

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ 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	
5	9	5	180	68	34	0	34	112	0	0	112	ЭКЗ.

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: 2025

Программу составили:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Бородавкин Вячеслав Александрович, д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Зыков Сергей Александрович, 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

МОДЕЛИРОВАНИЕ 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 разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

ПК-2 — Способен 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

принципы построения математических моделей функционирования ракетных систем;

математические зависимости, описывающие процессы, происходящие при функционировании ракетных систем;

умения:

составлять математические модели функционирования ракетных систем для оценки их управляемости и точности наведения;

навыки:

владеть методами построения математических моделей профессиональных задач и содержательной интерпретацией полученных результатов.

ПК-2

знания:

современные программные средства для проведения компьютерного моделирования;

умения:

работать с программными средствами и пакетами общего назначения;

навыки:

использовать современные вычислительные компьютерные технологии и работать с программной средой для математического и имитационного моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ 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: **АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ, ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.**

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

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-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПК-6 — Способен оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ
- 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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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	ПК-2
5	9	Раздел 1. Общие сведения о моделировании ракетных систем. Моделирование, его виды и этапы. Требования к моделям. Принцип подобия в моделировании ракетных систем. Примеры математических моделей ракетных систем. Программные средства для моделирования ракетных систем.	30	10	4	6	20	20	20
5	9	Раздел 2. Математические модели ракетных систем. Контур стабилизации угла тангажа. Контур стабилизации высоты полета. Динамика движения ракеты-мишени в продольной плоскости. Динамика движения крылатой ракеты в боковой плоскости.	30	10	6	4	20	20	20
5	9	Раздел 3. Методы теории массового обслуживания при моделировании ракетных систем. Система массового обслуживания, основные понятия, показатели эффективности. Система массового обслуживания с отказами. Система массового обслуживания с ожиданием. Замкнутая система массового обслуживания. Примеры определения показателей эффективности ракетных систем.	34	14	8	6	20	20	20
5	9	Раздел 4. Методы моделирования в реальном времени. Метод полунатурного моделирования. Моделирующий комплекс для полунатурных испытаний ракеты с радиолокационной системой. Аналоговое, цифровое и аналого-цифровое моделирование. Адекватность моделей, достоверность результатов моделирования.	34	14	8	6	20	20	20
5	9	Раздел 5. Моделирование условий применения ракетных систем. Моделирование формирующего фильтра. Модели продольной и поперечной турбулентности атмосферы в виде случайных процессов. Моделирование рельефа подстилающей поверхности на основе методов фрактальной геометрии. Моделирование динамики систем самонаведения с учётом углового шума цели.	52	20	8	12	32	20	20
Всего за 9 семестр			180	68	34	34	112	100	100
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о моделировании ракетных систем.	Разработка компьютерной модели динамики движения реактивного снаряда	6
2	Раздел 2. Математические модели ракетных систем.	Разработка компьютерной модели контура стабилизации угла тангажа	4
3	Раздел 3. Методы теории массового обслуживания при моделировании ракетных систем.	Определение вероятности обстрела группировки самолетов многоканальным зенитным ракетным комплексом	6
4	Раздел 4. Методы моделирования в реальном времени.	Разработка компьютерной модели комплекса полунатурного моделирования системы самонаведения крылатой ракеты	6
5	Раздел 5. Моделирование условий применения ракетных систем.	Моделирование рельефа подстилающей поверхности на основе методов фрактальной геометрии	6
6		Разработка компьютерной модели наведения крылатой ракеты с лазерной полуактивной головкой самонаведения	6
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о моделировании ракетных	изучение лекционного материала по тематике раздела	8
2		подготовка к практической работе № 1 «Разработка	12

	систем.	компьютерной модели динамики движения реактивного снаряда», оформление отчёта	
3	Раздел 2. Математические модели ракетных систем.	подготовка к практической работе № 2 «Разработка компьютерной модели контура стабилизации угла тангажа», оформление отчёта	12
4		изучение лекционного материала по тематике раздела	8
5	Раздел 3. Методы теории массового обслуживания при моделировании ракетных систем.	изучение лекционного материала по тематике раздела	8
6		подготовка к практической работе № 3 «Определение вероятности обстрела группировки самолетов многоканальным зенитным ракетным комплексом», оформление отчёта	12
7	Раздел 4. Методы моделирования в реальном времени.	изучение лекционного материала по тематике раздела	8
8		подготовка к практической работе № 4 «Разработка компьютерной модели комплекса полунатурного моделирования системы самонаведения крылатой ракеты», оформление отчёта	12
9	Раздел 5. Моделирование условий применения ракетных систем.	изучение лекционного материала по тематике раздела	8
10		подготовка к практической работе № 5 «Моделирование рельефа подстилающей поверхности на основе методов фрактальной геометрии», оформление отчёта	12
11		подготовка к практической работе № 6 «Разработка компьютерной модели наведения крылатой ракеты с лазерной полуактивной головкой самонаведения», оформление отчёта	12
Всего за 9 семестр			112

