


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
« 31 » 05 20 22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	экз.
4	8	3	108	51	17	0	34	57	0	18	39	зач.
ВСЕГО		6	216	119	51	0	68	97	0	18	79	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

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

год набора группы: 2022

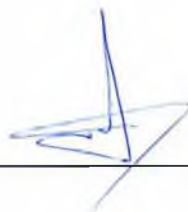
Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Гусева Вера Николаевна, к.т.н., 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:

ПСК-12 — способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс
ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-12

знания:

Алгоритмов процедур анализа и синтеза; основных проектных параметров БР, оказывающих наибольшее влияние на свойства БР;

роль выбора агрегатов из альтернативного ряда на свойства БР;;

умения:

Выявлять причины несоответствия свойств БР требуемым и/или ожидаемым; находить пути улучшения свойств БР;;

навыки:

Работы с различными специализированными ППП САПР БР, для проведения как анализа, так и синтеза параметров БР;.

ОПК-1

знания:

Физических явлений, связанных с функционированием систем и агрегатов баллистических ракет; математических моделей основных свойств объектов процессов;;

умения:

Применять естественно-научные знания для решения задач анализа и синтеза;;

навыки:

Решения задач анализа и синтеза параметров БР с использованием специализированного ППП САПР БР;.

ОПК-5

знания:

Принципов разработки моделей систем и агрегатов БР. Логике анализа и синтеза параметров БР;;

умения:

Разрабатывать математические модели основных свойств отдельных агрегатов БР и анализировать влияние этих свойств на свойства БР;

навыки:;

навыки:

Использования методов оптимального проектирования для синтеза параметров БР;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИСПЫТАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ, ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- 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
- ПСК-11 — способность анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

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		ПСК-12	ОПК-1	ОПК-5
4	7	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ. 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 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.	4	4	4	0	0	5	5	5
4	7	Раздел 2. Проектирование ракетных систем как специализированное проектирование. 2.1 Понятие специализированное проектирование. Объект исследования - БР. Основные свойства объекта. 2.2 Понятие математическая модель. Особенности проектных моделей. Требования к моделям.	2	2	2	0	0	5	5	5
4	7	Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР. 3.1 Основа модели - естественно-научное знание. Допущения модели, их трактовка и обоснование. Система уравнений движения. Параметризация системы уравнений. Основные проектные параметры БР. Программа изменения углов тангажа и атаки на активном участке траектории. 3.2 Параметрический анализ траектории. Синтез параметров БР по заданной дальности на основе модели траектории полета абсолютно твёрдого тела.	28	18	6	12	10	5	10	15
4	7	Раздел 4. Математическая модель массы БР. 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.	8	4	4	0	4	10	10	15
4	7	Раздел 5. Параметрический анализ траектории и массы БР. 5.1 Параметрический анализ максимальной дальности БР, ограниченной массы. 5.2 Параметрический анализ массы БР, доставляющей полезную нагрузку на требуемую максимальную дальность. 5.3 Параметрический синтез БР при различных ограничениях. 5.4 Особенности влияния параметров на различных ступенях и при использовании двигателей разных типов. 5.4 Аналитическая модель массы многоступенчатой БР.	39	28	6	22	11	10	10	10
4	7	Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР. 6.1 Постановки задачи оптимального проектирования БР. Основные понятия. Формализация задачи.Параметрический синтез БР при различных ограничениях. 6.2 2 Задача об оптимальном распределении масс топлива по ступеням БР. Аналитическое решение задачи об оптимальном распределении масс топлива по ступеням БР.	7	2	2	0	5	5	5	5
4	7	Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации. 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 1-го и 2-го рода. 7.4 Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	9	4	4	0	5	5	5	5
4	7	Раздел 8. Методы оптимального проектирования. 8.1 Общая схема алгоритма поиска оптимума. Введение кодовых параметров. Преобразование задачи оптимального проектирования с ограничениями в условную задачу оптимизации без ограничений. 8.2 Классификация методов оптимального проектирования. Алгоритмические методы. 8.3 Детерминированные методы: условие сходимости. Метод регулярного сканирования, метод градиента, модифицированный симплекс-метод.общая характеристика. 8.4 Рандомизированные методы.	11	6	6	0	5	5	5	5
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	50	55	65
4	8	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование. 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.	6	4	2	2	2	5	5	5
4	8	Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет	6	4	2	2	2	10	10	10

