

7727

Министерство образования и науки Российской Федерации

«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

В.А.Бородавкин

2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Моделирование случайных процессов

(указывается индекс и наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление подготовки/
специальность

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

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Специализация/профиль/программа
подготовки

Моделирование и информационные техноло-
гии проектирования ракетно-космических систем

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения

очная

Факультет

А ракетно-космической техники

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра

А1 «Ракетостроение»

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик
рабочей программы

А1 «Ракетостроение»

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (Зачетных единиц)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)													Вид итогового контроля по дисциплине
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО/ ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ		
						ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ									
3	6	4	144	68	34	0	34	-	-	76	-	-	-	-	76	ЭКЗ.

Начальник отдела основных об-
разовательных программ

А.А. Русина /

«31» 08 2019

САНКТ – ПЕТЕРБУРГ
2019 г.

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**

Программу составили:

Кафедра «А1» «Ракетостроение»

Савельев Сергей Константинович, доцент, к.т.н.



Эксперт - представитель ООО «Прецизионные технологии»
д.т.н., профессор Бахтиаров Андрей Викторович



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 Ракетостроения**

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 12 2019 г.

Заведующий кафедрой

Бородавкин В.А., д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 Ракетостроения

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«31» 12 2019 г.

Заведующий кафедрой

Бородавкин В.А., д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной груп-
пе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП)

24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника
(индекс) (полное наименование направления)

протокол № 21/2019
(№ протокола)

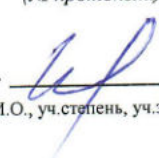
«31» 12 2019 г.

Председатель УМК по УГНиСП д.в.н., с.н.с.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

/ Сырцев А.Н. /

(подпись)



Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 12 2019 г.

Директор библиотеки БГТУ

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



/ Сесина Н.В. /

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование случайных процессов

(указывается номер и наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП 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 преподавания
- Приложение 3. Технологии и формы обучения
- Приложение 4. Перечень тем заданий (по видам СРС)
- Приложение 5. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

Общекультурных

ОК-2 – способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	Пороговый уровень
ОК-3 – способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения	Пороговый уровень

Профессиональных

ПК-2 – способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Пороговый уровень
---	-------------------

Профессионально-специализированных

ПСК-7.1 – способностью создавать математические модели функционирования высокоточных ракетных систем тактического применения, рассчитывать траектории полета ракет, а так же оценивать их управляемость и точность наведения	Пороговый уровень
--	-------------------

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений:

- физические и математические модели, необходимые для разработки новых образцов ракетной техники (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- численные методы, используемые для проведения расчетов по вышеуказанным моделям. (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- современные программные средства (в том числе программные пакеты), для проведения математических расчетов по вышеуказанным физико-математическим моделям (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);

на уровне воспроизведения

- методы и расчетные схемы анализа и синтеза, применяемые в ракетостроении (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- основные способы разработки и применения численных методов для решения отмеченных задач (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- способы проведения численных экспериментов процессов, происходящих при эксплуатации изделий РКТ и необходимые при разработке указанных изделий (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1).

на уровне понимания:

- математический аппарат, составляющий основу моделирования в ракетостроении (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- основные свойства методов стохастического моделирования (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- значения современных информационных технологий при решении задач математического моделирования в ракетостроении (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1).

умения:

использовать теоретические знания для проектирования изделий РКТ, различных по направлениям и применениям.

- проводить математическое моделирование процессов, происходящих в изделиях РКТ (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
 - разрабатывать и применять стохастические методы для решения отмеченных задач (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
 - строить и использовать основные виды математических моделей, используемых в ракетостроении (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- практические знания современных методов реализации математических моделей использовать для решения конкретных инженерных задач, возникающих при разработке и эксплуатации различных образцов РКТ (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1).

навыки:

- разработки математических моделей, необходимых для разработки изделий РКТ (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- разработки и применения стохастических методов для решения отмеченных задач (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1);
- решения инженерных задач с применением вычислительной техники и современных пакетов вычислительных программ (ОК-2, ОК-3, ПК-2, ПСК-7.1).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «**Моделирование случайных процессов**» является дисциплиной *вариативной части* блока 1 дисциплин программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: история развития РКТ, Физика, Теоретическая механика, Математика (дифференциальное исчисление, линейная алгебра, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика), теоретические основы информатики, Сопротивление материалов, специальные главы математики, надежность, термодинамика

и служит основой для освоения дисциплин:

исследование операций; основы теории полета ЛА; основы проектирования ракетных систем, строительная механика ЛА; теория конструирования; теория принятия решений, количественные методы оценки эффективности; основы проектирования и моделирования энергоустановок; синтез ракетных систем; испытания ракетных систем, оценка состояния и параметров ЛА, курсовое и дипломное проектирование.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

ОК-14 – способность получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания;

ОК-15 – наличие навыков работы с компьютером как средством управления, в том числе в режиме удаленного доступа, способностью работать с программными средствами общего и специального назначения

ОК-18 - способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональных компетенций, сохранения своего здоровья, нравственного и физического самосовершенствования, готовностью содействовать обучению и развитию окружающих;

ОПК-1 – пониманием целей и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения;

