

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Наземное технологическое оборудование стартовых систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	51	0	0	51	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Синильщиков Валерий Борисович, к.т.н., доцент, доцент

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

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-8.1 — способность проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-8.1

знания:

- на уровне представлений: знать условия, при которых прикладные задачи должны решаться в вероятностной постановке;
- на уровне воспроизведения знать основные типы задач имитационного моделирования и методы их решения;
- на уровне понимания знать особенности различных методов, их достоинства и недостатки; знать способы математического описания типовых случайных факторов, воздействующих на динамические системы;

умения:

- теоретические: использовать изученные методы расчёта, при разработке прикладных программ для задач различной предметной области;
- практические: уметь анализировать результаты расчетов, выявлять основные закономерности процессов и предлагать структурные решения и значения параметров, направленные на повышение эффективности разрабатываемых технических систем;

навыки:

- проведения прикладных расчетов (в том числе – динамических) объектов и систем, испытывающих случайные воздействия;
- анализа их результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-8.1
5	9	Раздел 1. Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании. 1.1 Виды случайных воздействий: случайные события, случайные величины, случайные процессы и случайные поля. Примеры. Связь случайности и неустойчивости. 1.2 Общие подходы к учету случайных воздействий. Понятие о спектральном подходе и имитационном моделировании. Решаемые задачи. 1.3. Генераторы случайных чисел в языках программирования и программных пакетах. Принципы реализации и требования.	6	2	2	4	5
5	9	Раздел 2. Моделирование случайных событий. 2.1. Моделирование опыта с двумя исходами. 2.2. Моделирование опыта с конечным и счетным числом исходов. 2.3 Оценка вероятности случайного события по результатам имитационного моделирования. Связь погрешности с числом испытаний. 2.4. Особенности программной реализации задач моделирования случайных событий. 2.5. Моделирование артиллерийской дуэли в разных постановках 2.6. Моделирование надежности сложной системы с дублированием с учетом отказов.	14	6	6	8	10
5	9	Раздел 3. Моделирование случайных величин. 3.1. Основные характеристики случайных величин. 3.2. Моделирование дискретных случайных величин. 3.3. Моделирование равномерно распределенных случайных величин. Определение числа n методом Монте-Карло. 3.4. Моделирование случайных величин, распределенных в ограниченном интервале. 3.5. Усеченное нормальное распределение. Моделирование поражения цели при стрельбе с отклонениями по двум осям. 3.6. Моделирование случайных величин по обратной функции распределения. 3.7. Экспоненциальное распределение. 3.8. Моделирование нормально распределенных случайных величин по алгоритму Марсалье. 3.9. Оценки математического ожидания, дисперсии, плотности вероятности и функции распределения случайных величин по результатам моделирования. 3.10. Моделирование динамики функционирования сложной системы с учетом времени отказов.	24	8	8	16	20
