его горения
- № 3 От чего зависит масса боевого заряда при расчете эффективности РБ
- От дальности полета
  - От скорости и угла наклона траектории в конце активного участка полета
  - От уровня защищенности цели и точности стрельбы
  - От массы ракеты
- № 4 К чему ведут ошибки на начальных этапах проектирования ?
- Так как стоимость работ по проектированию в рамках жизненного цикла изделия невелика, то влияние ошибок минимально и приводит к небольшому удорожанию проекта
  - Ошибки на начальных этапах проектирования это нормально, их исправление происходит в рабочем порядке и не влечет за собой тяжелых последствий
  - Чаще всего ошибки проектирования приводят к отмене проекта и запуску повторного внешнего проектирования
  - К удорожанию проекта, затягиванию сроков создания, что в свою очередь увеличивает вероятность устаревания проектируемого изделия к моменту выпуска
- № 5 Ракетный комплекс это:
- Ракета и составляющие ее элементы
  - Набор элементов разного происхождения
  - Набор систем, функционирующих отдельно друг от друга, каждая для достижения своей цели
  - Ракета, полезная нагрузка, наземные средства и службы обеспечения транспортировки, монтажа и подготовки ракеты к запуску, пусковая установка
- № 6 Выберите верное утверждение
- Разработка ракетного комплекса, ракетной системы и ракеты это некоррелирующие с друг другом процессы.
  - Разработка новой ракеты осуществляется независимо от ракетной системы но с учетом требований ракетного комплекса
  - Разработка новой ракеты осуществляется независимо от ракетного комплекса но с учетом требований ракетной системы
  - Разработка новой ракеты осуществляется вместе с ракетным комплексом и ракетной системой

- № 7                      Сколько составляет стоимость ракеты по сравнению с ракетным комплексом?
- менее 5%
  - 60-80%
  - более 100%
  - 10-15%
- № 8                      Внешняя целостность системы это
- возможность обособления системы от окружающей среды
  - появление у системы особых свойств, которых нет ни у одного из ее компонентов, взятых в отдельности
  - когда система собрана из отдельных элементов, объединенных физическими связями вместе (ракета из отсеков в сборе)
  - когда в систему невозможно добавить дополнительные элементы не нарушив целостность
- № 9                      Внутренняя целостность системы это
- возможность обособления системы от окружающей среды
  - появление у системы особых свойств, которых нет ни у одного из ее компонентов, взятых в отдельности
  - когда система собрана из отдельных элементов, объединенных физическими связями вместе (ракета из отсеков в сборе)
  - когда в систему невозможно добавить дополнительные элементы не нарушив целостность
- № 10                     Что происходит первым?
- Разработка рабочей документации
  - Разработка технического предложения
  - Разработка эскизного проекта
  - Разработка технического задания