ОПК-2 – пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ			
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ		ОК-2	ОК-3	ПК-2	ПСК-7.1
2	4	1	ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ. Раздел 1. Основные определения теории моделирования. Моделирование как метод научного познания. Задачи и построение дисциплины. Модели и моделирование в ракетостроении. Функции моделей на различных этапах разработки ракет. Классификация моделей. Этапы моделирования. Начальные примеры.	14	6	6	-	-	8	15	15	15	15
		2	Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин. Случайные события при производстве и при функционировании ракет. Единичный жребий. Базовая случайная величина. Генераторы псевдослучайных величин. Моделирование этапов функционирования ракет как одиночных случайных событий, полных групп событий, сложных событий. Планирование и статистический анализ имитационного эксперимента.	24	12	6	-	6	12	15%	15%	15%	15%
		3	Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин. Летно-тактические характеристики ракет - случайные величины. Их законы распределения и моменты. Моделирование случайных величин на ЭВМ. Метод обращения функции распределения. Метод Неймана. Моделирование распределений: равномерного, экспоненциального, Рэлея, нормального	33	14	4	-	10	19	15%	15%	15%	15%

			Простая стохастическая модель баллистической ракеты. Задачи о гарантированной дальности и гарантийном запасе топлива.										
		4	<p>Раздел 4. Моделирование случайных векторов. Векторные случайные величины в математических моделях ракет. Законы распределения и моменты. Ковариация и ковариационная матрица. Двумерный случайный вектор.</p> <p>Линейное преобразование случайного вектора. Канонические преобразования вектора. Несущая способность листового проката.</p>	28	16	6	-	10	12	15%	15%	15%	15%
		5	<p>Раздел 5. Потoki событий. Марковские случайные процессы. Основные понятия, определения и классификация потоков событий.</p> <p>Простейший поток событий. Распределения числа событий и отрезка времени между событиями.</p> <p>Просеивание потока. Поток Эрланга. Объединение потоков.</p> <p>Марковские процессы. Определения. Модель процесса в системе с конечным числом состояний и дискретным временем. Уравнения Колмогорова. Эргодические и поглощающие цепи Маркова.</p> <p>Модель Марковского процесса в системе с конечным числом состояний и непрерывным временем. Граф состояний. Дифференциальные уравнения Колмогорова. Финальные вероятности состояний.</p> <p>Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.</p>	20	8	6	-	2	12	15%	15%	15%	15%
		6	<p>Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.</p> <p>Определения и примеры. Нагрузки и несущая способность конструкции как случайные функции времени. Законы распределения и моменты. Автокорреляционная функция. Ее свойства. Эргодичность случайных функций.</p> <p>Каноническое разложение стационарной случайной функции.</p> <p>Примеры моделирования на ЭВМ.</p> <p>Спектральная плотность стационарной случайной функции.</p> <p>Реакция технических систем на случайные воздействия.</p>	25	12	6		6	13	25%	25%	25%	25%
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				144	68	34	-	34	76	100%	100%	100%	100%

3.2. Аудиторный практикум

№ п/ п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
	Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.	<p>Занятие 1 Разработка математической модели боя самолета с системой ПВО. Анализ требований по точности определения параметров построенной модели.</p> <p>Занятие 2. Анализ методов генерации выборок дискретных случайных величин</p> <p>Занятие 3. Исследование влияния изменения различных характеристик самолета и системы ПВО на результаты их боевого взаимодействия.</p>	6
	Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин	<p>Занятие 4-6 Определение гарантированных значений параметров технического изделия. Обсуждение понятия гарантированного уровня характеристики, ее отличия от проектного значения. Методы генерации выборок многомерных случайных величин с некоррелированными компонентами. Формирование модели для описания траектории жидкостной баллистической ракеты и в частности определения дальности ее полета. Определение влияния неопределенности исполнения одного из параметров модели траектории баллистической ракеты на величину гарантированной дальности полета.</p> <p>Занятие 7-8 Прямые и косвенные измерения. Связь неопределенности косвенных измерений с используемыми средствами измерения. Выбор класса прибора для решения задачи, сформулированной заданием. Построение программы расчета неопределенности косвенных измерений. Оценивание неопределенности косвенного измерения, заданного индивидуальным заданием. Исследование влияния изменения неопределенности определения какого-либо параметра, входящего в функционал, определяющий косвенное измерение, на неопределенность результата измерения.</p>	10
	Раздел 4. Моделирование случайных векторов	<p>Занятие 9, 10, 11 Методы получения выборок значений многомерных случайных величин с коррелированными компонентами.</p> <p>Занятие 12. Разработка программы для генерации выборок многомерных случайных величин с заданной ковариационной матрицей.</p> <p>Занятие 13. Анализ несущей способности конструкции, выполненной из листового материала при статическом нагружении. Определение запаса прочности конструкции и его связи со статистическими характеристиками исходных величин.</p>	10
	Раздел 5. Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.	Занятие 14 Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло.	2
	Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.	<p>Занятие 15 Рассмотрение вопросов моделирования стационарных гауссовских случайных процессов.</p> <p>Занятие 16. Разработка программного обеспечения решения задачи моделирования транспортных нагрузок. Исследование влияния преобразования спектра мощности исследуемого профиля на воспроизведение реализации</p>	6

		профиля. Занятие 17. Генерация ансамбля реализации профилей дорожного покрытия различного типа. Анализ влияния формы профиля на величину перегрузок при транспортировке.	
Итого:			34

