

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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	
5	9	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

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

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И \_\_\_\_\_  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Гагарский Сергей Васильевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ 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-04** — способность проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-04**

*знания:*

- на уровне представлений: назначение и возможности применения основных инструментов системы;

- на уровне воспроизведения: создание интерфейсных программных продуктов;

- на уровне понимания: иметь системное представление о моделировании разрабатываемой технической системы в целом, а именно: построение математической (имитационной) модели системы; постановка и решение задачи оптимального синтеза; постановка и решение задачи экспериментальных исследований и обработки результатов; создание программного обеспечения для автономно работающей технической системы (внешнего оборудования); постановка и решение задач управления и регулирования технической системой, применения сенсоров и исполнительных элементов;;

*умения:*

- теоретические: постановка и решение задачи оптимального синтеза;

- практические: интеграция с внешними системами CAD;;

*навыки:*

- владение практическими навыками построения математической (имитационной) модели системы;

- освоение методики создания программного обеспечения для автономно работающей технической системы;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Практические занятия		ПСК-04
5	9	<b>Раздел 1. Раздел 1. Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.</b> 1.1. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза сложных систем, как основа современного проектирования. 1.2 Литературные источники.	17	5	5	12	20
5	9	<b>Раздел 2. Раздел 2. Основные понятия, определения.</b> 2.1. Основные понятия, определения и обозначения задачи оптимального структурно-параметрического синтеза 2.2. Примеры введенных понятий применительно к конкретным образцам технических систем 2.3. Понятие “модели” системы ТС. Пример практической реализации модели подсистемы ТС 2.4. Понятия: вектор варьируемых параметров, вектор постоянных параметров, вектор локальных качеств, вектор критериев, вектор ограничений, вектор весовых коэффициентов применительно к постановке и решению задачи оптимального проектирования ТС.	19	6	6	13	20
5	9	<b>Раздел 3. Раздел 3. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.</b> 3.1. Постановка задачи оптимального структурно-параметрического синтеза ТС 3.2. “Прямая” и “обратная” постановка задачи оптимального проектирования системы ударовиброзащиты СК. 3.3. Понятие задачи “анализа” и задачи “синтеза” при проектировании системы ударовиброзащиты СК. 3.4. Основные этапы решения задачи оптимального проектирования ТС и практическая реализация их формализации. 3.5. Понятие блока “оптимизации” в алгоритме решения задачи оптимального проектирования технической системы. Состав и содержание блока.	18	6	6	12	20
5	9	<b>Раздел 4. Раздел 4. Методы решения задачи оптимального проектирования.</b> 4.1. Классификация методов решения задачи оптимального проектирования 4.2. Методы нелинейного программирования. 4.3. Методы учета ограничений 4.4. Способы “нормализации” параметров, критериев и ограничений 4.5. Постановка задачи оптимального проектирования ТС и в частности (пример) системы ударовиброзащиты в многокритериальной постановке. 4.6. Формализация многокритериальной постановки задачи оптимизации ТС.	18	6	6	12	20
5	9	<b>Раздел 5. Раздел 5. Задачи оптимизации в многокритериальной постановке.</b> 5.1. Подходы и методы решения задачи оптимизации в многокритериальной постановке 5.2. Методы “нормализации” критериев, методы приведения многокритериальной задачи к однокритериальной. 5.3. Практические примеры постановки и решения задачи оптимального проектирования ТС в многокритериальной постановке 5.4. Понятие множества Парето в многокритериальной задаче оптимального проектирования ТС на примере системы ударовиброзащиты ТС. 5.5. Практическое использование множества при выборе окончательного решения.	18	6	6	12	10
5	9	<b>Раздел 6. Раздел 6. Результаты автоматизированного решения.</b> 6.1. Интерпретация и анализ результатов автоматизированного решения (с использованием средств вычислительной техники) задачи оптимального проектирования ТС 6.2. Практические рекомендации по выбору решения при наличии нескольких локальных оптимумов. 6.3. Исследование окрестности оптимального решения 6.4. Особенности структуры программно-аппаратного комплекса, предназначенного для решения задачи оптимального проектирования технической системы.	18	5	5	13	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	34	34	74	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	34	74	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.	Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.	5
2	Раздел 2. Раздел 2. Основные понятия, определения.	Основные понятия, определения	6
3	Раздел 3. Раздел 3. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.	Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.	6
4	Раздел 4. Раздел 4. Методы решения задачи оптимального проектирования.	Методы решения задачи оптимального проектирования	6
5	Раздел 5. Раздел 5. Задачи оптимизации в многокритериальной постановке.	Задачи оптимизации в многокритериальной постановке	6
6	Раздел 6. Раздел 6. Результаты автоматизированного решения.	Результаты автоматизированного решения	5
<b>Всего за 9 семестр</b>			34

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

№	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем,
---	---	-----------------------------	--------

