

**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

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Ракетостроение
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	
3	6	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	экз.
4	7	3	108	34	0	0	34	74	0	18	56	зач.
ВСЕГО		7	252	102	34	0	68	150	0	18	132	

*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: 2024

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Гусева Вера Николаевна, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

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 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 — способность 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-5**

*знания:*

Знание физических закономерностей функционирования объектов РКТ и их подсистем и путей их совершенствования.;

*умения:*

Ставить и решать задачи параметрического анализа и синтеза объектов РКТ при различных ограничениях.;

*навыки:*

Владения инструментами информационных технологий при решении задач анализа и синтеза объектов РКТ..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ 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: **АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, СТАРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.**

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-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач 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-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 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
3	6	<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ.</b> 1.1 Цель и основные задачи курса. Предмет курса. Основные понятия и определения. Проектирование как процесс принятия решений. Основные элементы процедуры принятия решений. 1.2 Концепция системного подхода, его отличия от естественнонаучного подхода. Системный подход в научной методологии проектирования. Понятие анализа и синтеза. Системный анализ как методология исследования сложных систем. 1.3 Признаки сложности технических систем. Ракетные системы как сложные организационно-технические системы. Место баллистических ракет в системе вооружения. 1.4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ как объект исследования: - что проектируем? - как проектируем?.	3	3	3	0	0	5
3	6	<b>Раздел 2. Проектирование ракетных систем как специализированное проектирование.</b> 2.1 Понятие ПРОЕКТИРОВАНИЕ. Этапы ЖЦ СТС, место проектирования в ЖЦ ракетной системы. Стадии разработки: поисковое конструирование, структурный синтез, параметрический синтез. Производственные, экономические и организационные проблемы, решаемые в процессе проектирования. 2.2 Понятие специализированное проектирование. Объект исследования - БР. Основные свойства объекта. 2.3 Понятие математическая модель. Особенности проектных моделей. Требования к моделям.	2	2	2	0	0	5
3	6	<b>Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР.</b> 3.1 Математическая модель траектории полета БР. Допущения. Основные проектные параметры БР. Параметрический анализ траектории БР как абсолютно твёрдого тела. 3.2 Программа изменения углов тангажа и атаки на активном участке траектории. Синтез параметров БР по заданной дальности на основе модели траектории полета абсолютно твердого тела.	31	17	5	12	14	5
3	6	<b>Раздел 4. Математическая модель массы БР.</b> 4.1 Основа модели - эмпирическое знание. Понятие системный закон, его отличие от законов естественных наук. Три принципа системологии, связанные с формированием системных законов. Закон В.Болховитинова. Аналитическая модель массы БР. 4.2 Модель массы БР с учётом основных физических явлений, протекающих в системах и агрегатах, и нагрузок, действующих на БР.	19	5	5	0	14	5
3	6	<b>Раздел 5. Параметрический синтез БР при наличии ограничения на одну из главных характеристик (дальность или массу). Параметрический анализ одной из характеристик БР при наличии ограничения на вторую характеристику.</b> 5.1 Параметрический синтез БР при различных ограничениях. 5.2 Параметрический анализ максимальной дальности БР, ограниченной массы. 5.3 Параметрический анализ массы БР, доставляющей полезную нагрузку на требуемую максимальную дальность. 5.4 Особенности влияния параметров на различных ступенях и при использовании двигателей разных типов. 5.4 Аналитическая модель массы многоступенчатой БР.	41	27	5	22	14	5
3	6	<b>Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.</b> 6.1 Постановки задачи оптимального проектирования БР. Основные понятия. Формализация задачи. 6.2 Задача об оптимальном распределении масс топлива по ступеням БР. Аналитическое решение задачи об оптимальном распределении масс топлива по ступеням БР.	16	4	4	0	12	5
3	6	<b>Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.</b> 7.1 Геометрическая интерпретация абстрактной задачи оптимального проектирования. Классы задач математического программирования. 7.2 Геометрическая интерпретация задачи оптимального проектирования БР. Место задачи в классификации. 7.3 Математическая постановка задачи оптимального проектирования. Ограничения I-го и 2-го рода. 7.4 Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	16	4	4	0	12	5
3	6	<b>Раздел 8. Методы оптимального проектирования.</b> 8.1 Общая схема алгоритма поиска оптимума. 8.2 Классификация методов оптимального проектирования. Алгоритмические методы. 8.3 Введение кодовых параметров. 8.4 Детерминированные методы: условие сходимости. Метод регулярного сканирования, метод градиента, модифицированный симплекс-метод,общая характеристика. 8.4 Рандомизированные методы. Условие сходимости. Алгоритм. Адаптация алгоритма. 8.5 Преобразование задачи оптимального проектирования с ограничениями в условную задачу оптимизации без ограничений.	16	6	6	0	10	5
Всего за 6 семестр			144	68	34	34	76	40
4	7	<b>Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.</b> 1.1 Рассмотрение природы ограничений 2-го рода в задачах на проектирование (функциональные, связанные с взаимодействием с другими подсистемами, ресурсные). Случаи наличия 2-х и более ограничений. 1.2 Масса полезной нагрузки как критерий выбора решения, особенности решения задач. 1.3 Компоненты вектора варьируемых параметров, обоснование назначения.	12	2	0	2	10	10
4	7	<b>Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.</b> 2.1Конструктивно-компоновочные схемы (ККС) БР, материалы, топливо. Анализ БР-предшественников. Способы старта.	12	2	0	2	10	10
4	7	<b>Раздел 11. Выбор проектного решения.</b> 3.1 Характерные проблемы выбора проектного решения. Проверка ограничений 1-го и 2-го рода, интерпретация ошибок. 3.2 Анализ компоновочных решений по результатам проектных расчётов. Интерпретация ошибок. 3.3 Выявление пределов реализуемости технического задания. 3.4 Целесообразность и последствия введения коэффициента штрафа.	36	16	0	16	20	15
4	7	<b>Раздел 12. Методы оптимального проектирования.</b> 4.1 Решение задачи оптимального проектирования различными методами. Сравнительный анализ и интерпретация результатов.	18	2	0	2	16	10
4	7	<b>Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.</b> 5.1 Роль ограничения в постановке задачи. 5.2 Влияние изменений в конструктивно-	30	12	0	12	18	15

