

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

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

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	экз.
4	7	3	108	34	0	0	34	74	0	18	56	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	34	0	68	114	0	18	96	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Федоров Артем Михайлович, старший преподаватель

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

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 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 — 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

о состоянии и перспективах развития как ракетной техники в целом, так и отдельных ее направлений;

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

умения:

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

навыки:

проведения расчетов по определению облика ракет, анализу и оценке полученных результатов.

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: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

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

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-5
3	6	Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования. Основные понятия и определения. Ракетный комплекс (РК). Классификация РК. Ракетная система (РС), состав и ее структура. Перспективное проектирование РС. Иерархия структуры, критериев и моделей.	7	2	2	0	5	7
3	6	Раздел 2. Ракета, как техническая система. Иерархическая схема технической системы. Исследование технической системы. Принцип оптимальности технической системы.	7	2	2	0	5	7
3	6	Раздел 3. Постановка задачи проектирования. Критерии оптимальности, ограничения. Возможные постановки задачи проектирования ракетной системы, ракетного комплекса, ракеты (БР) при ограничениях по массе, дальности полета, габаритах и стоимости. Формулировки возможных постановок задачи проектирования баллистических ракет и ракет-носителей.	8	3	3	0	5	7
3	6	Раздел 4. Последовательность выполнения проектных работ. Определение облика ракеты. Оптимизация параметров ракеты. Роль оптимизационных расчетов. Итерационный характер проектирования. Аэродинамические, центровочные, балансировочные расчеты. Компонировочные расчеты. Изменения в компоновке, вызванные конструктивными и эксплуатационными ограничениями. Влияние требований компоновки на выбор конструктивной схемы ракеты.	8	3	3	0	5	7
3	6	Раздел 5. Модели траектории ракет. Понятие математической модели. Особенности проектных моделей. Требования к моделям. Уравнения, описывающие движение ракеты в полете. Проектные параметры ракет. Уравнения движения, выраженные через проектные параметры. Конечная скорость ракеты. Потери скорости. Программа полета БР на активном участке траектории. Требования, предъявляемые к программе полета. Расчет параметров траектории на активном и пассивном участках. Параметрический анализ траектории.	28	23	6	17	5	7
3	6	Раздел 6. Модели массы ракет. Роль модели массы при проектировании ракеты. Способы определения масс элементов ракеты. Определение масс структурных элементов ракеты по эмпирическим зависимостям. Аналитическая модель. Определение масс структурных элементов ракеты по приближенным аналитическим зависимостям. Определение масс структурных элементов ракеты по геометрическим размерам. Решение уравнений массы. Аналитическое решение уравнений масс. Численное решение уравнений масс. Методы численных решений уравнений массы. Параметрический анализ массы.	11	6	6	0	5	7
3	6	Раздел 7. Комплексный параметрический анализ. Влияние проектных параметров ракеты на ее баллистические характеристики (при фиксированной стартовой массе и при фиксированной дальности). Влияние проектных параметров ракеты на ее массу (при фиксированной стартовой массе и при фиксированной дальности). Выбор количества ступеней, распределение топлива по ступеням БР.	30	25	8	17	5	7
3	6	Раздел 8. Алгоритмы параметрической оптимизации. Постановки задачи оптимального проектирования БР. Основные понятия. Формализация задачи. Параметрический синтез БР при различных ограничениях.	9	4	4	0	5	7
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	56
4	7	Раздел 9. Примеры критериев принятия решения, ограничений первого и второго рода. Примеры возможных целевых функций, варьируемых параметров и функциональных ограничений. Обоснование выбора.	22	7	0	7	15	9
4	7	Раздел 10. Выбор и обоснование структуры ракеты. Роль прототипов при формировании облика, обоснование выбора количества ступеней, типа двигательной установки и параметров топлива. Выбор материалов отсеков.	22	7	0	7	15	9
4	7	Раздел 11. Сравнение методов параметрической оптимизации. Метод регулярного сканирования Метод случайного сканирования Метод случайного поиска Метод Нелдера-Мида Критерии выбора методов.	22	7	0	7	15	9
4	7	Раздел 12. Анализ полученных проектных решений. Характерные проблемы выбора проектного решения. Проверка ограничений 1-го и 2-го рода, интерпретация ошибок. Анализ компоновочных решений по результатам проектных расчетов. Интерпретация ошибок. Последствия введения коэффициента штрафа.	42	13	0	13	29	17
Всего за 7 семестр			108	34	0	34	74	44
Всего по дисциплине			216	102	34	68	114	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Модели траектории ракет.	Исследование основных характеристик траектории полета баллистической ракеты	17
2	Раздел 7. Комплексный параметрический анализ.	Параметрический анализ максимальной дальности полета БР ограниченной массы. Параметрический анализ минимальной массы БР ограниченной дальности	17