п/п			часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.	Самостоятельное изучение ДЕ 1.1-1.2., подготовка к сообщению на ПЗ.	12
2	Раздел 2. Раздел 2. Основные понятия, определения.	Самостоятельное изучение ДЕ 2.1-2.4., подготовка к сообщению на ПЗ.	13
3	Раздел 3. Раздел 3. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.	Самостоятельное изучение ДЕ 3.1-3.5., подготовка к сообщению на ПЗ.	12
4	Раздел 4. Раздел 4. Методы решения задачи оптимального проектирования.	Самостоятельное изучение ДЕ 4.1-4.6., подготовка к сообщению на ПЗ.	12
5	Раздел 5. Раздел 5. Задачи оптимизации в многокритериальной постановке.	Самостоятельное изучение ДЕ 5.1-5.5., подготовка к сообщению на ПЗ.	12
6	Раздел 6. Раздел 6. Результаты автоматизированного решения.	Самостоятельное изучение ДЕ 6.1-6.4, подготовка к сообщению на ПЗ.	13
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>74</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9						ДР	Колл			ДР		ВПЗ				ДР	ВПЗ, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Колл – коллоквиум;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Нейронные сети в Matlab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
2. Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 73 экз.
3. Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика. М.: Академия, 2013, 15 экз.
5. Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах. СПб.: Лань, 2009, 6 экз.
6. Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 75 экз.
7. Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Моделирование и анализ информационных систем.

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

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

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. SolidWorks 2015 R5.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Практические занятия:**

1. Matlab 2015a SP1;
2. SolidWorks 2015 R5.

### **6.2. 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 **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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 А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-04 способность проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами оптимизации технических систем стартовых комплексов и их агрегатов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Раздел 1. Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 1.1-1.2., подготовка к сообщению на ПЗ.	Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (1) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) . Нейронные сети в Matlab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1) Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (1) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Раздел 2. Основные понятия, определения.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 2.1-2.4., подготовка к сообщению на ПЗ.	Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (2) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (2) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	13
Итого по разделу 2		13
<b>Раздел 3. Раздел 3. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 3.1-3.5., подготовка к сообщению на ПЗ.	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия,	12

	<p>2013 (3)</p> <p>Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (3)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3)</p>	
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Раздел 4. Методы решения задачи оптимального проектирования.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 4.1-4.6., подготовка к сообщению на ПЗ.	<p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)</p> <p>Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (4)</p> <p>Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (4)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)</p>	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Раздел 5. Задачи оптимизации в многокритериальной постановке.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 5.1-5.5., подготовка к сообщению на ПЗ.	<p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5)</p> <p>Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (5)</p> <p>Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (5)</p>	12
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Раздел 6. Результаты автоматизированного решения.</b>		
Самостоятельное изучение ДЕ 6.1-6.4, подготовка к сообщению на ПЗ.	<p>Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. . Вычислительная математика в примерах и задачах: СПб.: Лань, 2009 (6)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6)</p> <p>Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6)</p> <p>Е. Н. Жидков. . Вычислительная математика: М.: Академия, 2013 (6)</p>	13

Итого по разделу 6	13
--------------------	----

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- коллоквиум;
- 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/задания по темам ПЗ

Выполнение задания является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по соответствующему разделу дисциплины. Оценивается полнота, соответствие заданию, верность полученных результатов и способность их объяснить.

Если задание соответствует указанным требованиям, оно считается выполненным.

Примеры заданий по темам ПЗ входят в состав УМК дисциплины.

#### Коллоквиум

Сообщение на коллоквиуме может быть в устной или письменной форме в объеме дидактической(-их) единицы(-ц) (ДЕ) или ее части. Распределение докладчиков по дидактическим единицам – произвольное.

Коллоквиум считается успешно пройденным при условии представления подготовленного сообщения по теме коллоквиума и ответов на более 50% вопросов преподавателя и участников коллоквиума.

Темы коллоквиума представлены в УМК дисциплины.

#### Зачет

Зачет по дисциплине проходит в форме устного собеседования и ответов на вопросы преподавателя. Допуском к сдаче зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Правильные ответы на более 50% вопросов является основанием для получения студентом зачета по дисциплине.

Перечень вопросов к зачету входит в состав УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-04		
5	9	Раздел 1. Раздел 1. Порядок прохождения дисциплины, ее объем, содержание и задачи.	17	5	5	12	20		Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 2. Раздел 2. Основные понятия, определения.	19	6	6	13	20		Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 3. Раздел 3. Задача оптимального структурно-параметрического синтеза ТС.	18	6	6	12	20		Коллоквиум
5	9	Раздел 4. Раздел 4. Методы решения задачи оптимального проектирования.	18	6	6	12	20		Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 5. Раздел 5. Задачи оптимизации в многокритериальной постановке.	18	6	6	12	10		Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 6. Раздел 6. Результаты автоматизированного решения.	18	5	5	13	10		Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 9 семестр			108	34	34	74	100		
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100		

