

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Специализация/профиль/программа подготовки	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	7	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

Емельянов Валентин Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент

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 Сырцев А.Н., д.воен.н., снс

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ 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 в профессиональной деятельности

ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

принципов, математических схем, средств описания информационно-управляющих систем и их элементов;

методов моделирования, теоретического и экспериментального исследования, ориентированных на область профессиональной деятельности;

*умения:*

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

*навыки:*

построения и компьютерной реализации математических моделей информационно-управляющих и автоматизированных систем.

### **ОПК-8**

*знания:*

основных классов моделей систем, математического аппарата, составляющего основу моделирования детерминированных, стохастических и функционирующих в условиях неопределенности систем;

*умения:*

формировать методики и алгоритмы статистического моделирования и обработки его результатов, строить программные генераторы значений случайных параметров модели, случайных процессов с заданными характеристиками;

*навыки:*

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА И СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА: ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-9 — Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач
- ПК-1.1 — Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение
- ПК-1.4 — Способен разрабатывать аппаратные и программные средства автоматизации обработки информации и управления в технических системах
- ПК-93 — Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- 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 4 з.е., 144 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-1	ОПК-8
4	7	<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 - общие характеристики, достоинства и недостатки, примеры моделей. 1.5. Формальное описание систем. Разновидности математических моделей систем. Основные подходы к построению математических моделей информационно-управляющих систем.	10	6	6	0	4	10	0
4	7	<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 информационно-управляющих и автоматизированных систем. 2.4. Программная реализация детерминированных моделей.	24	12	4	8	12	20	10
4	7	<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 информационно-управляющих систем. Модели управления многошаговыми процессами. 3.3. Разновидности марковских цепей. Примеры использования для моделирования информационно-управляющих систем. Модели управления марковскими цепями. 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.	12	6	6	0	6	20	10
4	7	<b>Раздел 4. Статистическое моделирование систем.</b> 4.1. Теоретические основы статистического моделирования. Понятие оценки. Основные свойства и примеры оценок. Интервальные оценки. 4.2. Основные положения и процедура статистического моделирования систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования. Итерационные алгоритмы статистического моделирования. 4.3. Построение генераторов случайных чисел и проверка их качества. 4.4. Параметрические и непараметрические методы восстановления законов распределения. 4.5. Применение критериев согласия. 4.6. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	54	26	12	14	28	25	40
4	7	<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.	44	18	6	12	26	25	40
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	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. Статистическое моделирование систем.	Статистическое имитационное моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами	6
4		Построение генератора случайных чисел с заданным законом распределения	4
5		Статистическое имитационное моделирование многоканальной системы массового обслуживания с ограниченной очередью	4
6		Построение генератора случайного процесса методом	4

	случайных процессов.	формирующего фильтра	
7		Построение генератора случайного процесса с заданными законом распределения и корреляционной функцией	4
8		Проверка стационарности и эргодичности случайного процесса	4
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 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	4
2	Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
3		Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	6
4	Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
5	Раздел 4. Статистическое моделирование систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	18
6		Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	10
7	Раздел 5. Моделирование случайных процессов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	14
8		Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	12
Всего за 7 семестр			76

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7		ИПЗ		ИПЗ	ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР		ИПЗ		ИПЗ		ДР	Тест, ИПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

**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. А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. А. П. Болдин, В. А. Максимов. . Основы научных исследований. М.: Академия, 2014, 15 экз.
4. В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем. М.: Академия, 2015, 30 экз.
5. В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
6. В. С. Зарубин. . Математическое моделирование в технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010, эл. рес.
7. В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 112 экз.
8. Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 167 экз.
9. Н. Ю. Афанасьева. . Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. М.: КноРус, 2017, 60 экз.
10. С. Д. Шапорев. . Прикладная статистика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 60 экз.
11. С. Д. Шапорев, Б. П. Родин. . Случайные процессы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 105 экз.
12. С. Н. Королёв. . Марковские модели массового обслуживания. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 71 экз.
13. Ю. А. Кораблёв. . Имитационное моделирование. М.: КноРус, 2017, 70 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. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) - Электронная библиотека университета — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://ibooks.ru/> - ЭБС АЙБУКС;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> - ЭБС Тонкие Наукоёмкие Технологии (ТНТ).