	компоновочной схеме. 5.3 Влияние компонентов топлива. 5.4 Влияние используемых материалов. 5.5 Роль количества варьируемых параметров. 5.6 Способы проверки глобальности оптимума.					
<b>Всего за 7 семестр</b>		108	34	0	34	74
<b>Всего по дисциплине</b>		252	102	34	68	150
						60
						100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР.	Параметрический анализ траектории.	12
2	Раздел 5. Параметрический синтез БР при наличии ограничения на одну из главных характеристик (дальность или массу). Параметрический анализ одной из характеристик БР при наличии ограничения на вторую характеристику.	Параметрический анализ максимальной дальности полёта БР ограниченной массы. Параметрический анализ массы БР, достигающей требуемой дальности.	22
<b>Всего за 6 семестр</b>			34
3	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.	Природа ограничений 2-го рода. Обоснование выбора варьируемых параметров.	2
4	Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.	Перевод ТЗ на язык постановки задачи оптимального проектирования. Обоснование ККС, материалов и топлива.	2
5	Раздел 11. Выбор проектного решения.	Освоение работы с ППП САПР БР. Ввод исходных данных в соответствии с постановкой задачи оптимального проектирования.	4
6		Решение задачи оптимального проектирования. Анализ результата: проверка оптимальных значений варьируемых параметров, проверка выполнения ограничения (ограничений) 2-го рода. Проверка облика БР.	4
7		Интерпретация замечаний и ошибок. Пути их устранения. Выявление признаков несовершенства полученного решения, предложение плана исследования.	4
8		Исследование по индивидуальному плану. Анализ результатов исследования.	4
9	Раздел 12. Методы оптимального проектирования.	Решение одной из задач оптимального проектирования с использованием другого метода оптимизации. Интерпретация результатов.	2
10	Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	По выбору студента, согласованному с преподавателем исследуются 3 из перечисленных фактора влияния: ограничения 2-го рода; конструктивно-компоновочная схема: компоненты топлива; материалы; количество варьируемых параметров; способы проверки глобальности решения. Обобщение результатов	12
<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 3. Математическая модель траектории полёта БР.	Подготовка к восприятию материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №1. Оформление отчета по	14

