

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Страхов С. Ю.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы управления боевыми авиационными комплексами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	6	216	85	51	34	0	131	0	18	113	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ \_\_\_\_\_

Королев Сергей Николаевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И 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-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
ОПК-2 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
ОПК-8 — способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

принципов, методов и средств системного анализа;

*умения:*

применять методы формализации, алгоритмизации и реализации аналитических, численных, имитационных моделей;

*навыки:*

построения математических моделей информационно-управляющих и автоматизированных систем.

### **ОПК-2**

*знания:*

принципов математических схем, средств описания информационно-управляющих систем летательных и подвижных аппаратов различного назначения и их элементов;

*умения:*

строить программные генераторы значений случайных параметров модели, случайных векторов, случайных процессов с заданными характеристиками;

*навыки:*

применения методов и инструментальных средств программной реализации математических моделей и исследования информационно-управляющих и автоматизированных систем.

### **ОПК-5**

*знания:*

основ построения моделей с привлечением методов математического моделирования;

*умения:*

применять методы математического моделирования для исследования и проектирования систем управления летательными аппаратами;

*навыки:*

разработки методик моделирования и расчетных процедур обработки результатов.

### **ОПК-8**

*знания:*

методов и методик математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления;

*умения:*

методологически обосновывать научные исследования и проектные решения при разработке систем и средств управления летательными аппаратами;

*навыки:*

проведения компьютерного моделирования объектов и процессов управления с применением современных математических методов и программных средств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.05 *Интегрированные системы летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, 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-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ОПК-8 — способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности
- ОПК-9 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-3/23 — Способен разрабатывать программно-алгоритмическое обеспечение для комплектующих изделий бортового радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов

### 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	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-5	ОПК-8
4	8	<b>Раздел 1. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования.</b> 1.1. Понятие модели. Цели моделирования систем. Процедура моделирования. 1.2. Основные свойства и характеристики моделей. 1.3. Особенности моделирования сложных систем с учетом реальных условий их применения. 1.4. Классификация видов моделирования по способу физической реализации. 1.5. Формальное описание систем. Разновидности математических моделей систем. Основные подходы к построению математических моделей информационно-управляющих систем.	14	6	6	0	8	15	15	15	15
4	8	<b>Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.</b> 2.1. Непрерывно-детерминированные модели систем управления. 2.2. Дискретно-детерминированные модели. Разновидности детерминированных конечных автоматов и способы их задания. 2.3. Примеры использования детерминированных моделей для моделирования приборов и систем управления летательными аппаратами. 2.4. Программная реализация детерминированных моделей.	34	14	6	8	20	20	20	20	20
4	8	<b>Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.</b> 3.1. Разновидности вероятностных автоматов и способы их задания. 3.2. Примеры использования вероятностных автоматов для моделирования приборов и систем управления летательными аппаратами. 3.3. Разновидности марковских цепей. Примеры использования для моделирования информационно-управляющих систем. 3.4. Принципы построения моделей процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения А.Н. Колмогорова и особенности их решения. 3.5. Непрерывные марковские цепи и их разновидности. Примеры использования для моделирования систем.	24	8	8	0	16	15	15	15	15
4	8	<b>Раздел 4. Метод статистического моделирования.</b> 4.1. Теоретические основы метода статистического моделирования. 4.2. Статистические характеристики динамических объектов и систем управления. Понятие оценки. Свойства оценок. 4.3. Точность оценок и определение необходимого количества опытов. 4.4. Пример использования метода Монте-Карло. 4.5. Аппаратные и программные способы построения генераторов случайных чисел. 4.6. Методы восстановления закона распределения по результатам статистического моделирования: параметрические и непараметрические методы. 4.7. Критерии согласия теоретического и выборочного законов распределения: Пирсона, Колмогорова, проверки параметрических гипотез. 4.8. Математические модели стохастических объектов и систем управления. Пример статистической имитационной модели системы управления ЛА со случайными параметрами. 4.9. Моделирование случайных векторов: методы условных распределений, преобразования случайных координат, Неймана.	54	28	14	14	26	15	15	15	15
4	8	<b>Раздел 5. Моделирование случайных процессов.</b> 5.1. Основные формы описания, свойства и характеристики случайных процессов. 5.2. Математические модели стационарных случайных процессов. 5.3. Математические модели нестационарных случайных процессов. 5.4. Моделирование случайных процессов с заданными корреляционными свойствами. Методы формирующего фильтра и скользящего суммирования. Восстановление корреляционной функции по результатам эксперимента. 5.5. Построение генератора случайного процесса с заданными законом распределения и корреляционной функцией и проверка его качества.	52	22	10	12	30	20	20	20	20
4	8	<b>Раздел 6. Способы снижения трудоемкости статистического моделирования.</b> 6.1. Основные методы уменьшения дисперсии оценки: выделения главной части, существенной выборки, расслоенной выборки. 6.2. Комбинированные методы получения оценок.	38	7	7	0	31	15	15	15	15
Всего за 8 семестр			216	85	51	34	131	100	100	100	100
Всего по дисциплине			216	85	51	34	131	100	100	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
-------	---	-------------------------------	-------------------