### 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. Scilab 6.0.2.

#### 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. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Scilab 6.0.2.

### **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 СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*. 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 в профессиональной деятельности;

ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами методик различных видов и способов моделирования и испытаний информационно-управляющих и автоматизированных систем на этапах их проектирования, отработки и опытной эксплуатации, 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;
- индивидуальное практическое задание;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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	В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1,2) В. С. Зарубин. . Математическое моделирование в технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (1) Ю. А. Кораблёв. . Имитационное моделирование: М.: КноРус, 2017 (10,14) Н. Ю. Афанасьева. . Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: М.: КноРус, 2017 (1) В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов. . Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем: М.: Академия, 2015 (1,2)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем: М.: Академия, 2015 (9) А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2) С. Д. Шапорев. . Прикладная статистика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (2) Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов. . Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	6
Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2)	6
Итого по разделу 2		12
<b>Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических	В. К. Морозов, Г. Н. Рогачёв. . Моделирование процессов и систем: М.: Академия, 2015 (7) Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов.	6

единиц по рекомендуемой литературе	<p>Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6,7)</p> <p>С. Н. Королёв. . Марковские модели массового обслуживания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1)</p> <p>В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2)</p>	
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Статистическое моделирование систем.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3,7,8)</p> <p>А. П. Болдин, В. А. Максимов. . Основы научных исследований: М.: Академия, 2014 (1,2)</p> <p>В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (3)</p> <p>Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов. . Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3,9)</p> <p>Ю. А. Кораблёв. . Имитационное моделирование: М.: КноРус, 2017 (2,3-6,7,8,9)</p>	18
Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	<p>С. Д. Шапорев. . Прикладная статистика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (3,4,5)</p> <p>В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2,3)</p> <p>Н. Ю. Афанасьева. . Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: М.: КноРус, 2017 (2,3,4,9)</p> <p>С. Н. Королёв. . Марковские модели массового обслуживания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1)</p>	10
Итого по разделу 4		28
<b>Раздел 5. Моделирование случайных процессов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>В. Ю. Емельянов. . Методы моделирования стохастических систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (4)</p> <p>Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов. . Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (8,10)</p>	14
Подготовка к выполнению и защите индивидуальных заданий	<p>С. Д. Шапорев, Б. П. Родин. . Случайные процессы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-3,4)</p> <p>А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул. . Моделирование систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4,5,6)</p>	12
Итого по разделу 5		26

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

#### Тест

Тест (диагностическая работа) включает в себя 10 вопросов. Время выполнения 20 минут. Успешное прохождение теста регистрируется при условии получения не менее 60% правильных ответов.

#### Индивидуальное практическое задание

Требования к выполнению ИПЗ:

- по всем ИПЗ необходимо выполнение в выбранной программной среде индивидуального задания и демонстрация результатов выполнения преподавателю.

Отчет по ИПЗ:

Оформление печатных отчетов по ИПЗ не предусмотрено. Все результаты предъявляются в электронной форме.

Защита ИПЗ:

Защита ИПЗ предусматривает обсуждение разработанных студентом алгоритмов и программы, результатов моделирования, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории с использованием тестовых вопросов.

Балльная оценка индивидуального практического задания определяется технологической картой дисциплины.

#### Экзамен

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.

Оценка "отлично" ставится при условии полных правильных ответов на вопросы билета и правильных ответов на дополнительные вопросы по программе учебной дисциплины..

Оценка "хорошо" ставится при условии полных правильных ответов на вопросы билета.

Оценка "удовлетворительно" ставится при условии полного правильного ответа на один из вопросов билета.