		результатам выполнения практической работы №1	
2	Раздел 4. Математическая модель массы БР.	Подготовка к восприятию материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2. Оформление отчета по результатам выполнения практической работы №2.	14
3	Раздел 5. Параметрический синтез БР при наличии ограничения на одну из главных характеристик (дальность или массу). Параметрический анализ одной из характеристик БР при наличии ограничения на вторую характеристику.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2. Оформление отчета по практической работе №2	14
4	Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.	Подготовка к восприятию материала по теме.	12
5	Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.	Подготовка к восприятию материала по теме.	12
6	Раздел 8. Методы оптимального проектирования.	Подготовка к восприятию материала по теме.	10
<b>Всего за 6 семестр</b>			76
7	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.	Подготовка к сообщению теме: основные понятия, используемые при постановке задачи оптимального проектирования.	10
8	Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.	Подготовка к практическому занятию по формулированию постановки задачи в соответствии с техническим заданием.	10
9	Раздел 11. Выбор проектного решения.	Подготовка к работе с ППП САПР РБ, подготовка к чтению листингов результатов и интерпретации ошибок.. Анализ результатов, изучение путей устранения ошибок и замечаний. Формулировка предполагаемого пути исследования для обсуждения с преподавателем.	20
10	Раздел 12. Методы оптимального проектирования.	Сравнительная характеристика методов оптимального проектирования.	16
11	Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	Подготовка к выполнению и интерпретации результатов практической работы №2 по исследованию влияния различных факторов на результат решения.	18
<b>Всего за 7 семестр</b>			74

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ задания. Поиск существующих проектных решений. Постановка задачи оптимального проектирования. Выбор ККС, материалов и топлив. Знакомство с ППП САПР БР.. Создание файлов данных в соответствии с задачей и исходными данными.	1 - 6	9
Этап 2. Обоснование оптимальных проектных параметров БР в соответствии с постановкой задачи. Решение одной из задач оптимального проектирования в расширенной постановке. Написание пояснительной записки.	7 - 16	9
<b>Всего за 7 семестр</b>		18



#### 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
6		Собес	Собес			ДР	Собес		Отч. по ПЗ	ДР		Собес		Отч. по ПЗ, Собес		ДР	Собес
7		Сообщ				ДР			КР, Отч. по ПЗ	ДР	ВПЗ			Отч. по ПЗ		ДР	КР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов;
- КР – курсовая работа;
- Сообщ – сообщение;
- Собес – собеседование;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов;
- курсовая работа;
- сообщение;
- собеседование;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 41 экз.
2. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
3. А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 70 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. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 39 экз.
6. А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
7. В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987, 63 экз.
8. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 15 экз.
9. В. Н. Гусева. . Прикладная системология. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 20 экз.
10. О. М. Алифанов, А. Н. Андреев, В. Н. Гуцин. . Баллистические ракеты и ракеты-носители. М.: Дрофа, 2004, 19 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук;
2. Вестник воздушно-космической обороны;
3. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
4. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Репозиторий библиотеки "БГТУ" ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова: Главная страница; <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань; <https://ura.it.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **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 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-космической техники* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделями функционирования баллистической 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;
- устный опрос студентов;
- курсовая работа;
- сообщение;
- собеседование;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **7 з.е., 252 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**150 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 150 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 3. Математическая модель траектории полёта БР.</b>		
Подготовка к восприятию материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №1. Оформление отчета по результатам выполнения практической работы №1	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (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)	14
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Математическая модель массы БР.</b>		
Подготовка к восприятию материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2. Оформление отчета по результатам выполнения практической работы №2.	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) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	14
Итого по разделу 4		14
<b>Раздел 5. Параметрический синтез БР при наличии ограничения на одну из главных характеристик (дальность или массу). Параметрический анализ одной из характеристик БР при наличии ограничения на вторую характеристику.</b>		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ	14

работы №2. Оформление отчета по практической работе №2	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4,5)	
Итого по разделу 5		14
<b>Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.</b>		
Подготовка к восприятию материала по теме.	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (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 (2, 3)	12
Итого по разделу 6		12
<b>Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.</b>		
Подготовка к восприятию материала по теме.	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2)	12
Итого по разделу 7		12
<b>Раздел 8. Методы оптимального проектирования.</b>		
Подготовка к восприятию материала по теме.	В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (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 (2, 3) В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	10
Итого по разделу 8		10
<b>Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.</b>		