3.3. Лабораторный практикум программой дисциплины не предусмотрен

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
Раздел 1. Введение.	изучение лекционного материала	4
	изучение основной и дополнительной литературы	4
Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.	изучение лекционного материала	3
	изучение основной и дополнительной литературы	3
	подготовка к практическим занятиям по тематике раздела	3
	оформление отчета по тематике практического занятия	3
Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин.	изучение лекционного материала	4
	изучение основной и дополнительной литературы	4
	подготовка к практическим занятиям по тематике раздела	5
	оформление отчета по тематике практического занятия	6
Раздел 4. Моделирование случайных векторов.	изучение лекционного материала	2
	изучение основной и дополнительной литературы	2
	подготовка к практическим занятиям по тематике раздела	2
	оформление отчета по тематике практического занятия	6
Раздел 5. . Потоки событий.	изучение лекционного материала	2
	изучение основной и дополнительной литературы	2
	подготовка к практическим занятиям по тематике раздела	2
	оформление отчета по тематике практического занятия	6
Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.	изучение лекционного материала	1
	изучение основной и дополнительной литературы	4
	подготовка к практическим занятиям по тематике раздела	4
	оформление отчета по тематике практического занятия	4
ВСЕГО:		76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6			ПЗ-1		ПЗ-1			ПЗ-1				ПЗ-1		ПЗ-1			ПЗ-1

Условные обозначения:

- ПЗ-1 – защита задания одного практического занятия;

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение заданий на практических занятиях;
- защита задания практического занятия (тестирование);
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – своевременная сдача тестов, отчетов по практическим занятиям.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнение и защита 3-х заданий практических занятий.

Промежуточный контроль

- проходит в форме экзамена по дисциплине, который включает в себя ответы на теоретические вопросы.

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Основная литература:

- 1 Шапоров, Сергей Дмитриевич. Случайные процессы [Текст] : учебник для вузов / С. Д. Шапоров, Б. П. Родин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 2010. - 237 с. : граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 234-235. - Лаб. работы: в конце гл. 95 экз.
- 2 Шапоров, Сергей Дмитриевич. Случайные процессы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. Д. Шапоров, Б. П. Родин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2010. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01510.pdf. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 234-235. - Лаб. работы: в конце гл.
- 3 Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2008. - 114 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - 185 экз.
- 4 Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01216.pdf. - Библиогр.: с. 111. - Задания и вопросы для самоконтроля: в конце глав.
- 5 Моделирование [Текст] : лабораторный практикум [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 40 с. : табл. - Приложение: с. 38-40. - Контр. вопросы в конце работ. - 85 экз.
- 6 Моделирование [Электронный ресурс] : лабораторный практикум [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2009. - 1 эл. жестк. диск : табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01402.pdf. - Приложение: с. 38-40. - Контр. вопросы в конце работ. - Б. ц.

5.2. Дополнительная литература:

1. Копчёнова, Наталья Васильевна. Вычислительная математика в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2009. - 367 с. : схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике). - Об авторах: послед. с. облож. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 365-367. - Задачи: в конце параграф. - Приложения: с. 304-306. - Ответы: с. 307-364. 2 экз.
2. Моделирование систем [Текст] : учебник для вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М. : Академия, 2009. - 316 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Авторы указ. на обороте тит. листа. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 313-314. - Библиогр. в подстроч. прим. - Контр. вопросы: в конце глав. 3 экз.
3. Зализняк, Виктор Евгеньевич. Основы вычислительной физики [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк. - М. : Техносфера, 2008. - (Мир физики и техники ; П.06). Ч. I : Введение в конечно-разностные методы. - 2008. - 223 с. : граф., схемы, табл. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 223. - Прил.: с. 201-222. 2 экз.
4. Петровский, Алексей Борисович. Теория принятия решений [Текст] : учебник для вузов / А. Б. Петровский. - М. : Академия, 2009. - 399 с. : граф., схемы, табл. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 391-394. - Приложение: с. 382-390. 3 экз.
5. Рашиков, Владимир Иванович. Численные методы физических задач [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Рашиков, А. С. Рошаль. - СПб. : Лань, 2005. - 205 с. : граф. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 202. 3 экз.
6. Васильков, Юрий Викторович. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - М. : Финансы и статистика, 2002. - 255 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 247 - 248. - Библиогр. в подстрочн. прим. - Кон-

трольные вопр. в конце глав. - Методические комментарии и ответы на контр. вопросы : с. 179 - 246.
- Предметный указ. : с. 249 - 251. 3 экз.

7. **Строгалёв, Валерий Петрович.** Имитационное моделирование [Текст] : учебное пособие для вузов / В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. - 4-е изд. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 295 с. : граф., схемы, табл. - Об авт.: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 285. - Прил.: с. 286-293. 2 экз.

5.3. Электронные ресурсы, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

- электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» – <http://e.lanbook.com>;
- электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» <http://www.biblio-online.ru>

5.4. Программное обеспечение.

пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы типа MS WORD, WordPerfect, графические редакторы типа Excel, средства презентационной графики –: PowerPoint

Универсальный пакет компьютерных вычислений MathCad13 или более высоких версий

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций
2. Возможность консультирования обучающихся преподавателями посредством сети Интернет: консультации, проверка заданий по e-mail.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения подготовки студентов по дисциплине «Моделирование случайных процессов» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

1. Лекционные занятия:
 - 2) комплект электронных презентаций/слайдов,
 - 3) аудитории ск-21, ск-21а, ск-21б, 101, 344, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
2. Практические занятия
 - 1) комплект электронных презентаций/слайдов,
 - 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),
 - 3) пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы типа MS WORD, WordPerfect, графические редакторы типа Excel, средства презентационной графики –: PowerPoint
специализированные ПО: программный комплекс MathCad 13 и старше;
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 случайных процессов» является дисциплиной вариативной части Блока 1 программы подготовки студентов по специальности **24.05.01 «Проектирование, производство, эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»**. Дисциплина реализуется на факультете «А» («Ракетно-космическая техника») БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «А1» («Ракетостроение»).