1	Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.	Моделирование нелинейной нестационарной динамической системы	4
2		Имитационное моделирование детерминированного конечного автомата	4
3	Раздел 4. Метод статистического моделирования.	Статистическое имитационное моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами	6
4		Статистическое имитационное моделирование многоканальной системы массового обслуживания с ограниченной очередью	4
5		Построение генератора случайных чисел с заданным законом распределения	4
6	Раздел 5. Моделирование случайных процессов.	Построение генератора случайного процесса методом формирующего фильтра	4
7		Построение генератора случайного процесса с заданным законом распределения и корреляционной функцией	4
8		Проверка стационарности и эргодичности случайного процесса	4
Всего за 8 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
2	Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению лабораторных работ. Подготовка курсового проекта.	20
3	Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. подготовка курсовой работы.	16
4	Раздел 4. Метод статистического моделирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Подготовка курсовой работы.	26
5	Раздел 5. Моделирование случайных процессов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Подготовка курсовой работы.	30
6	Раздел 6. Способы снижения трудоемкости статистического моделирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка курсовой работы.	31
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>131</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ постановки задачи, изучение теоретического материала, разработка основных алгоритмов.	1 - 8	6
Этап 2. Разработка и отладка программного обеспечения.	9 - 13	7

Выполнение расчетов.		
Этап 3. Оформление пояснительной записки и иллюстративного материала.	14 - 15	4
Этап 4. Защита курсовой работы.	16 - 17	1
<b>Всего за 8 семестр</b>		<b>18</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
<b>8</b>		ЛР		ЛР	Вопр. Экз	ДР	ЛР		ЛР	ДР	ЛР	ЛР		ЛР		ДР	КР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- КР – курсовая работа.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 150 экз.
2. В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем. М.: Академия, 2015, 30 экз.
3. В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 100 экз.
4. В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 112 экз.
5. Н. Ю. Афанасьева. . Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. М.: КноРус, 2017, 60 экз.
6. С. Н. Королёв. . Марковские модели массового обслуживания. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 71 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. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <http://scilab.org/> — Scilab | ESI Group;
5. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
6. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
7. <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](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. Scilab;
2. Matlab 2015a SP1.

### 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. Лабораторные занятия:**

1. Scilab;
2. Matlab 2015a SP1.

### **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 МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

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 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

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

ОПК-8 способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами методик различных видов и способов моделирования и испытаний систем на этапах их проектирования, отработки и опытной эксплуатации, с математическим аппаратом построения моделей, средствами их реализации и статистической обработкой результатов моделирования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**131 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 131 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. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	Н. Ю. Афанасьева. . Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: М.: КноРус, 2017 (гл. 10-1, гл. 14) В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем: М.: Академия, 2015 (гл. 1) В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (гл. 1)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению лабораторных работ. Подготовка курсового проекта.	А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (опис. ЛР №1, 2)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. подготовка курсовой работы.	В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (подразд. 1.2, 2.1, 2.3-2.5) С. Н. Королёв. . Марковские модели массового обслуживания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (подразд. 1.2, 2.1, 2.3)	16
Итого по разделу 3		16
<b>Раздел 4. Метод статистического моделирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Подготовка курсовой работы.	В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (подразд. 3.1-3.5, 3.7-3.8) В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана,	26