5	9	Раздел 4. Основные характеристики случайных процессов. 4.1. Математическое ожидание и дисперсия случайных процессов. 4.2. Автокорреляционная функция случайных процессов. 4.3. Стационарные и квазистационарные случайные процессы. Условия квазистационарности. Эргодические случайные процессы. 4.4. Примеры автокорреляционных функций: белый шум, морское волнение, дорожная неровность для различных типов дорог. 4.5. Спектральная плотность. Связь с автокорреляционной функцией. Случайный процесс как предельный случай полигармонической функции.	8	6	6	2	10
5	9	Раздел 5. Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии. 5.1. Комплексное представление гармонических колебаний. 5.2. Связь амплитуды воздействия с амплитудой колебаний линейной системы при гармоническом и полигармоническом воздействии. 5.3. Связь спектральной плотности параметров воздействия со спектральной плотностью параметров колебаний динамической системы при случайном нагружении. 5.4. Проблема определения предельных значений. 5.5. Расчет спектра виброускорений амортизируемого объекта по спектру перемещений основания. 5.6. Расчет спектра виброускорений автомобиля с линейной подвеской при движении по дороге с неровностями 5.7. Определение спектра виброускорений водителя с учетом податливости сиденья.	16	8	8	8	15
5	9	Раздел 6. Полигармоническое представление реализаций случайных процессов. 6.1. Понятие о реализации случайных процессов. Требования к реализациям. Эргодичность реализаций. 6.2. Полигармоническая аппроксимация энергетического спектра. Способы задания частот и определения амплитуд. 6.3. Программная реализация метода. 6.4. Проблема эргодичности при расчете систем с «острым» резонансом. Методы повышения точности. 6.5. Достоинства, недостатки и область применения метода. 6.6. Оценки статистических характеристик по результатам имитационного моделирования. 6.7. Расчет колебаний плоской панели в акустическом поле. 6.8. Реализация микропрофиля дорожной неровности полигармоническим методом и расчет плавности хода автомобиля.	15	5	5	10	10
5	9	Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования. Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования. 7.1. Представление реализации по методу скользящего суммирования. 7.2. Требования к шагу дискретизации и количеству точек. 7.3. Определение коэффициентов по автокорреляционной функции. 7.4. Определение коэффициентов по спектральной плотности. 7.5. Проблема переходного процесса. Способы решения. 7.6. Достоинства, недостатки и условия применения метода. 7.7. Построение реализаций микропрофиля дорожной неровности. 7.8. Расчет плавности хода автомобиля.	15	6	6	9	10
5	9	Раздел 8. Построение реализаций случайных процессов методом формирующего фильтра. 8.1. Принцип построения реализации по методу формирующего фильтра. 8.2. Алгоритм построения системы дифференциальных уравнений формирующего фильтра. 8.3. Уравнения формирующего фильтра для простейших выражений спектральной плотности. 8.4. Достоинства, недостатки и условия применения метода.	4	4	4	0	5
5	9	Раздел 9. Общие принципы имитационного моделирования функционирования подвижной военной техники в боевых условиях. 9.1. Общая характеристика и различные варианты постановки задачи. 9.2. Модели объекта 9.3. Модели выполнения боевой задачи 9.4. Модели внешних условий 9.5. Модели воздействия противника 9.6. Влияние отказов.	6	6	6	0	15
Всего за 9 семестр			108	51	51	57	100
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов

1	Раздел 1. Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании.	Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании	2
2	Раздел 2. Моделирование случайных событий.	Алгоритмы моделирования случайных событий. Оценка вероятности события по результатам моделирования и ее погрешность.	3
3		Решение задач на моделирование случайных событий	3
4	Раздел 3. Моделирование случайных величин.	Моделирование случайных величин с различными законами распределения	6
5		Оценки математического ожидания, дисперсии, плотности вероятности и функции распределения случайных величин по результатам моделирования.	2
6	Раздел 4. Основные характеристики случайных процессов.	Основные характеристики случайных процессов	6
7	Раздел 5. Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии.	Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии	6
8		Спектральная теория подрессорирования транспортных средств	2
9	Раздел 6. Полигармоническое представление реализаций случайных процессов.	Полигармоническое представление реализаций случайных процессов	5
10	Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования.	Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования	6
11	Раздел 8. Построение реализаций случайных процессов методом формирующего фильтра.	Построение реализаций случайных процессов методом формирующего фильтра	4
12	Раздел 9. Общие принципы имитационного моделирования функционирования подвижной военной техники в боевых условиях.	Общие принципы имитационного моделирования функционирования подвижной военной техники в боевых условиях	6
Всего за 9 семестр			51

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании.	Генераторы случайных чисел в языках программирования и программных пакетах. Принципы реализации и требования.	4
2	Раздел 2. Моделирование случайных событий.	Решение задач на моделирование случайных событий (артиллерийская дуэль, отказы в сложных системах с дублированием)	8
3		Определение числа π методом Монте-Карло.	4
4	Раздел 3. Моделирование случайных величин.	Моделирование поражения цели при стрельбе с отклонениями по двум осям.	4
5		Оценки математического ожидания, дисперсии, плотности вероятности и функции распределения случайных величин по результатам моделирования.	4
6		Моделирование динамики функционирования сложной системы с учетом времени отказов.	4
7		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
8	Раздел 4. Основные характеристики случайных процессов.	Подготовка к аудиторному практикуму	2
9		Расчет колебаний двухосных и многоосных автомобилей с использованием спектрального подхода	6

10	Раздел 6. Полигармоническое представление реализаций случайных процессов.	Расчет колебаний плоской панели в акустическом поле	5
11		Реализация микропрофиля дорожной неровности полигармоническим методом и расчет плавности хода автомобиля	5
12	Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования.	Реализация микропрофиля дорожной неровности методом скользящего суммирования и расчет плавности хода автомобиля	9
Всего за 9 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9			Задан	Задан	Задан	ДР				ДР		Задан		Задан		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Задан – задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Моделирование процессов и систем. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. . Моделирование систем и процессов. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. А. В. Петров. . Моделирование процессов и систем. СПб.: Лань, 2019, 30 экз.
4. А. С. Шалыгин, Ю. И. Палагин. . Моделирование случайных процессов и полей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 91 экз.
5. Б. Н. Белоусов, С. Д. Попов. . Колёсные транспортные средства особо большой грузоподъёмности. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006, эл. рес.
6. Б. П. Родин. . Спектральное разложение стационарного случайного процесса. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 70 экз.
7. В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
8. В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
9. М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев. . Моделирование систем транспортных средств. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, 15 экз.
10. М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев. . Моделирование систем транспортных средств. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
11. Ю. А. Корablёв. . 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

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

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - 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.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Matlab 2015a SP1.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-8.1 способность проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием событий и процессов при случайных воздействиях:

- 1) знакомство с видами случайных воздействий и их вероятностными характеристиками;
- 2) изучение различных методов имитации случайных событий и процессов, их достоинств, недостатков и областей применения;
- 3) изучение принципов решения динамических задач при случайных воздействиях.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании.		
Генераторы случайных чисел в языках программирования и программных пакетах. Принципы реализации и требования.	Ю. А. Кораблёв. . Имитационное моделирование: М.: КноРус, 2017 (1) В. П. Строгалёв, И. О. Толкачёва. . Имитационное моделирование: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Моделирование случайных событий.		
Решение задач на моделирование случайных событий (артиллерийская дуэль, отказы в сложных системах с дублированием)	. Моделирование процессов и систем: Москва: Юрайт, 2020 (2) А. В. Петров. . Моделирование процессов и систем: СПб.: Лань, 2019 (2)	8
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Моделирование случайных величин.		
Определение числа π методом Монте-Карло.	Ю. А. Кораблёв. . Имитационное моделирование: М.: КноРус, 2017 (4) . Моделирование систем и процессов: Москва: Юрайт, 2020 (3)	4
Моделирование поражения цели при стрельбе с отклонениями по двум осям.		4
Оценки математического ожидания, дисперсии, плотности вероятности и функции распределения случайных величин по результатам моделирования.		4
Моделирование динамики функционирования сложной системы с учетом времени отказов.		4
Итого по разделу 3		16
Раздел 4. Основные характеристики случайных процессов.		
Подготовка к аудиторному практикуму.	. Моделирование процессов и систем: Москва: Юрайт, 2020 (3) А. С. Шалыгин, Ю. И. Палагин. . Моделирование случайных процессов и полей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (2) В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1)	2
Итого по разделу 4		2