Дисциплина нацелена на формирование *общекультурных компетенций, характеризующих способность специалиста*: ОК-2 – способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач; ОК-3 – способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения; профессиональных - ПК-2 – способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники профессионально-специализированных - ПСК-7.1 – способностью создавать математические модели функционирования высокоточных ракетных систем тактического применения, рассчитывать траектории полета ракет, а так же оценивать их управляемость и точность наведения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами решения инженерных задач с применением математического моделирования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, тьюторство.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования, рубежный контроль (после половины семестра) в форме выполнения и защиты заданий трех практических занятий и промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часа), практические (34 часа) занятия и 76 часов самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

1. **Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде по разделам: **раздел 3** - Моделирование непрерывных случайных величин; **раздел 4** - Моделирование случайных векторов; **раздел 6** - Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.
2. **Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе под руководством преподавателя, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды по разделам: **раздел 3** - Моделирование непрерывных случайных величин; **раздел 4** - Моделирование случайных векторов.
3. **Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи. Используется в разделах: **раздел 1** - Введение; **раздел 2** - Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.
4. **Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Используется в разделах: **раздел 3** - Моделирование непрерывных случайных величин; **раздел 4** - Моделирование случайных векторов.

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. Основные определения теории моделирования.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часа.

Лекция 1. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Задачи и построение дисциплины.

Лекция 2. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Модели и моделирование в ракетостроении.
2. Функции моделей на различных этапах разработки ракет.
3. Классификация моделей.

Лекция 3. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Модели функционирования и концептуальные модели.
2. Аналитическое и имитационное моделирование.
3. Этапы моделирования. Начальные примеры.

Управление самостоятельной работой студента – 0,15 час.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала.

Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часа.

Лекция 4. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Случайные события при производстве и при функционировании ракет.
2. Единичный жребий. Базовая случайная величина. Генераторы псевдослучайных величин.

Лекция 5. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Моделирование этапов функционирования ракет как одиночных случайных событий, полных групп событий, сложных событий.
2. Моделирование случайных событий по схеме Бернулли. Планирование и статистический анализ имитационного эксперимента.

Лекция 6. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Модель отражения атаки ракетной батареей ПВО.

Аудиторный практикум - 6 часов, 1 работа.

Практическое занятие № 1,2,3

Разработка математической модели боя самолета с системой ПВО. Анализ требований по точности определения параметров построенной модели. Анализ методов генерации выборок дискретных случайных величин. Исследование влияния изменения различных характеристик самолета и системы ПВО на результаты их боевого взаимодействия.

Управление самостоятельной работой студента – 0,3 часа.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала, практическим занятиям.

Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин.

Лекция 7. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Лётно-тактические характеристики ракет - случайные величины.
2. Их законы распределения и моменты.

Лекция 8. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Моделирование случайных величин на ЭВМ.
2. Метод обращения функции распределения. Метод Неймана.
3. Моделирование распределений: равномерного, экспоненциального, Рэлея, нормального.
4. Простая стохастическая модель баллистической ракеты. Задачи о гарантированной дальности и гарантийном запасе топлива.

Аудиторный практикум - 10 часов, 2 работы.

Практическое занятие № 4,5,6

Определение гарантированных значений параметров технического изделия.

Обсуждение понятия гарантированного уровня характеристики, ее отличия от проектного значения. Методы генерации выборок многомерных случайных величин с некоррелированными компонентами. Формирование модели для описания траектории жидкостной баллистической ракеты и в частности определения дальности ее полета. Определение влияния неопределенности исполнения одного из параметров модели траектории баллистической ракеты на величину гарантированной дальности полета.

Практическое занятие № 7,8

Прямые и косвенные измерения. Связь неопределённости косвенных измерений с используемыми средствами измерения. Выбор класса прибора для решения задачи, сформулированной заданием. Построение программы расчета неопределённости косвенных измерений. Оценивание неопределённости косвенного измерения, заданного индивидуальным заданием. Исследование влияния изменения неопределённости определения какого-либо параметра, входящего в функционал, определяющий косвенное измерение, на неопределённость результата измерения.

Управление самостоятельной работой студента – 0,5 часов.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала, практическим занятиям.

Раздел 4. Моделирование случайных векторов.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часа.

Лекция 9. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Векторные случайные величины в математических моделях ракет.
2. Законы распределения и моменты.
3. Ковариация и ковариационная матрица

Лекция 10. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Двумерный случайный вектор.
2. Линейное преобразование случайного вектора.
3. Канонические преобразования вектора.

Лекция 11. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Несущая способность листового проката.

Аудиторный практикум - 10 часов, 1 работа.

Практическое занятие № 9,10,11,12,13

Методы получения выборок значений многомерных случайных величин с коррелированными компонентами. Разработка программы для генерации выборок многомерных случайных величин с заданной ковариационной матрицей. Анализ несущей способности конструкции, выполненной из листового материала при статическом нагружении. Определение запаса прочности конструкции и его связи со статистическими характеристиками исходных величин.

Управление самостоятельной работой студента – 0,2 час.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала, практическим занятиям.

Раздел 5. Потоки событий.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.

Лекция 12. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Марковские случайные процессы.
2. Основные понятия, определения и классификация потоков событий.
3. Простейший поток событий.