	2018 (парагр. 2.1-2.6, 3.4-3.5) А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (опис. ЛР №3, 7, 8)	
Итого по разделу 4		26
<b>Раздел 5. Моделирование случайных процессов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. Подготовка курсовой работы.	А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (опис. ЛР №4-6) В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (подразд. 4.1-4.7, 4.9)	30
Итого по разделу 5		30
<b>Раздел 6. Способы снижения трудоемкости статистического моделирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка курсовой работы.	В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (гл. 3, 5, подразд. 5.1, 5.2) В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (гл. 5)	31
Итого по разделу 6		31

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- 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 к экзамену

Вопросы к экзамену содержатся в УМК дисциплины.

#### Лабораторная работа

По всем ЛР необходимо выполнение в выбранной программной среде индивидуального задания и демонстрация результатов выполнения преподавателю.

Защита ЛР предусматривает обсуждение разработанных студентом алгоритмов и программы, результатов моделирования, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

#### Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным вариантом задания. Варианты задания содержатся в УМК дисциплины.

Основанием для не допуска курсовой работы к защите могут быть:

неполное или неверное выполнение индивидуального задания;

отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или не соответствие требованиям оформления;

Защита курсовой работы предусматривает ответы на вопросы по содержанию курсовой работы.

Оценка "отлично" за курсовую работу выставляется за полное решение задачи и полные ответы на вопросы по содержанию работы.

Оценка "хорошо" за курсовую работу выставляется за полное решение задачи и неполные ответы по содержанию работы.

Оценка "удовлетворительно" за курсовую работу выставляется за решение задачи и правильное оформление.

#### Экзамен

Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех контрольных мероприятий в семестре. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

Оценка- "оценка" ставится за два полных ответа на вопросы билета.

Оценка- "хорошо" ставится за один полный ответ на вопрос билета и один неполный ответ на вопрос билета.

Оценка- "удовлетворительно" ставится за два неполных ответа на вопросы билета. Или при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре в срок.

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	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-5	ОПК-8	
4	8	Раздел 1. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования.	14	6	6	0	8	15	15	15	15	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.	34	14	6	8	20	20	20	20	20	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.	24	8	8	0	16	15	15	15	15	Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 4. Метод статистического моделирования.	54	28	14	14	26	15	15	15	15	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 5. Моделирование случайных процессов.	52	22	10	12	30	20	20	20	20	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 6. Способы снижения трудоемкости статистического моделирования.	38	7	7	0	31	15	15	15	15	Курсовая работа, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			216	85	51	34	131	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			216	85	51	34	131	100	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Если векторы  $A_j$ , соответствующие отличным от нуля координатам вектора  $x$ , линейно - независимы, то ненулевое допустимое решение  $x=(x_1,..., x_n)$  называется...
- № 2 После записи задачи линейного программирования в форме ОЗЛП (все ограничения в форме равенств) общее количество переменных составило  $n=5$ . Каким должно быть количество базисных переменных, чтобы для решения можно было использовать графический способ?
- № 3 В задаче нелинейного программирования...
- № 4 Недостатком метода наискорейшего спуска для "овражных" функций является ...
- № 5 Что такое градиент функции многих переменных?
- № 6 В виде задач нелинейного программирования можно представить задачи оптимизации, возникающие в следующих областях ...
- № 7 "Овражная" функция - это функция ...
- № 8 На каком этапе системного исследования создается описание системы, пригодное для предсказания ее поведения и вывода неочевидных свойств?
- № 9 Недостаток критерия Лапласа заключается в том, что он...
- № 10 Матрица потерь в статистической матричной игре составляется для критерия...
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Матрица риска в статистической матричной игре составляется для критерия...
1. Вальда
  2. Гурвица
  3. Лапласа
  4. Сэвиджа
- № 2 Если область допустимых решений задачи линейного программирования не ограничена снизу, то целевая функция ...
1. проходит через координаты (0,0)
  2. не достигает минимального значения
  3. не достигает максимального значения
  4. задана неправильно
- № 3 Применение критерия Вальда оправдано, когда:
1. вероятности наступления того или иного состояния природы ничего не известно
  2. не допускается никакой риск
  3. реализуется лишь малое количество решений
- № 4 Над нечеткими множествами возможны операции, соответствующие логике человеческого мышления, например:
1. концентрация и размывание
  2. концентрирование и релаксация
  3. выборка и селекция
  4. пересечение и тета-соединение
- № 5 Сужение парето-оптимального множества достигается методами
1. многомерной оптимизации