		(ППП САПР БР). Обоснование исходных данных. 2.1 Конструктивно-компоновочные схемы (ККС) БР, материалы, топливо. Анализ БР-предшественников. Способы старта.								
4	8	Раздел 11. Выбор проектного решения. 3.1 Характерные проблемы выбора проектного решения. Проверка ограничений 1-го и 2-го рода, интерпретация ошибок. Анализ компоновочных решений по результатам проектных расчётов. Интерпретация ошибок. Последствия введения коэффициента штрафа.	45	20	4	16	25	10	10	10
4	8	Раздел 12. Методы оптимального проектирования. Решение задачи оптимального проектирования различными методами. Сравнительный анализ и интерпретация результатов.	2	2	0	2	0	10	10	5
4	8	Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования. 5.1 Роль ограничения в постановке задачи. 5.2 Влияние изменений в конструктивно-компоновочной схеме. 5.3 Влияние компонентов топлива. 5.4 Влияние используемых материалов. 5.5 Роль количества варьируемых параметров. 5.6 Способы проверки глобальности оптимума.	49	21	9	12	28	15	10	5
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	50	45	35
Всего по дисциплине			216	119	51	68	97	100	100	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 анализ траектории и массы БР.	Параметрический анализ максимальной дальности полёта БР ограниченной массы. Параметрический анализ массы БР, достигающей требуемой дальности.	22
Всего за 7 семестр			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
Всего за 8 семестр			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 лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №1. Оформление отчета по результатам выполнения практической работы №1	10
2	Раздел 4. Математическая модель массы БР.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2	4
3	Раздел 5. Параметрический анализ траектории и массы БР.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2. Оформление отчета по практической работе №2	11
4	Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	5
5	Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	5
6	Раздел 8. Методы оптимального проектирования.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	5
Всего за 7 семестр			40
7	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.	Подготовка к сообщению теме: основные понятия, используемые при постановке задачи оптимального проектирования.	2
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.	2
9	Раздел 11. Выбор проектного решения.	Подготовка к работе с ППП САПР БР, подготовка к чтению листингов результатов и интерпретации ошибок.. Анализ результатов, изучение путей устранения ошибок и замечаний. Формулировка предполагаемого пути исследования для обсуждения с преподавателем.	25
10	Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	Подготовка к выполнению и интерпретации результатов практической работы №2 по исследованию влияния различных факторов на результат решения.	28
Всего за 8 семестр			57

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Этап 1. Выбор параметров БР в соответствии с ТЗ	4 - 10	9
Этап 2. Формулировка и решение задачи исследования на базе результатов 1 этапа.	11 - 17	9
Всего за 8 семестр		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
7			Сообщ	ТекК		ДР				ДР		ТекК, ВПЗ		Отч. по ПЗ		ДР	ОС, КР
8						ДР				ДР						ДР	зач.

Условные обозначения:

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

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

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

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, эл. рес.
2. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 41 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. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
6. В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987, 63 экз.
7. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
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. Гущин. . 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. 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://urait.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 - 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;
3. УБР ДД 8С992 (8К99).

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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-12 способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс;

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач.

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;
- сообщение;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- устный опрос студентов;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**97 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 97 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР.		
Подготовка к восприятию лекционного 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)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Математическая модель массы БР.		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению 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)	4
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Параметрический анализ траектории и массы БР.		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме. Подготовка к выполнению практической работы №2. Оформление отчета по практической работе №2	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4,5)	11

Итого по разделу 5		11
Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	<p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)</p> <p>А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)</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>	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	<p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2)</p>	5
Итого по разделу 7		5
Раздел 8. Методы оптимального проектирования.		
Подготовка к восприятию лекционного материала по теме.	<p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2)</p> <p>В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)</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>	5
Итого по разделу 8		5

Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.		
Подготовка к сообщению теме: основные понятия, используемые при постановке задачи оптимального проектирования.	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. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2,3)	2
Итого по разделу 9		2
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.	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3)	2
Итого по разделу 10		2
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.	А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5) В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2,4) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все) В. В. Шкварцов. . Алгоритм	25

	оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2,4)	
Итого по разделу 11		25
Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.		
Подготовка к выполнению и интерпретации результатов практической работы №2 по исследованию влияния различных факторов на результат решения.	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (все) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	28
Итого по разделу 13		28

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов;
- сообщение;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля 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. 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 80 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 проверки понимания его по соответствующим экзаменационным вопросам.

Сообщение

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

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 80 баллов.

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

Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ. СМК-П-4.2-12» от 24 ноября 2015 г.

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 ответах студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответах студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсовой работы, правильных ответах 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

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

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 на 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

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

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

Зачет по дисциплине выставляется по результатам выполнения контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины 8 семестра.

Оценка "зачтено" выставляется при условии успешной защиты курсовой работы и всех практических заданий.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-12	ОПК-1	ОПК-5	
4	7	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ.	4	4	4	0	0	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Проектирование ракетных систем как специализированное проектирование.	2	2	2	0	0	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Математическая модель траектории полёта БР.	28	18	6	12	10	5	10	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Математическая модель массы БР.	8	4	4	0	4	10	10	15	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 5. Параметрический анализ траектории и массы БР.	39	28	6	22	11	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 6. Постановка задачи оптимального проектирования БР.	7	2	2	0	5	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 7. Классификация задач оптимального проектирования. Место задачи проектирования БР в классификации.	9	4	4	0	5	5	5	5	Устный опрос студентов
4	7	Раздел 8. Методы оптимального проектирования.	11	6	6	0	5	5	5	5	Устный опрос студентов
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	50	55	65	
4	8	Раздел 9. Ограничения, критерий и варьируемые параметры в задачах на проектирование.	6	4	2	2	2	5	5	5	Сообщение
4	8	Раздел 10. Пакет прикладных программ системы автоматизированного проектирования баллистических ракет (ППП САПР БР). Обоснование исходных данных.	6	4	2	2	2	10	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ

4	8	Раздел 11. Выбор проектного решения.	45	20	4	16	25	10	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
4	8	Раздел 12. Методы оптимального проектирования.	2	2	0	2	0	10	10	5	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 13. Обобщенная постановка задачи оптимального проектирования.	49	21	9	12	28	15	10	5	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	50	45	35	
Всего по дисциплине			216	119	51	68	97	100	100	100	