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления экзаменационной оценки по результатам работы в семестре в соответствии с технологической картой 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	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-8	
4	7	Раздел 1. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования.	10	6	6	0	4	10	0	Тест
4	7	Раздел 2. Детерминированные имитационные модели.	24	12	4	8	12	20	10	Индивидуальное практическое задание, Тест
4	7	Раздел 3. Модели стохастических систем с дискретными состояниями.	12	6	6	0	6	20	10	Тест
4	7	Раздел 4. Статистическое моделирование систем.	54	26	12	14	28	25	40	Индивидуальное практическое задание, Тест
4	7	Раздел 5. Моделирование случайных процессов.	44	18	6	12	26	25	40	Индивидуальное практическое задание, Тест
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

**ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между классом и вариантом модели.

Класс модели	Вариант модели
1. Непрерывно-детерминированная	А. Вероятностный автомат
2. Дискретно-детерминированная	Б. Детерминированный конечный автомат
3. Непрерывно-стохастическая	В. Модель движения динамического объекта без учета возмущений Г. Система массового обслуживания

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий при проверке гипотезы о соответствии теоретического закона распределения истинному по случайной выборке с применением критерия согласия Пирсона.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Найти значение меры расхождения теоретического и выборочного законов.
2. Рассчитать частоты разрядов по выборке.
3. Определить число степеней свободы распределения Пирсона в рассматриваемой задаче.
4. Выбрать количество разрядов и рассчитать их границы.
5. По данным строки таблицы распределения Пирсона определить величину критерия согласия и принять решение о возможности принятия гипотезы.
6. Определить размах выборки.

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Каков порядок расчета финальных вероятностей состояний (для установившегося процесса смены состояний) по системе уравнений А.Н. Колмогорова для случайного процесса в системе с дискретными состояниями и непрерывным временем?

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Рассчитать финальные вероятности состояний, решив полученную систему алгебраических уравнений.
2. Принять во всех уравнениях производные равными нулю.
3. Заменить одно из уравнений условием нормировки: сумма вероятностей всех состояний равняется единице.

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

Какой непараметрический метод восстановления закона распределения случайной выборки позволяет получить закон в форме функции распределения вероятностей?

1. Прямой метод
2. Метод наибольшего правдоподобия
3. Метод гистограмм



4. Метод моментов
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой метод построения генератора случайных чисел требует задания закона распределения в форме функции распределения вероятностей аналитически?
1. Метод наибольшего правдоподобия
  2. Метод Неймана
  3. Метод моментов
  4. Метод обратных функций
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Сложность и неоднозначность проблемы построения моделей определяется следующими особенностями реальных условий функционирования систем:
1. Нестационарность
  2. Нелинейность
  3. Стохастичность
  4. Неопределенность
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какими свойствами должен обладать поток случайных событий, чтобы являться пуассоновским?
1. Однородность
  2. Стационарность
  3. Ординарность.
  4. Отсутствие последействия.
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие между описанием и названием метода моделирования.

Описание	Название
1. Исследование работы реальной системы в реальных условиях	А. Полунатурное моделирование
2. Исследование работы системы с использованием как реальной аппаратуры, так и математических моделей в условиях имитируемой внешней среды	Б. Математическое моделирование
3. Замена исследуемого процесса процессом	В. Натурные испытания

другой  
физической  
природы,  
протекающим  
по аналогичным  
законам, но  
более  
доступным для  
исследования

#### Г. Физическое моделирование

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

Какие виды моделей из числа перечисленных характеризуются дискретными состояниями и дискретным временем?

1. Системы массового обслуживания
2. Детерминированные автоматы
3. Вероятностные автоматы.
4. Динамические разрывные системы.

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Корректно ли задана функция плотности распределения вероятностей?

$$f(z) = 2z, \quad 0 < z < 1.$$

Дайте обоснование ответа.

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем смысл свойства отсутствия последействия для случайного процесса в системе с дискретными состояниями и непрерывным временем?

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

Белый шум имеет закон распределения...

1. ... равномерный
2. ... нормальный
3. ... экспоненциальный
4. ... любой непрерывный закон

#### **ОПК-8 - Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между расчетными соотношениями и их назначением.

1.