2. динамического программирования
  3. арбитражных решений
  4. целевого программирования
- № 6 Преимущества методов нечеткой логики состоят в возможности...
1. оперировать непрерывно изменяющимися во времени значениями
  2. оперировать критериями «большинство/меньшинство», «возможно», "примерно", «преимущественно» и т.д.
  3. обрабатывать результаты статистических опросов, рекламных кампаний, и т.п.
- № 7 К методам целевого программирования не относится метод весовых коэффициентов.
1. Верно
  2. Неверно
- № 8 Исследование работы системы с использованием как реальной аппаратуры, так и математических моделей в условиях имитируемой внешней среды характерно для ...
1. полунатурного моделирования
  2. натурного моделирования
  3. комбинированного моделирования
  4. физического моделирования
- № 9 Антиградиент функции задает в данной точке
1. направление наискорейшего убывания функции
  2. направление наискорейшего роста функции
  3. перемещение из точки  $X_0$  вдоль градиента
  4. перемещение из точки  $X_0$  по нормали к градиенту
- № 10 На каком этапе системного исследования создается описание системы, пригодное для предсказания ее поведения и вывода неочевидных свойств?
1. сопровождение системы
  2. моделирование системы
  3. формирование углубленных представлений о системе
  4. формирование общих представлений о системе

## ОПК-2

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Характеристика модели, выражаемая количественной мерой погрешности результата моделирования по отношению к идеально точному для данной модели - это ...
- № 2 Характеристика модели, выражаемая количественной мерой соответствия идеально точного для данной модели результата истинному, то есть присущему исследуемой реальной системе - это ...
- № 3 Совместная обработка результатов, полученных разными методами, характерна для...
- № 4 Чистые стратегии, взятые в случайном порядке с некоторыми вероятностями, называются ...
- № 5 Нижняя цена стратегической игры, заданной матрицей...

||<sup>1</sup> 6||  
5 4||

равна  
 № 6 Верхняя цена стратегической игры, заданной матрицей...

$$\begin{pmatrix} 1 & 6 \\ 5 & 4 \end{pmatrix}$$

равна  
 № 7 Определите цену стратегической матричной игры

$$\begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 5 & 1 & -1 \\ 4 & -1 & 2 \\ 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

№ 8 Отсутствие седловой точки в стратегической матричной игре указывает на  
 № 9 Соответствует ли соотношение определению нижней цены игры

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

№ 10 Как называется некоторая система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе?

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 Любое исследование должно начинаться с постановки ... и заканчиваться выводами

1. Проблемы
2. Цели
3. Входных данных

№ 2 Метод множителей Лагранжа - это способ определения:

1. глобального экстремума целевой функций;
2. условного экстремума целевой функции;
3. глобального экстремума функции Лагранжа;
4. локального экстремума функции Лагранжа.

№ 3 Вектор первых частных производных целевой функции - это ...

1. матрица Гессе.
2. прямая, соединяющая точки с одинаковыми значениями целевой функции.
3. градиент.
4. нет правильного ответа.