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				ВПЗ		ДР	ВПЗ		ВПЗ	ДР		ВПЗ			ВПЗ	ДР	Вопр. Экз, ВПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 80 экз.
2. В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
3. В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 26 экз.
4. В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
5. И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
6. И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 65 экз.
7. И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
8. И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 50 экз.
9. И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
10. И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 44 экз.
11. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 45 экз.
12. Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.

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://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Главная – 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 - 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. Microsoft Office.

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. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office.

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 **МОДЕЛИРОВАНИЕ 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*:

ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;
ПК-2 Способен 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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделями ракетных систем, условий их применения и решением задач оценки эффективности ракетных систем с использованием компьютерного моделирования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 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. Общие сведения о моделировании ракетных систем.		
изучение лекционного материала по тематике раздела	Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1, 2, 4)	8
подготовка к практической работе № 1 «Разработка компьютерной модели динамики движения реактивного снаряда», оформление отчёта	Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов. . Математические модели динамики движения летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1, 2, 4) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	12
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Математические модели ракетных систем.		
подготовка к практической работе № 2 «Разработка компьютерной модели контура стабилизации угла тангажа», оформление отчёта	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1)	12
изучение лекционного материала по тематике раздела	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1) И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2, 4) И. Л. Петрова, О. А. Толпегин. . Исследование динамики систем управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2, 4) И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1, 4, 5) И. Л. Петрова, К. С. Алексеева, В. Ю. Емельянов. . Исследование динамики систем	8

	стабилизации беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1, 4, 5)	
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Методы теории массового обслуживания при моделировании ракетных систем.		
изучение лекционного материала по тематике раздела	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (3)	8
подготовка к практической работе № 3 «Определение вероятности обстрела группировки самолетов многоканальным зенитным ракетным комплексом», оформление отчёта	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (3) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (3) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (3)	12
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Методы моделирования в реальном времени.		
изучение лекционного материала по тематике раздела	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (2)	8
подготовка к практической работе № 4 «Разработка компьютерной модели комплекса полунатурного моделирования системы самонаведения крылатой ракеты», оформление отчёта	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4) В. А. Бородавкин, С. А. Зыков, И. Л. Петрова. . Исследование ракетных систем на компьютерных моделях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (2)	12
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Моделирование условий применения ракетных систем.		
изучение лекционного материала по тематике раздела	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (5)	8
подготовка к практической работе № 5 «Моделирование рельефа подстилающей поверхности на основе методов фрактальной геометрии», оформление отчёта	И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2, 3) И. Л. Петрова, П. Д. Горохова, П. Ю. Литвинова. . Основы статистических методов в динамике полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2, 3)	12
подготовка к практической работе № 6 «Разработка компьютерной модели наведения крылатой ракеты с лазерной полуактивной головкой самонаведения», оформление отчёта	В. А. Бородавкин, С. А. Зыков. . Моделирование ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (5)	12
Итого по разделу 5		32

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

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

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- оценивание освоения темы практических занятий в форме собеседования;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски.

Отчет по практической работе представляется в печатном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: в случае если оформление отчета, доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя во время защиты соответствуют требованиям, предъявляемым к знаниям студента по данной практической работе, отчет по практической работе считается принятым. Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение;
- отсутствие необходимых разделов,
- отсутствие необходимого графического материала или низкое его качество (например, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- некорректная обработка результатов.

Отчет по практической работе должен содержать основные разделы:

- 1) цель работы и задачи работы;
- 2) разработка математической модели;
- 3) разработка компьютерной модели;
- 4) проверка адекватности компьютерной модели;
- 5) исходные данные и начальные условия для моделирования;
- 6) планирование и проведение компьютерного моделирования;
- 7) анализ результатов моделирования.

Варианты заданий входят в состав УМК дисциплины.