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( x_i - \bar{x}_n \right)^2$$

А. требуемое количество опытов для оценки математического ожидания с допустимой погрешностью

2.

$$\frac{D_x}{n}$$

Б. несмещенная оценка дисперсии

3.

В. смещенная оценка дисперсии

$$\frac{\alpha_p^2 p_A (1 - p_A)}{\varepsilon_{\text{доп.}}^2}$$

4.

$$\frac{p_A (1 - p_A)}{n}$$

Г. дисперсия оценки вероятности

Д. дисперсия оценки математического ожидания

Е. требуемое количество опытов для оценки вероятности с допустимой погрешностью

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между расчетной схемой и решаемой задачей.

**Расчетная  
схема****Задача**

1.

"Окошечная"  
оценка  
РозенблаттаА. Генерирование случайного процесса с заданными  
корреляционными свойствами

2.

Скользящее  
суммирование

Б. Расчет финальных вероятностей состояний

3. Метод  
обратных  
функций

В. Оценка значений плотности распределения

Г. Генерирование случайной величины с заданным законом  
распределения

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность основных блоков (этапов) итерационного алгоритма оценки математического ожидания с допустимой погрешностью методом статистического моделирования:

1. Если текущая оценка погрешности превышает допустимое значение, получение оценки требуемого количества опытов для обеспечения допустимой погрешности.
2. Получение оценки искомого математического ожидания и оценки ее текущей погрешности.
3. Определение объема дополнительной серии опытов.
4. Проверка соответствия текущей погрешности допустимому значению.
5. Проведение начальной серии опытов.
6. Проведение дополнительной серии опытов с повторением перечисленных этапов до обеспечения допустимой погрешности.

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислите порядок действий для получения моделирующего соотношения для генератора случайных чисел методом обратных функций, если задана функция плотности распределения требуемого закона.

1. В случае необходимости добавить к обратной функции константу, обеспечивающую получение генерируемых случайных чисел в требуемом диапазоне.
2. Найти функцию, обратную к функции распределения.

3. Интегрированием функции плотности распределения получить функцию распределения.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Ядерная оценка является оценкой...
1. ... значений плотности распределения вероятностей;
  2. ... математического ожидания;
  3. ... значений функции распределения вероятностей;
  4. ... вероятности попадания случайной величины в разряд.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Каким методом можно обеспечить требуемый закон распределения генерируемой выборки или случайного процесса?
1. Метод обратных функций
  2. Метод формирующего фильтра
  3. Метод моментов
  4. Метод скользящего суммирования
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Использование метода формирующего фильтра возможно в случае, если...
1. ... входной сигнал, подаваемый в фильтр, обладает корреляционными свойствами
  2. ... корреляционная функция задаётся двумя параметрами – значением дисперсии и длиной интервала корреляции
  3. ... заданная корреляционная функция моделируемого случайного процесса позволяет получить передаточную функцию фильтра
  4. ... требуется построить генератор белого шума
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие методы восстановления закона распределения по случайной выборке относятся к числу параметрических?
1. Метод наибольшего правдоподобия
  2. Метод гистограмм
  3. Метод моментов
  4. Метод ядерных оценок
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
При имитационном моделировании системы массового обслуживания на интервале времени  $T$  зарегистрировано поступление  $N$  заявок. Как получить оценку интенсивности потока заявок?
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как влияет формирующий фильтр с учетом его инерционности на характеристики преобразуемого случайного процесса?
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Как влияет статическое (безынерционное) преобразование случайного процесса, построенное по методу обратных функций, на характеристики моделируемого процесса?
1. Обеспечивает учтенные при его расчете корреляционные свойства

2. Обеспечивает закон распределения, для которого оно построено
3. Искажает закон распределения, приближая его к нормальному
4. Не влияет на корреляционные свойства

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

Как влияет формирующий фильтр с учетом его инерционности на характеристики моделируемого случайного процесса?

1. Обеспечивает учтенные при его расчете корреляционные свойства
2. Обеспечивает закон распределения, для которого оно построено
3. Искажает закон распределения, приближая его к нормальному
4. Не влияет на корреляционные свойства