№ 4 Достаточным условием существования минимума функции нескольких переменных является

1. равенство нулю матрицы Гессе
2. равенство нулю градиента функции
3. матрица Гессе должна быть положительно определена
4. отличие от нуля матрицы Гессе

№ 5 Сужение парето-оптимального множества достигается методами

1. многомерной оптимизации

2. динамического программирования
  3. арбитражных решений
  4. целевого программирования
- № 6 Если цена игры  $v < 0$ , это означает, что:
1. Никто не выигрывает, ничья
  2. Игра выгодна игроку А
  3. Игра выгодна игроку В
  4. Платежная матрица составлена неправильно
- № 7 К арбитражным решениям многокритериальной задачи относится
1. метод главного критерия
  2. метод анализа иерархий
  3. метод обхода конусом
  4. метод прямоугольников
- № 8 На каком этапе системного исследования проводится анализ отказов и выходов из строя системы?
1. сопровождение системы
  2. моделирование системы
  3. формирование углубленных представлений о системе
  4. формирование общих представлений о системе
- № 9 Методы целевого программирования служат для...
1. точного решения многокритериальной задачи
  2. выделения главного критерия
  3. сужения Парето-оптимального множества альтернатив
  4. решения некоторых задач линейного программирования
- № 10 Адекватность модели - это ...
1. соответствие модели реальному объекту моделирования
  2. точность и достоверность модели
  3. соответствие модели цели исследования
  4. соответствие модели современному уровню представлений о свойствах объекта моделирования

#### **ОПК-5**

##### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Каким блоком зенитной ракеты формируются сигналы стабилизации?
- № 2 Каким блоком зенитной ракеты формируются координаты движения?
- № 3 На каком этапе наведения зенитной ракеты работает станция радиотехнической разведки цели?
- № 4 В каком случае полная модель движения зенитной ракеты представима в виде стохастической динамической системы с разрывными управлениями?
- № 5 Какой момент времени при перехвате зенитной ракетой парной цели считается детерминированным?
- № 6 В проекциях на оси какой системы координат записываются уравнения движения центра масс зенитной ракеты?
- № 7 В проекциях на оси какой системы координат записываются в форме Эйлера уравнения вращательного движения зенитной ракеты?

- № 8 Как называется движение связанной системы координат по отношению к опорной?
- № 9 Как называется движение относительной системы координат по отношению к связанной?
- № 10 Как называется движение относительной системы координат по отношению к опорной?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Связь между какими системами координат определяют углы тангажа, рыскания и крена?
1. опорной и связанной
  2. опорной и полускоростной
  3. связанной и полускоростной
  4. полускоростной и скоростной
- № 2 Связь между какими системами координат определяют углы атаки и скольжения?
1. опорной и связанной
  2. опорной и полускоростной
  3. связанной и полускоростной
  4. полускоростной и скоростной
- № 3 Связь между какими системами координат определяют углы наклона и поворота траектории движения летательного аппарата?
1. опорной и связанной
  2. опорной и полускоростной
  3. связанной и полускоростной
  4. полускоростной и скоростной
- № 4 Оси какой системы координат определяют углы наклона линии визирования цели?
1. опорной
  2. связанной
  3. полускоростной
  4. относительной
- № 5 Оси какой системы координат определяют углы наклона линии визирования цели?
1. опорной
  2. связанной
  3. полускоростной
  4. относительной
- № 6 Оси какой системы координат определяют углы наклона линии визирования цели?
1. опорной
  2. связанной
  3. полускоростной
  4. относительной
- № 7 Какая система координат используется для описания поступательного движения зенитной ракеты?
1. опорная
  2. скоростная
  3. полускоростная
  4. связанная

- № 8 На оси какой системы координат раскладывают полную аэродинамическую силу, действующую на летательный аппарат?
1. опорной
  2. связанной
  3. скоростной
  4. относительной
- № 9 На оси какой системы координат раскладывают полный аэродинамический момент, действующий на летательный аппарат?
1. опорной
  2. связанной
  3. скоростной
  4. относительной
- № 10 Какая помеха может быть поставлена только при групповой защите целей?
1. шумовая
  2. перенацеливающая
  3. мерцающая
  4. уводящая