## Критерии оценивания

### ПСК-04

	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	<b>Что такое «Параметрический синтез»?</b>
№ 2	<b>Что такое «Структурный синтез»?</b>
№ 3	<b>Что такое «Оптимальный структурно-параметрический синтез»?</b>
№ 4	<b>Критерии оценки «Метода оптимизации»</b>
№ 5	<b>Что такое «Критерий оптимизации»?</b>
№ 6	<b>Что такое «Функциональные ограничения»?</b>
№ 7	<b>Что такое «Варьируемые параметры»?</b>
№ 8	<b>Что такое «Параметрические ограничения»?</b>
№ 9	<b>Что такое «Постоянные параметры»?</b>
№ 10	<b>Что такое «Метод оптимизации»</b>
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	<b>Что такое «Задача синтеза»?</b>  1) Это выбор входных параметров, обеспечивающих требуемые выходные характеристики.  2) Это решение задачи оптимизации методами синтеза технической системы с использованием теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).  3) Это задача создания технической системы итерационными методами выбора требуемых характеристик.  4) Это взаимосвязь варьируемых параметров и выходных характеристик.
№ 2	<b>Что такое «Выходные характеристики»?</b>  1) Вектор характеристик - это множество элементов, выбираемых проектировщиком в процессе проектирования технической системы.  2) Вектор характеристик - это множество элементов, определяющих требования ограничений второго рода при анализе очередного варианта технической системы.  3) Вектор характеристик - это множество элементов, объединяющих в себе все требования и оценки характеризующие проектируемую техническую систему.  4) Вектор характеристик - это множество элементов, определяющих требования по параметрическим ограничениям технической системы.
№ 3	<b>Что такое «Задача анализа»?</b>  1) Это представление результатов задачи оптимизации для анализа конструкции при выборе ее параметров.  2) Это решение задачи оптимизации на основе анализа данных поступающих итерационно из модели.  3) Это расчет критериев объекта по заданным входным параметрам.  4) Это расчет характеристик объекта по заданным входным параметрам.
№ 4	<b>Что такое «Однокритериальная/многокритериальная задача оптимизации»?</b>  1) Различие между однокритериальной и многокритериальной задачами оптимизации состоит в количестве элементов в векторе выходных характеристик.  2) Многокритериальная задача оптимизации это задача включающая однокритериальную и решаемая итерационными методами.  3) Однокритериальная задача определяется наличием одного значения в составе вектора критериев при постановке задачи оптимизации, при большем количестве значений – имеет место многокритериальная задача.

- 4) Однокритериальная задача является частным случаем многокритериальной задачи.
- № 5 **Что такое «Ортогональность варьируемых параметров»?**
- 1) Это их перпендикулярность при построении сетки решений на множестве критериев.
  - 2) Это требование ограничений для построения математической модели оптимизируемого объекта.
  - 3) Это их независимость друг от друга.
- 4) Это условие независимости критериев задачи оптимизации.
- № 6 **Что такое «Чувствительность (робастность) к варьируемым параметрам»?**
- 1) Это проверка совпадения полученного и ожидаемого значений процесса оптимизации технической системы.
  - 2) Это требование ограничений для построения математической модели оптимизируемого объекта.
  - 3) Это изменение значений вектора выходных характеристик при изменении вектора входных параметров.
  - 4) Это зависимость входных варьируемых параметров от входных постоянных параметров.
- № 7 **Что такое «Прямая/обратная задача оптимизации»?**
- 1) Это выделение требований по конвертируемости выходных характеристик для исследования чувствительности характеристик к изменению параметров.
  - 2) Это задача решаемая итерационным методом подбора параметров проектируемой технической системы при выборе оптимального критерия оптимизации.
  - 3) Это формулировка задачи оптимизации в двух вариантах, с выделением, в первом случае, из вектора характеристик определенного набора вектора критериев и ограничений, и во втором случае, обратной заменой вектора критериев вектором ограничений, а вектора ограничений – вектором критериев.
  - 4) Это переход от задачи анализа к задаче синтеза и наоборот.
- № 8 **Что такое «Постановка задачи оптимизации»?**
- 1) Это формулировка Вектора варьируемых параметров и их ограничений, вектора постоянных параметров, вектора характеристик, вектора функциональных ограничений, вектора критериев, вектора весовых коэффициентов критериев и ограничений.
  - 2) Это формализация всех значимых характеристик и параметров при выборе критерия оптимизации.
  - 3) Это представление целей и задач создания конструкции проектируемого изделия.
  - 4) Это формализованное изложение математической модели оптимизируемого объекта.
- № 9 **Что такое «Объект оптимизации»?**
- 1) Устройство или процесс, являющийся объектом исследования при решении задачи оптимизации.
  - 2) Конструкция, при проектировании которой, требуется добиться характеристик указанных в техническом задании.

3) Раздел математики, изучающей постановку и решение задач на поиск экстремумов.

4) Задача направленная на улучшение выходных характеристик проектируемого объекта.

№ 10

**Что такое «Модель объекта оптимизации»?**

1) Это прототип создаваемого изделия выполненный для получения представления об объекте используемом в задаче оптимизации.

2) Это математическое описание устройства или процесса с выделением вектора входных параметров и вектора выходных характеристик.

3) Это «цифровое» представление проектируемого объекта.

4) Это формулировка всех значимых критериев и параметров проектируемого объекта.