Лекция 13. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Распределения числа событий и отрезка времени между событиями.
2. Просеивание потока. Поток Эрланга. Объединение потоков.
3. Марковские процессы. Определения.
4. Модель процесса в системе с конечным числом состояний и дискретным временем.
5. Уравнения Колмогорова.
6. Эргодические и поглощающие цепи Маркова.

Лекция 14. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Модель Марковского процесса в системе с конечным числом состояний и непрерывным временем.
2. Граф состояний.
3. Дифференциальные уравнения Колмогорова.
4. Финальные вероятности состояний.

Аудиторный практикум - 2 часа, 1 работа.

Практическое занятие № 14

Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло. Приведение области интегрирования к стандартизированному виду. Генерация ансамбля случайных точек в многомерном пространстве. Оценка интеграла на основе теоремы о среднем.

Управление самостоятельной работой студента – 0.15 час.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала, практическим занятиям.

Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часа.

Лекция 15. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Определения и примеры.
2. Нагрузки и несущая способность конструкции как случайные функции времени.
3. Законы распределения и моменты.
4. Автокорреляционная функция. Ее свойства.
5. Эргодичность случайных функций.

Лекция 16. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Каноническое разложение стационарной случайной функции.
2. Примеры моделирования на ЭВМ.
3. Спектральная плотность стационарной случайной функции.

Лекция 17. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Реакция технических систем на случайные воздействия.

Аудиторный практикум - 6 часов, 1 работа.

Практическое занятие № 15,16,17

Рассмотрение вопросов моделирования стационарных гауссовских случайных процессов.

Разработка программного обеспечения решения задачи моделирования транспортных нагрузок.

Исследование влияния преобразования спектра мощности исследуемого профиля на воспроизведение реализации профиля. Генерация ансамбля реализации профилей дорожного покрытия различного типа. Анализ влияния формы профиля на величину перегрузок при транспортировке.

Управление самостоятельной работой студента – 0.2 час.

Реализуемые формы управления самостоятельной работой студента: консультации по освоению лекционного материала, практическим занятиям.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, из них 68 часов аудиторных занятий и 76 часов, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
1	2	3	4
Раздел 1. Основные определения теории моделирования.			
Подготовка к лекции № 1	Изучение вопросов: 1. Моделирование как метод научного познания. 2. Задачи и построение дисциплины.	2	1. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: Задания и вопросы для самоконтроля: в конце глав. 185 экз. Глава 1
Подготовка к лекции № 2	Изучение вопросов: 1. Модели и моделирование в ракетостроении. 2. Функции моделей на различных этапах разработки ракет. 3. Классификация моделей.	2	1. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задания и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. Глава 1
Подготовка к лекции № 3	Изучение вопросов: 1. Модели функционирования и концептуальные модели. 2. Аналитическое и имитационное моделирование. 3. Этапы моделирования. Начальные примеры.	4	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 234-235. - . 95 экз. Глава 1. п.3 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: 185 экз. Глава 1
Итого по разделу 1		8 часов	
Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.			

Подготовка к лекции № 4	Изучение вопросов: 1. Случайные события при производстве и при функционировании ракет. 2. Единичный жребий. Базовая случайная величина. Генераторы псевдослучайных величин.	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 4, п.п.4.1, 4.2</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. <i>Глава 2</i>
Подготовка к лекции № 5	Изучение вопросов: 1. Моделирование этапов функционирования ракет как одиночных случайных событий, полных групп событий, сложных событий. 2. Моделирование случайных событий по схеме Бернулли. Планирование и статистический анализ имитационного эксперимента.	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 4, п.4.3</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав. 185 экз. <i>Глава 2 п.п. 2.4-2.9</i>
Подготовка к лекции № 6	Изучение вопросов: 1. Модель отражения атаки ракетной батареей ПВО.	2	1. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. - 185 экз. <i>Глава 2, п.2.6</i>
Подготовка к практическому занятию № 1	Изучение вопросов: Бой самолета с ПВО	4	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов» <i>стр.4-6</i>
Оформление отчета по практическому занятию № 1		2	
Итого по разделу 2		12 часов	
Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин.			
Подготовка к лекции № 7	Изучение вопросов: 1. Летно-тактические характеристики ракет - случайные величины. 2. Их законы распределения и моменты.	3	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 4, п.4.3</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. - 185 экз. <i>Глава 3, п.п.3.1,3.6</i>
Подготовка к лекции № 8	Изучение вопросов: 1. Моделирование случайных величин на ЭВМ.	2	1. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов,

	2. Метод обращения функции распределения. Метод Неймана. 3. Моделирование распределений: равномерного, экспоненциального, Рэлея, нормального. 4. Простая стохастическая модель баллистической ракеты. Задачи о гарантированной дальности и гарантийном запасе топлива.		С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. 185 экз. <i>Глава 3, п.п. 3.2-3.4</i>
Подготовка к практическому занятию № 2	Изучение вопросов: Определение гарантированных значений параметров технического изделия	3	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов» <i>стр. 7-14</i>
Оформление отчета по практическому занятию № 2		2	
Подготовка к практическому занятию № 3	Изучение вопросов: Определение гарантированных значений параметров технического изделия	3	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов» <i>стр. 18-22</i>
Оформление отчета по практическому занятию № 3		6	
Итого по разделу 3		19 часов	
Раздел 4. Моделирование случайных векторов.			
Подготовка к лекции № 9	Изучение вопросов: 1. Векторные случайные величины в математических моделях ракет. 2. Законы распределения и моменты. 3. Ковариация и ковариационная матрица	1	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с. 95 экз. <i>Глава 2, п.2.1</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. 185 экз. <i>Глава 4, п.4.1-4.3</i>
Подготовка к лекции № 10	Изучение вопросов: 1. Двумерный случайный вектор. 2. Линейное преобразование случайного вектора. 3. Канонические преобразования вектора	1	1. Шапоров С. Д. Методы вычислительной математики и их приложения : учебное пособие [для вузов] / С. Д. Шапоров. - СПб., 2002. - 230 с. 558 экз. <i>Глава 2, п.2.1</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. <i>Глава 4, п.4.3-4.7</i>
Подготовка к лекции № 11	Изучение вопросов: 1. Несущая способность листового проката	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава.2, п.2.1</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов,