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия моделирования ракетных систем.
2. Моделирование, цели моделирования.
3. Требования к моделям.
4. Виды моделирования.
5. Этапы моделирования.
6. Принципы построения модели.
7. Подобие в моделировании ракетных систем.
8. Контур стабилизации угла тангажа.
9. Контур стабилизации высоты полета.
10. Динамика движения ракеты-мишени в продольной плоскости.
11. Динамика движения крылатой ракеты в боковой плоскости.
12. Система массового обслуживания, основные понятия.
13. Система массового обслуживания, показатели эффективности.
14. Система массового обслуживания с отказами.

15. Система массового обслуживания с ожиданием.
16. Замкнутая система массового обслуживания.
17. Моделирование динамики движения ЛА в реальном времени.
18. Комплексы полунатурного моделирования.
19. Моделирующий комплекс для полунатурных испытаний ракеты с радиолокационной системой.
20. Аналоговое моделирование, достоинства и недостатки.
21. Цифровое моделирование, достоинства и недостатки.
22. Аналого-цифровое моделирование, достоинства и недостатки.
23. Принципиальные устройства блоков АВМ, выполняющих математические операции.
24. Принцип работы сумматора и интегратора на АВМ
25. Программирование на АВМ.
26. Адекватность моделей. Достоверность результатов моделирования.
27. Формирующий фильтр.
28. Модель продольной турбулентности атмосферы в виде случайных процессов.
29. Модель поперечной турбулентности атмосферы в виде случайных процессов.
30. Моделирование рельефа подстилающей поверхности на основе методов фрактальной геометрии.
31. Моделирование динамики систем самонаведения с учетом углового шума цели.
32. Угловой шум цели в системах самонаведения с радиолокационными головками.
33. Угловой шум цели в системах самонаведения с лазерными полуактивными головками.

Экзамен

Промежуточный контроль: по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, который включает ответы на теоретические и практические вопросы (билеты) и вопросы в тестовой форме.

Критерии оценивания:

- «неудовлетворительно» – студент ответил менее 60% вопросов в тестовой форме и дал неправильные и неполные ответы на вопросы билета;
- «удовлетворительно» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме;
- «хорошо» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме и дал правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на вопросы билета;
- «отлично» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме и дал правильные, полные и четкие ответы на все вопросы билета.

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	ПК-2	
5	9	Раздел 1. Общие сведения о моделировании ракетных систем.	30	10	4	6	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 2. Математические модели ракетных систем.	30	10	6	4	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 3. Методы теории массового обслуживания при моделировании ракетных систем.	34	14	8	6	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 4. Методы моделирования в реальном времени.	34	14	8	6	20	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 5. Моделирование условий применения ракетных систем.	52	20	8	12	32	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			180	68	34	34	112	100	100	
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	100	

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

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Система – это...?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Полунатурное моделирование – это...?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие.

1. Организационная система – это... :
2. Техническая система – это... :
3. Организационно-техническая система – это...;

А – искусственная система, в которой организационная подсистема (коллектив исполнителей) и техническая подсистема (совокупность технических средств) взаимодействуют для успешного достижения поставленных целей

Б – искусственная система, элементами которой являются люди, предназначенная для удовлетворения определённой потребности

В – искусственная система, элементы которой имеют искусственное происхождение, предназначенная для удовлетворения определённой потребности, для которой характерны многоэлементность, иерархичность строения, множественность связей между элементами

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие.

1. По количеству критериев оптимизация бывает
2. По количеству варьируемых параметров оптимизация бывает
3. По характеру варьируемых параметров оптимизация бывает
4. По наличию ограничений второго рода оптимизация бывает

А – условная и безусловная

Б – одномерная и многомерная

В – однокритериальная и многокритериальная

Г – дискретная, непрерывная и смешанная

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность
В какой последовательности описывается задача оптимизации:

- 1) Определение варьируемых параметров
- 2) Определение критериев оптимальности
- 3) Определение ограничений второго рода
- 4) Определение целевой функции

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

В какой последовательности определяются показатели эффективности СМО с отказами:

- 1) вероятность отказа

- 2) коэффициент загрузки каналов обслуживания
 - 3) среднее число каналов, занятых обслуживанием
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Ограничения первого рода в задачах оптимизации – это
- 1) Ограничения на функционирование объекта
 - 2) Ограничения на показатель эффективности
 - 3) Ограничения на варьируемые параметры
 - 4) Ограничения на внешние воздействия
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При моделировании рельефа подстилающей поверхности показатель Херста характеризует:
- 1) количество элементарных ячеек
 - 2) шероховатость поверхности
 - 3) сложность построения поверхности
 - 4) скорость построения поверхности
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При детерминированном методе оптимизации:
- 1) результатом поиска всегда будет глобальный оптимум
 - 2) стратегия поиска однозначно определяет следующую опорную точку
 - 3) каждый из параметров дискретизируется со случайным шагом
 - 4) направление и величина шага являются случайными величинами
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Из нижеприведенных перечислений выберите известные фракталы:
- 1) «треугольник Серпинского»
 - 2) «круг Иттена»
 - 3) «квадрат Малевича»
 - 4) «снежинка Коха»
 - 5) «прямая Нестерова»
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите перечисления, относящиеся к понятию оптимума:
- 1) Математическое выражение критерия оптимальности
 - 2) Пересечения целевой функции с плоскостью на нескольких уровнях
 - 3) Точка пространства, в которой целевая функция имеет наименьшее (наибольшее) значение по сравнению с ее значениями во всех других точках ее ближайшей окрестности
 - 4) Оптимальное решение для всего пространства проектирования.
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Рассматривается моделирующий комплекс для полунатурных испытаний крылатой ракеты с радиолокационной ГСН.

Для чего предназначен трёхступенной динамический стенд, входящий в состав данного комплекса?

- 1) воспроизведение угла рыскания крылатой ракеты
- 2) для отображение моделируемой обстановки
- 3) воспроизведение фоноцелевой обстановки
- 4) воспроизведение угла тангажа крылатой ракеты

ПК-2 - Способен 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

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

Из нижеприведенных перечислений выберите существующий метод оптимизации:

- 1) Метод сканирования с постоянным шагом
- 2) Метод сканирования с оптимальным шагом
- 3) Метод случайного поиска
- 4) Метод сканирования с переменным шагом

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как называется аналоговое электронное устройство с двумя входами и одним выходом, напряжение на котором пропорционально разности входных напряжений?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Каким образом можно проверить компьютерную модель на адекватность?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие.

1. В замкнутой СМО
2. В СМО с ожиданием
3. В СМО с отказами

А – поступившая заявка встаёт в очередь и ожидает освобождения канала обслуживания

Б – поток заявок ограничен и заявки, покинувшие СМО, могут в неё возвращаться

В – поступившая заявка покидает СМО если все каналы обслуживания заняты

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие.

1. Входящий в СМО ординарный поток характеризуется
2. Входящий в СМО регулярный поток характеризуется
3. Входящий в СМО поток без последствия характеризуется

А – временем появления заявок, не зависящим друг от друга

Б – поступлением заявок поодиночке

В – поступлением заявок через равные промежутки времени

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов моделирования:

- 1) Разработка концептуальной модели или обобщенной схемы модели и проверка её достоверности.
- 2) Постановка цели моделирования и определение показателей эффективности, отражающих поставленную цель.
- 3) Разработка математической модели.
- 4) Анализ результатов моделирования.
- 5) Проверка адекватности и корректировка модели.
- 6) Выбор метода и средств моделирования, разработка программного обеспечения.
- 7) Планирование и проведение машинных экспериментов.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

В какой последовательности определяются показатели эффективности замкнутой СМО:

- 1) Среднее время ожидания заявки в очереди
- 2) Коэффициент использования каналов обслуживания
- 3) Среднее число заявок в системе

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

При рандомизированном методе оптимизации:

- 1) направление и величина шага являются случайными величинами
- 2) стратегия поиска однозначно определяет следующую опорную точку
- 3) каждый из параметров дискретизируется с постоянным выбранным шагом
- 4) результатом поиска всегда будет глобальный оптимум

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

Каким главным свойством обладает фрактал?

- 1) дистрибутивности
- 2) коммутативности
- 3) транзитивности
- 4) самоподобия

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

Чем известен американский математик Бенуа Мандельброт?

- 1) основоположник теории искусственного интеллекта
- 2) разработчик первого компилятора
- 3) создатель фрактальной геометрии
- 4) «отец информационного века» – человек, который научил мир общаться на языке нулей и единиц

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

Из нижеприведенных перечислений выберите элементы СМО.

- 1) Обслуживающее устройство

2) Среднее число занятых каналов обслуживания

3) Вероятность обслуживания

4) Входящий поток заявок

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

Выберите основные факторы, определяющие качество безэховой камеры, входящие в состав комплекса полунатурного моделирования.

1) Точность воспроизведения углового положения испытываемых объектов

2) Размер и форма

3) Качество радиопоглощающего материала

4) Время отклика на управляющее воздействие