#### **ОПК-8**

##### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Какие ошибки оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода исключаются путем уточнения функциональных связей модели?
- № 2 Когда производится целераспределение ракет залпов в зенитно-ракетных системах управления средней дальности?
- № 3 С помощью какого математического метода не строится модель целераспределения ракет залпов в зенитно-ракетных системах управления средней дальности при использовании в качестве критерия оптимальности математического ожидания числа пораженных целей?
- № 4 С помощью какого математического метода не строится модель целераспределения ракет залпов в зенитно-ракетных системах управления средней дальности при использовании в качестве критерия оптимальности максимума вероятности поражения всех целей?
- № 5 При каком соотношении числа  $m$  ракет в залпе и числа  $e$  целей возможно построение модели целераспределения при использовании в качестве критерия оптимальности математического ожидания числа пораженных целей с помощью метода линейного программирования?
- № 6 При каком соотношении числа  $m$  ракет в залпе и числа  $e$  целей возможно построение модели целераспределения при использовании в качестве критерия оптимальности математического ожидания числа пораженных целей с помощью метода нелинейного программирования?
- № 7 При каком соотношении числа  $m$  ракет в залпе и числа  $e$  целей возможно построение модели целераспределения при использовании в качестве критерия оптимальности максимума вероятности поражения всех целей?
- № 8 Сколько фаз обслуживания содержит модель многоканальной РЛС зенитно-ракетной системы управления средней дальности в виде системы массового обслуживания?
- № 9 К какому классу систем массового обслуживания относится модель многоканальной РЛС зенитно-ракетной системы управления средней дальности, функционирующей в сложной помеховой обстановке?
- № 10 Каким из прилагательных нельзя характеризовать сложные системы управления летательными аппаратами?

##### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Какие ошибки оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода исключаются за счет применения нескольких разных моделей?
1. ошибки за счет неточности исходных данных
  2. ошибки за счет ошибок измерений
  3. ошибки за счет неточности параметров моделей
  4. ошибки за счет неточной структуры модели
- № 2 На каких этапах обнаружения и оценки характеристик целей многоканальная РЛС зенитно-ракетной системы управления средней дальности может осуществлять селекцию целей?
1. поиска целей
  2. обнаружения траекторий целей
  3. сопровождение целей
- № 3 Какая подсистема не входит в состав зенитно-ракетной системы управления средней дальности?
1. радиокомандная
  2. инерциальная
  3. телеуправления
  4. самонаведения
- № 4 Какой показатель не используют при оценке эффективности зенитно-ракетной системы управления?
1. вероятность поражения одиночной цели
  2. вероятность перехвата всех целей
  3. вероятность выполнения отдельной задачи управления
  4. математическое ожидание числа пораженных целей
- № 5 Чем не определяется необходимость использования различных схем расчета основных показателей эффективности зенитно-ракетных систем управления?
1. самоприкрытием целей
  2. групповой защитой целей
  3. неоднородностью целей
  4. распределением ракет залпов по различным целям
- № 6 Какая задача решается на первом этапе оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода?
1. обоснование состава и структуры частных моделей
  2. определение условий испытаний
  3. обоснование необходимого количества экспериментов
  4. установление перечня необходимых характеристик средств системы
- № 7 Какая задача решается на втором этапе оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода?
1. обоснование состава и структуры частных моделей
  2. определение условий испытаний
  3. обоснование необходимого количества экспериментов

4. установление перечня необходимых характеристик средств системы
- № 8      Какая задача решается на втором этапе оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода?
1. обоснование состава и структуры частных моделей
  2. определение условий испытаний
  3. обоснование необходимого количества экспериментов
  4. установление перечня необходимых характеристик средств системы
- № 9      Какая задача решается на четвертом этапе оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода?
1. обоснование состава и структуры частных моделей
  2. определение условий испытаний
  3. обоснование необходимого количества экспериментов
  4. установление перечня необходимых характеристик средств системы
- № 10      Какие ошибки оценки эффективности сложных систем управления летательными аппаратами в рамках опытно-теоретического метода исключаются по результатам натурных и полунатурных экспериментов, проводимых на реальных средствах систем?
1. ошибки за счет неточности исходных данных
  2. ошибки за счет ошибок измерений
  3. ошибки за счет неточности параметров моделей
  4. ошибки за счет неточной структуры модели