Подготовка к сообщению теме: основные понятия, используемые при постановке задачи оптимального проектирования.	<p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2,3)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2, 3)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2, 3)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p>	10
Итого по разделу 9		10
<b>Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.</b>		
Подготовка к практическому занятию по формулированию постановки задачи в соответствии с техническим заданием.	<p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p>	10
Итого по разделу 10		10
<b>Раздел 11. Выбор проектного решения.</b>		
Подготовка к работе с ППП САПР РБ, подготовка к чтению листингов результатов и интерпретации ошибок.. Анализ результатов, изучение путей устранения ошибок и замечаний. Формулировка предполагаемого пути исследования для обсуждения с преподавателем.	<p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.</p>	20



	<p>Устинова, 2014 (2,4)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5)</p> <p>А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p>	
Итого по разделу 11		20
<b>Раздел 12. Методы оптимального проектирования.</b>		
Сравнительная характеристика методов оптимального проектирования.	<p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p>	16
Итого по разделу 12		16
<b>Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.</b>		
Подготовка к выполнению и интерпретации результатов практической работы №2 по исследованию влияния различных факторов на результат решения.	<p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p> <p>А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)</p> <p>. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все)</p>	18
Итого по разделу 13		18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- собеседование;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- устный опрос студентов;
- сообщение;
- курсовая работа;
- экзамен;
- 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.

#### Собеседование

1. Контроль восприятия студентами подраздела лекционного курса в процессе паузы в изложении материала с целью выявления возникших вопросов и необходимости более детального изложения фрагментов, что должно способствовать облегчению последующего материала. 2. Обсуждение результатов прохождения диагностических работ.

#### 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.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение ПЗ – 40 баллов,
- оформление пояснительной записки – 20 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.

ПЗ считается принятой при наборе более 70 баллов.

Приблизительный перечень вопросов при защите практических заданий приведен в УМК дисциплины.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

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.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение ПЗ – 40 баллов,
- оформление пояснительной записки – 20 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.

ПЗ считается принятой при наборе более 70 баллов.

Приблизительный перечень вопросов при защите практических заданий приведен в УМК дисциплины.

### **Устный опрос студентов**

Устный опрос по содержанию прослушанных лекций. оценивается положительно при наличии лекционного материала и проявления понимания его содержания.

### **Сообщение**

Тематика сообщений определяется темой курсовой работы и наличием информации о прототипах БР.

### **Курсовая работа**

Курсовая работа представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению о порядке организации и проведения курсового проектирования обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования и высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» СТО.БГТУ.СМК-К5-21-2023. Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В ходе защиты КР обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

В случае, если оформление курсовой работы и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает оценку:

- оценка «отлично» выставляется, при правильном выполнении курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 50 до 75%.
- оценка «не защитил» выставляется, при значительных ошибках в содержании курсовой работы, при допущении принципиальных ошибок в ответах на вопросы преподавателя - правильных ответов менее 50%.

Возможные темы курсовых работ представлены 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.

Список экзаменационных вопросов содержится в УМК дисциплины.

### **Зачет**

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

Зачет по дисциплине выставляется при условии успешной защиты курсовой работы и наборе при защите практических заданий не менее 140 баллов.

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	
3	6	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ.	3	3	3	0	0	5	Собеседование
3	6	Раздел 2. Проектирование ракетных систем как специализированное проектирование.	2	2	2	0	0	5	Собеседование
3	6	Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР.	31	17	5	12	14	5	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 4. Математическая модель массы БР.	19	5	5	0	14	5	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 5. Параметрический синтез БР при наличии ограничения на одну из главных характеристик (дальность или массу). Параметрический анализ одной из характеристик БР при наличии ограничения на вторую характеристику.	41	27	5	22	14	5	Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.	16	4	4	0	12	5	Собеседование
3	6	Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.	16	4	4	0	12	5	Устный опрос студентов
3	6	Раздел 8. Методы оптимального проектирования.	16	6	6	0	10	5	Устный опрос студентов
Всего за 6 семестр			144	68	34	34	76	40	
4	7	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.	12	2	0	2	10	10	Сообщение
4	7	Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.	12	2	0	2	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 11. Выбор проектного решения.	36	16	0	16	20	15	Курсовая работа, Отчет по практическому заданию