			С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. <i>Глава 4, п.4.6-4.7</i>
Подготовка к практическому занятию № 4	Изучение теоретического материала Определение несущей способности конструкции	2	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов» электронный ресурс. <i>Стр. 22-26</i>
Оформление отчета по практическому занятию № 4		6	
Итого по разделу 4		12 часов	
Раздел 5. Поток событий			
Подготовка к лекции № 12	Изучение вопросов: 1. Марковские случайные процессы. 2. Основные понятия, определения и классификация потоков событий. 3. Простейший поток событий	1	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 2, п.2.4</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. <i>Глава 5</i>
Подготовка к лекции № 13	Изучение вопросов: 1. Распределения числа событий и отрезка времени между событиями. 2. Просеивание потока. Поток Эрланга. Объединение потоков. 3. Марковские процессы. Определения. 4. Модель процесса в системе с конечным числом состояний и дискретным временем. 5. Уравнения Колмогорова. 6. Эргодические и поглощающие цепи Маркова	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 2, п.2.5</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. <i>Глава 5, 6</i>
Подготовка к лекции № 14	Изучение вопросов: 1. Модель Марковского процесса в системе с конечным числом состояний и непрерывным временем. 2. Граф состояний. 3. Дифференциальные уравнения Колмогорова. 4. Финальные вероятности состояний	1	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. <i>Глава 2, п.2.7, 2.8</i> 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав... 185 экз. <i>Глава 6</i>
Подготовка к практическому занятию № 5	Изучение теоретического материала Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло	2	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов» <i>стр.15-20</i>
Оформление отчета по практическому занятию № 5		6	

Итого по разделу 5		12 часов	
Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций			
Подготовка к лекции № 15	Изучение вопросов: 1. Определения и примеры. 2. Нагрузки и несущая способность конструкции как случайные функции времени. 3. Законы распределения и моменты. 4. Автокорреляционная функция. Ее свойства. 5. Эргодичность случайных функций.	1	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. Глава 3 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл.. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. 185 экз. Глава 10
Подготовка к лекции № 16	Изучение вопросов: 1. Каноническое разложение стационарной случайной функции. 2. Примеры моделирования на ЭВМ. 3. Спектральная плотность стационарной случайной функции.	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. Глава 3 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл.. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. 185 экз. Глава 10
Подготовка к лекции № 17	Изучение вопросов: 1. Реакция технических систем на случайные воздействия.	2	1. Шапоров С. Д. Случайные процессы: учебник для вузов/ С. Д. Шапоров, Б. П. Родин; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 237 с.: 95 экз. Глава 3 2. Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: граф., схемы, табл.. - Библиогр.: с. 111. - Задачи и вопросы для самоконтроля: в конце глав.. 185 экз. Глава 11
Подготовка к практическому занятию № 6	Изучение теоретического материала Моделирование ветровой и транспортной нагрузки	4	Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование случайных процессов». Стр.26-30
Оформление отчета по практическому занятию № 6		4	
Итого по разделу 6		13 часов	
Итого по дисциплине		76 часов	

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ (по видам СРС)

Указания по видам учебных занятий

Вид учебных занятий/ контрольных мероприятий/ учебной деятельности	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: Функция распределения, АвтоКорреляционная функция, Моменты функции распределения, генерация выборки СВ, генерация выборки многомерной СВ, генерация реализации случайного процесса..
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом <i>пособия</i> Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач: учебное пособие [для вузов]/ Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2008. - 114 с.: - 185 экз. ELR1216 Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- список вопросов, обсуждаемых на практических занятиях по дисциплине по результатам выполнения заданий, по ответам на которые оцениваются знания по темам приведены в УМК по дисциплине.
- перечень вопросов, выносимых экзамен приведен в УМК по дисциплине.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ				Наименование оценочно- го средства
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ		ОК-2	ОК-3	ПК-2	ПК-7.1	
2	4	1	Раздел 1. Основные определения теории моделирования.	14	6	6	-	-	8	15	15	15	15	Вопросы для экзамена
		2	Раздел 2. Моделирование случайных событий и дискретных случайных величин.	24	12	6	-	6	12	15%	15%	15%	15%	Вопросы для защиты практических работ. Вопросы для экзамена
		3	Раздел 3. Моделирование непрерывных случайных величин.	33	14	4	-	10	19	15%	15%	15%	15%	Вопросы для защиты практических работ. Вопросы для экзамена
		4	Раздел 4. Моделирование случайных векторов.	28	16	6	-	10	12	15%	15%	15%	15%	Вопросы для защиты практических работ. Вопросы для экзамена
		5	Раздел 5. Поток событий. Марковские случайные процессы.	20	8	6	-	2	12	15%	15%	15%	15%	Вопросы для защиты практических работ. Вопросы для экзамена
		6	Раздел 6. Моделирование непрерывных стационарных случайных функций.	25	12	6		6	13	25%	25%	25%	25%	Вопросы для защиты практических работ. Вопросы для экзамена
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				144	68	34	-	34	76	100%	100%	100%	100%	

Критерии оценивания

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем (ямы), ведущими 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;

Практические занятия

Отчет по практическому занятию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию. 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 данному практическому занятию, отчет по практическому занятию считается принятым.

Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов.

Примерный перечень вопросов по практическим занятиям приведен ниже. Вопросы выдаются студенту выборочно по мере изучения материала дисциплины. Практикуется как индивидуальная, так и групповая сдача работы, реализуемая в виде «круглого стола».

Шаблоны отчетов по заданию практического занятия;

Практическое задание № 1.

Модель отражения атаки ракетной батареей ПВО

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Какие программы-генераторы случайных величин следует использовать в данной лабораторной работе?
2. Как при планировании имитационного эксперимента используется центральная предельная теорема теории вероятностей
3. Как изменится математическая модель отражения атаки ракетной батареей ПВО, если атакующий самолет летит на произвольной высоте?
4. Как зависит число испытаний от заданной точности расчетов?

Практическое задание № 2.

Определение гарантированных значений параметров технического изделия.

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.
6. провести анализ зависимости изменения гарантированной дальности от варьирования точности выполнения одного из конструктивных параметров;

Контрольные вопросы.

1. Какая система уравнений используется для определения дальности полета ЛА?

2. Как следует изменить перечень случайных величин, если вместо жидкостной ракеты рассматривать твердотопливную?
3. Какие законы распределения использованы для описания исходных величин?
4. Как повлияет изменение числа испытаний на относительную погрешность расчетов?
5. Какие генераторы случайных величин используются в данной работе?

Практическое задание № 3.

Определение погрешности косвенных измерений.

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.
6. провести анализ зависимости изменения неопределенности величины от варьирования точности выполнения одного из результатов прямых измерения, входящих в расчетное соотношение;

Контрольные вопросы.

1. Что такое косвенные измерения? Их отличие от прямых измерений.
2. Какие методы генераторы применяются для моделирования исходного вектора значений?
3. Как определить доверительный интервал для результата косвенных измерений?
4. Как изменяется неопределенность косвенных измерений в зависимости от изменения среднеквадратического отклонения входящих в нее величин?
5. Какие законы распределения использованы для описания исходных величин?
6. Как повлияет изменение числа испытаний на относительную погрешность расчетов?
7. Какие генераторы случайных величин используются в данной работе?

Практическое задание № 4.

Определение несущей способности конструкции.

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.
6. провести теоретическое определение коэффициента запаса конструкции.

Контрольные вопросы.

1. Что такое несущая способность конструкции и как это понятие связано со стохастическими оценками?
2. Какие методы генераторы применяются для моделирования исходного вектора значений?
3. Почему нельзя использовать генераторы, аналогичные примененным в предыдущих работах?
4. Как рассчитать коэффициент запаса?

Практическое задание № 5.

Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Как генерируются реализации случайных точек?
2. Какими средствами можно повысить точность результата вычисления интеграла методом Монте-Карло?

Практическое задание № 6.

Определение транспортных нагрузок.

В отчете необходимо представить:

1. постановку задачи.
2. математическую модель.
3. краткую характеристику исследуемых методов
4. анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
5. распечатку полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Как в данной работе реализуется каноническое разложение исследуемой случайной функции?
2. Как получают данные по автокорреляционной функции случайного процесса?
3. Как влияет изменение членов разложения корреляционной функции на результат представления исследуемого процесса?
4. Для решения каких задач можно использовать приемы, задействованные в данной работе?
5. Для чего в этой работе используется сплайн-функции?

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнения и защиты 3-х заданий практических занятий и
- выполнение 1 этапа курсовой работы.

Промежуточный контроль

по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, который включает ответы на теоретические вопросы; каждый билет содержит два вопроса из приведённого ниже перечня.

• Критерии оценивания

Ответ на каждый вопрос и по билету в целом оценивается по пятибалльной шкале;

- - отличная оценка выставляется при безукоризненном ответе на вопросы билета и, в обязательном порядке, на дополнительные вопросы. Причем ответы на дополнительные вопросы даются без предварительной подготовки.
- - правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы, при грамотном представлении материала – «хорошо»;
- - удовлетворительная оценка может быть выставлена и при ответе только на первый вопрос, на усмотрение преподавателя, с учетом работы студента в семестре.
- -неправильные и неполные ответы на все поставленные преподавателем вопросы при технически неграмотном изложении – «неудовлетворительно».

Минимальные требования, предъявляемые к студенту для положительной оценки знаний на экзамене. Оценка «Отлично» выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями пытается ответить на вопросы.

Примеры вопросов для экзамена.

1. Модели функционирования и концептуальные модели.
2. Аналитическое и имитационное моделирование.
3. Этапы моделирования. Начальные примеры.
4. Случайные события при производстве и при функционировании ракет.
5. Единичный жребий. Базовая случайная величина. Генераторы псевдослучайных величин.
6. Моделирование этапов функционирования ракет как одиночных случайных событий, полных групп событий, сложных событий.
7. Моделирование случайных событий по схеме Бернулли. Планирование и статистический анализ имитационного эксперимента.