Всего за 6 семестр			34
3	Раздел 9. Примеры критериев принятия решения, ограничений первого и второго рода.	Формирование постановки задачи оптимального проектирования. Разбор возможных вариантов целевых функций и ограничений 1-го и 2-го рода на примерах БР и РН	7
4	Раздел 10. Выбор и обоснование структуры ракеты.	Роль прототипов при формировании облика. Обоснование структуры и материалов ракеты	7
5	Раздел 11. Сравнение методов параметрической оптимизации.	Выбор и обоснование метода параметрической оптимизации. Обоснование выбранной целевой функции, ограничений 1-го и 2-го рода.	7
6	Раздел 12. Анализ полученных проектных решений.	Анализ принятых проектных решений	13
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
2	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
3	Раздел 3. Постановка задачи проектирования.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
4	Раздел 4. Последовательность выполнения проектных работ.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
5	Раздел 5. Модели траектории ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	2
6		Подготовка к практическим занятиям	3
7	Раздел 6. Модели массы ракет.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
8	Раздел 7. Комплексный параметрический анализ.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	2
9		Подготовка к практическим занятиям	3
10	Раздел 8. Алгоритмы параметрической оптимизации.	Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	5
Всего за 6 семестр			40
11	Раздел 9. Примеры критериев принятия решения, ограничений первого и второго рода.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	15
12	Раздел 10. Выбор и обоснование структуры ракеты.	Выбор и обоснование структуры и материалов БР	11
13		Выполнение курсовой работы	4
14	Раздел 11. Сравнение методов параметрической оптимизации.	Подготовка к практическим занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	15
15	Раздел 12. Анализ полученных проектных решений.	Выполнение курсового проекта	7
16		Подготовка к практическим занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	22
Всего за 7 семестр			74

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ задачи на проектирование, анализ ограничений, обзор и выбор прототипов, выбор и обоснование аэродинамической и конструктивно компоновочной схемы, конструкционных материалов, типа ДУ и топлива.	1 - 4	4
Этап 2. Формирование постановки задачи оптимального проектирования. Выбор метода решения задачи оптимизации и решение задачи оптимального проектирования. Описание полученного решения и возникших проблем. Анализ результатов.	5 - 10	7
Этап 3. Анализ возможностей улучшения изделия. Выбор параметров изделия и сравнительный анализ двух вариантов. Обоснование выбора наиболее предпочтительного решения. Формирование пояснительной записки.	11 - 16	7
Всего за 7 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
6					ДР	Отч. по ПЗ			ДР						Отч. по ПЗ	ДР	Вопр. Экз
7				Отч. по ПЗ, КР	ДР			Отч. по ПЗ, КР	ДР			Отч. по ПЗ			Отч. по ПЗ, КР	ДР	Вопр. Диф. Зач, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
2. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 82 экз.
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, 39 экз.
5. А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
6. А. Л. Исаков. . Инженерные задачи проектирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 80 экз.
7. А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе. М.: Воениздат, 1972, 41 экз.
8. В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 15 экз.
9. В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987, 63 экз.
10. В. В. Шкварцов. . Процедура адаптивной оптимизации в САПР. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 22 экз.
11. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, 12 экз.
12. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, эл. рес.
13. Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов). М.: Машиностроение, 1978, 20 экз.
14. 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://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — 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:

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

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

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

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделями функционирования ракет и методами параметрической оптимизации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.		
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 (1,2) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Ракета, как техническая система.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (1) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Постановка задачи проектирования.		
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) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (1) А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (1)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. 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) А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (1) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (1)	5

Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Модели траектории ракет.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (3) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	2
Подготовка к практическим занятиям	П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Гл.2 п.5)	3
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Модели массы ракет.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (4) А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4) Д. Н. Щеверов. . Проектирование беспилотных летательных аппаратов. (Системотехника и проектирование летательных аппаратов): М.: Машиностроение, 1978 (5)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Комплексный параметрический анализ.		
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 (9)	2
Подготовка к практическим занятиям		3
Итого по разделу 7		5
Раздел 8. Алгоритмы параметрической оптимизации.		
Подготовка к лекциям раздела, изучение лекционного материала, изучение основной и дополнительной литературы	В. В. Шкварцов. . Процедура адаптивной оптимизации в САПР: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4.3)	5
Итого по разделу 8		5
Раздел 9. Примеры критериев принятия решения, ограничений первого и второго рода.		
Подготовка к практическим занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2) А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4.3)	15
Итого по разделу 9		15
Раздел 10. Выбор и обоснование структуры ракеты.		
Выбор и обоснование структуры и материалов БР	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	11
Выполнение курсовой работы	А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (2,4,5)	4
Итого по разделу 10		15
Раздел 11. Сравнение методов параметрической оптимизации.		
Подготовка к практическим занятиям	В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального	15

занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3,4) В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (2)	
Итого по разделу 11		15
Раздел 12. Анализ полученных проектных решений.		
Выполнение курсового проекта	А. Л. Исаков. . Синтез облика баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (3)	7
Подготовка к практическим занятиям. Изучение рекомендуемой литературы.	А. Л. Исаков. . Пакет прикладных программ САПР баллистических ракет и ракет-носителей космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5)	22
Итого по разделу 12		29

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- экзамен;
- 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 экзамену

Список экзаменационных вопросов представлен в УМК дисциплины.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями к практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценки:

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

Основаниями для неприятия 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.

Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием.

Общие требования к выполнению и оформлению курсовой работы определяются «Положением по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ». Для обеспечения текущего контроля работы студента в течение семестра устанавливаются сроки выполнения этапов курсовой работы. Результаты выполнения отдельных этапов могут учитываться при определении итоговой оценки на защите работы.

Основанием для недопуска курсовой работы к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение индивидуального задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ или ТУ;
- несоответствие пояснительной записки установленным требованиям.

Оценка за курсовую работу выставляется по результатам защиты студентом курсовой работы перед ответственным преподавателем.

Защита курсовой работы предусматривает краткий доклад студента и ответы его на вопросы, связанные с порядком выполнения проекта и темами учебной дисциплины, охваченными курсовым проектом.

Критерии оценивания:

- Оценка «отлично» ставится, если:
курсовая работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию;
пояснительная записка составлена аккуратно, последовательно с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов;
практическая часть курсовой работы выполнена в полном объеме;
выполнение курсовой работы проходило в полном соответствии с графиком работ;
 - Оценка «хорошо» допускает:
некоторые отступления от графика выполнения работы;
существование незначительных погрешностей в оформлении пояснительной записки.
 - Оценка «удовлетворительно» допускает:
существование ошибок, неточностей и непоследовательности при составлении пояснительной записки;
значительное отступление от сроков выполнения работы;
недостаточно грамотную защиту.
- Тематики курсовых работ представлены в УМК дисциплины.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету представлены в УМК дисциплины

Экзамен (семестр 6)

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

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

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

При оценке знаний учитывается:

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

Результаты сдачи экзамена оцениваются по 4-х балльной системе:

- «Отлично»

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

- «Хорошо»

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

При этом:

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

- «Удовлетворительно»

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

- «Неудовлетворительно»

1. Незнание значительной части программного материала.
2. Существенные ошибки в процессе изложения.

3. Неумение выделить существенное и сделать вывод.
4. Незнание или ошибочные определения.

Дифференцированный зачет (семестр 7)

Дифференцированный зачет

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины. Обучающемуся не может быть выставлена положительная оценка за дифференцированный зачет, если он не защитил КР, предусмотренную по этой дисциплине.

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-5	
3	6	Раздел 1. Ракета, ракетный комплекс и ракетная система как объекты проектирования.	7	2	2	0	5	7	Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 2. Ракета, как техническая система.	7	2	2	0	5	7	Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 3. Постановка задачи проектирования.	8	3	3	0	5	7	Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 4. Последовательность выполнения проектных работ.	8	3	3	0	5	7	Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 5. Модели траектории ракет.	28	23	6	17	5	7	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 6. Модели массы ракет.	11	6	6	0	5	7	Вопросы к экзамену
3	6	Раздел 7. Комплексный параметрический анализ.	30	25	8	17	5	7	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 8. Алгоритмы параметрической оптимизации.	9	4	4	0	5	7	Вопросы к экзамену
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	56	
4	7	Раздел 9. Примеры критериев принятия решения, ограничений первого и второго рода.	22	7	0	7	15	9	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 10. Выбор и обоснование структуры ракеты.	22	7	0	7	15	9	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по практическому заданию

4	7	Раздел 11. Сравнение методов параметрической оптимизации.	22	7	0	7	15	9	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 12. Анализ полученных проектных решений.	42	13	0	13	29	17	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа
Всего за 7 семестр			108	34	0	34	74	44	
Всего по дисциплине			216	102	34	68	114	100	

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

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

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что делает штрафная функция при оптимизации параметров ракеты?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое проектная траектория ракеты?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

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

1. Гравитационные А Увеличиваются

2. Аэродинамические Б Уменьшаются

В Не изменяются

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

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

1. Определение массы БР по эмпирической зависимости, (зависящая от дальности или от массы полезной нагрузки) А Ранние этапы проектирования

2. Как сумма масс элементов ББ Б Поздние этапы проектирования

В Этап освоения производства

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

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

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

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

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

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

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

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

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

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

Что такое целевая функция при оптимизации параметров ракеты.

1. Это та характеристика, которая должна быть получена
2. Это критерий качества в данной задаче. Это значимая характеристика ракеты
3. Это характеристика цели
4. Это допустимая ошибка получения экстремума

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

Чем отличаются метод случайного поиска и случайного сканирования?

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

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

Ошибки на начальных этапах проектирования приводят:

1. к удорожанию проекта
2. увеличению сроков разработки
3. уменьшению сроков разработки
4. к безоговорочному закрытию проекта

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

Выберите из написанного ниже проектные параметры многоступенчатой БР:

1. Длина
2. Количество ступеней
3. Материал
4. Дальность
5. Тяговооруженность ступеней
6. Относительная масса топлива ступеней
7. Время полета

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

От чего зависит масса боевого заряда при расчете эффективности РБ

1. От дальности полета
2. От скорости и угла наклона траектории в конце активного участка полета
3. От уровня защищенности цели
4. От точности стрельбы
5. От массы ракеты