4	7	<b>Раздел 12. Методы оптимального проектирования.</b>	18	2	0	2	16	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	<b>Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.</b>	30	12	0	12	18	15	Курсовая работа, Отчет по практическому заданию
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	34	0	34	74	60	
<b>Всего по дисциплине</b>			252	102	34	68	150	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-5

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Как объяснить, что при исследовании влияния угла тангажа в конце активного участка на максимальную дальность полёта **одноступенчатых** БР обнаруживается незначительное отклонение оптимального угла от 45 градусов?
- № 2 С какой целью осуществляют отделение головной части БР в конце активного участка?
- № 3 Перечислите главные негативные и позитивные последствия роста давления на срезе сопла РДТТ при сохранении значений остальных основных проектных параметров
- № 4 Перечислите причины необходимости обнулять угол атаки на активном участке траектории.
- № 5 Зачем углу атаки может придаваться отрицательное значение на активном участке траектории?
- № 6 Перечислите позитивные и негативные последствия увеличения давления в камере сгорания РДТТ при сохранении значений остальных основных проектных параметров.
- № 7 Объясните различный характер влияния давления в камере сгорания РДТТ и ЖРД на характеристики БР
- № 8 Объясните различный характер влияния тяговооружённости на характеристики БР с РДТТ и с ЖРДу при сохранении значений всех остальных основных проектных параметров
- № 9 Как объяснить роль допущения о пренебрежении влиянием вращательного движения на поступательное при разработке математической модели траектории
- № 10 Что такое максимальная дальность БР?
- № 11 Весорасчетная характеристика это

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Назовите проектные параметры, изменением которых можно **существенно** повлиять на величину оптимального угла тангажа в конце активного участка в задаче параметрического анализа траектории абсолютно твёрдого тела?

#### **Тяговооружённость,**

#### **удельный импульс тяги;**

#### **относительная масса топлива.**

- № 2 Что представляет собой модель траектории БР как математический объект?

#### **Система алгебраических уравнений;**

#### **система дифференциальных уравнений;**

#### **уравнение эллипса.**

- № 3 При каких условиях можно исключить высоту траектории из системы уравнений движения?

#### **При малых дальностях полёта.**

#### **При навесных траекториях**

- № 4 Какое допущение НЕ делается при формировании системы дифференциальных уравнений движения, использованной в ППП САПР БР?

#### **Внешние возмущения отсутствуют,**

#### **вращение Земли не учитывается,**

#### **кривизна Земли не учитывается,**

#### **траектория полёта плоская**

- № 5 Какое допущение, сформулированное при создании математической модели

траектории, позволяет перенести точку приложения аэродинамических сил в центр масс без приложения вращающего момента.

**Вращательное движение не учитывается;**

**влиянием вращательного движения на поступательное пренебрегаем;**

**ракета – абсолютно твёрдое тело,**

**траектория полёта плоская**

№ 6 Какие параметры конца активного участка траектории БР определяют полную дальность полета

**Конечные значения массы и скорости;**

**конечные значения угла атаки и скорости;**

**конечные значения угла тангажа, скорости, высоты и дальности;**

**конечный вектор скорости.**

№ 7 Какую роль играет допущение о том, что ракета – абсолютно твёрдое тело при формировании модели траектории.

**Относительная масса топлива может быть включена в число независимых проектных параметров;**

**силы, действующие на ракету не могут ее разрушить;**

**центр тяжести совпадает с центром давления;**

**ни один из основных проектных параметров не влияет на относительную массу топлива.**

№ 8 В каких случаях допустимо при расчете параметров траектории пренебрегать кривизной Земли?

**В случае старта из под воды;**

**в случае старта с воздушного носителя;**

**для ракет малой дальности;**

**для ракет большой дальности**

№ 9 Какое допущение НЕ может быть сохранено, если рассматриваются задачи исследования влияния массы БР на ее дальность?

**Кривизна Земли не учитывается;**

**влиянием вращательного движения на поступательное пренебрегаем;**

**БР – абсолютно твёрдое тело;**

**система управления идеальная.**

№ 10 Для увеличения тяги РДТТ необходимо...

**увеличить площадь поверхности горения заряда;**

**снизить давление в камере сгорания;**

**уменьшить площадь поверхности горения;**

**увеличить давление на срезе сопла.**