8. Модель отражения атаки ракетной батареей ПВО.
9. Бой самолета с ПВО
10. Летно-тактические характеристики ракет - случайные величины.
11. Их законы распределения и моменты.
12. Моделирование случайных величин на ЭВМ.
13. Метод обращения функции распределения. Метод Неймана.
14. Моделирование распределений: равномерного, экспоненциального, Рэлея, нормального.
15. Простая стохастическая модель баллистической ракеты. Задачи о гарантированной дальности и гарантийном запасе топлива.
16. Векторные случайные величины в математических моделях ракет.
17. Законы распределения и моменты.
18. Ковариация и ковариационная матрица
19. Двумерный случайный вектор.
20. Линейное преобразование случайного вектора.
21. Канонические преобразования вектора.
22. Определение несущей способности конструкции.
23. Распределения числа событий и отрезка времени между событиями.
24. Просеивание потока. Поток Эрланга. Объединение потоков.
25. Марковские процессы. Определения.
26. Модель процесса в системе с конечным числом состояний и дискретным временем.
27. Уравнения Колмогорова.
28. Эргодические и поглощающие цепи Маркова.
29. Модель Марковского процесса в системе с конечным числом состояний и непрерывным временем.
30. Граф состояний.
31. Дифференциальные уравнения Колмогорова.
32. Финальные вероятности состояний.
33. Уравнения динамики средних.
34. Показатели эффективности СМО.
35. Аналитическое моделирование СМО.
36. Процесс размножения и гибели.
37. Нагрузки и несущая способность конструкции как случайные функции времени.
38. Законы распределения и моменты.
39. Автокорреляционная функция. Ее свойства.
40. Эргодичность случайных функций.
41. Каноническое разложение стационарной случайной функции.
42. Примеры моделирования на ЭВМ.
43. Спектральная плотность стационарной случайной функции.
44. Реакция технических систем на случайные воздействия.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: «Моделирование случайных процессов»
2. Кафедра: А1 «Ракетостроение»
3. Перечень основной учебной литературы
 1. **Шапорев, Сергей Дмитриевич.** Случайные процессы [Текст] : учебник для вузов / С. Д. Шапорев, Б. П. Родин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 2010. - 237 с. : граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 234-235. - Лаб. работы: в конце гл. 95 экз.
 2. **Шапорев, Сергей Дмитриевич.** Случайные процессы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. Д. Шапорев, Б. П. Родин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2010. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01510.pdf. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 234-235. - Лаб. работы: в конце гл.
 3. **Бызов, Лев Николаевич** Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2008. - 114 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 111.: - 156 экз.
 4. **Бызов, Лев Николаевич.** Применение стохастического моделирования для решения инженерных задач [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев, М. М. Степанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01216.pdf.
 5. **Бызов, Лев Николаевич** Моделирование [Текст] : лабораторный практикум [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 40 с. : табл. - Приложение: с. 38-40. - Контр. вопросы в конце работ. -. 84 экз.
 6. **Бызов, Лев Николаевич** Моделирование [Электронный ресурс] : лабораторный практикум [для вузов] / Л. Н. Бызов, С. К. Савельев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2009. - 1 эл. жестк. диск : табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01402.pdf. -
4. Перечень дополнительной литературы:
 1. **Копчёнова, Наталья Васильевна.** Вычислительная математика в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. В. Копчёнова, И. А. Марон. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2009. - 367 с. : схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике). - Об авторах: послед. с. облож. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 365-367. - Задачи: в конце параграф. - Приложения: с. 304-306. - Ответы: с. 307-364. 5 экз.
 2. **Моделирование систем** [Текст] : учебник для вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М. : Академия, 2009. - 316 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Авторы указ. на обороте тит. листа. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 313-314. - Библиогр. в подстроч. прим. - Контр. вопросы: в конце глав. 5 экз.
 3. **Зализняк, Виктор Евгеньевич.** Основы вычислительной физики [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк. - М. : Техносфера, 2008. - . - (Мир физики и техники ; П.06). **Ч. I** : Введение в конечно-разностные методы. - 2008. - 223 с. : граф., схемы, табл. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 223. - Прил.: с. 201-222. 29 экз.

4. **Петровский, Алексей Борисович.** Теория принятия решений [Текст] : учебник для вузов / А. Б. Петровский. - М. : Академия, 2009. - 399 с. : граф., схемы, табл. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Об авторе: послед. с. облож. - Библиогр.: с. 391-394. - Приложение: с. 382-390. 3 экз.
5. **Рашиков, Владимир Иванович.** Численные методы физических задач [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Рашиков, А. С. Рошаль. - СПб. : Лань, 2005. - 205 с. : граф. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 202. 3 экз.
6. **Васильков, Юрий Викторович.** Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - М. : Финансы и статистика, 2002. - 255 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 247 - 248. - Библиогр. в подстрочн. прим. - Контрольные вопр. в конце глав. - Методические комментарии и ответы на контр. вопросы : с. 179 - 246. - Предметный указ. : с. 249 - 251. 3 экз.
7. **Строгалёв, Валерий Петрович.** Имитационное моделирование [Текст] : учебное пособие для вузов / В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. - 4-е изд. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 295 с. : граф., схемы, табл. - Об авт.: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 285. - Прил.: с. 286-293. 98 экз.
8. **Строгалёв, Валерий Петрович.** Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. - 4-е изд. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 295 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106283> (дата обращения: 13.10.2020).

Директор библиотеки



/ Сесина Н.В./

« ____ » _____ 2019 г.