Раздел 5. Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии.		
Подготовка к аудиторному практикуму	М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев. . Моделирование систем транспортных средств: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2-4)	2
Расчет колебаний двухосных и многоосных автомобилей с использованием спектрального подхода	Б. П. Родин. . Спектральное разложение стационарного случайного процесса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2,3) М. М. Жилейкин, Г. О. Котиев. . Моделирование систем транспортных средств: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2-4)	6
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Полигармоническое представление реализаций случайных процессов.		
Расчет колебаний плоской панели в акустическом поле	. Моделирование процессов и систем: Москва: Юрайт, 2020 (5) В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2)	5
Реализация микропрофиля дорожной неровности полигармоническим методом и расчет плавности хода автомобиля		5
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования.		
Реализация микропрофиля дорожной неровности методом скользящего суммирования и расчет плавности хода автомобиля	А. С. Шальгин, Ю. И. Палагин. . Моделирование случайных процессов и полей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (4) В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2) . Моделирование процессов и систем: Москва: Юрайт, 2020 (5)	9
Итого по разделу 7		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- 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.

Вопросы к экзамену

Экзаменационные билеты, содержащие теоретический вопрос и задачу, входят в состав УМК дисциплины.

Задание

Выполнение заданий направлены на контроль усвоения учебного материала соответствующих разделов программы дисциплины.

Комплекты заданий представлены в УМК дисциплины.

Задания выполняются совместно группой. При необходимости преподаватель оказывает консультацию.

Задания считаются выполненными, если получен правильный результат.

Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Экзамен по дисциплине проходит в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета и решения задачи.

Критерии оценивания:

- отсутствие правильно решенной задачи и правильные ответы менее чем на 50% вопросов - оценка "неудовлетворительно";
- отсутствие правильно решенной задачи и правильные ответы на 50-75% вопросов - оценка «удовлетворительно»;
- отсутствие правильно решенной задачи и правильные ответы на 75-100% вопросов - оценка «хорошо»;
- правильно решенная задача - оценка "отлично".

Также возможно получение оценки «удовлетворительно» по дисциплине посредством сдачи теста. Для того необходимо ответить на более 50% вопросов теста.

Тестовое задание входит в состав УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-8.1	
5	9	Раздел 1. Общая характеристика случайных воздействий. Понятие об имитационном моделировании.	6	2	2	4	5	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 2. Моделирование случайных событий.	14	6	6	8	10	Вопросы к экзамену, Задание
5	9	Раздел 3. Моделирование случайных величин.	24	8	8	16	20	Вопросы к экзамену, Задание
5	9	Раздел 4. Основные характеристики случайных процессов.	8	6	6	2	10	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 5. Спектральный метод расчета динамики линейных систем при случайном воздействии.	16	8	8	8	15	Вопросы к экзамену, Задание
5	9	Раздел 6. Полигармоническое представление реализаций случайных процессов.	15	5	5	10	10	Вопросы к экзамену, Задание
5	9	Раздел 7. Построение реализаций случайных процессов методами скользящего суммирования.	15	6	6	9	10	Вопросы к экзамену, Задание
5	9	Раздел 8. Построение реализаций случайных процессов методом формирующего фильтра.	4	4	4	0	5	Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 9. Общие принципы имитационного моделирования функционирования подвижной военной техники в боевых условиях.	6	6	6	0	15	Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			108	51	51	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-8.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Как называется функция, значение которой в каждой точке является случайной величиной?
- № 2 Пусть вероятность случайного события равна p . Как сгенерировать случайное событие, используя генератор равномерно распределенных случайных чисел ($\text{rav}[0,1]$)?
- № 3 Какие преимущества имеет метод имитационного моделирования с разыгрыванием реализаций случайных процессов перед спектральным подходом при исследовании динамики систем при случайных воздействиях?
- № 4 Какая задача решается с использованием алгоритма Марсалье?
- № 5 Как называется случайная функция нескольких переменных
- № 6 Сколько раз при использовании метода генерации случайных величин, распределенных на ограниченном промежутке необходимо использовать генератор случайных чисел?
- № 7 Масштаб корреляции – это...
- № 8 Как можно сгенерировать случайную величину, имеющую экспоненциальное распределение?
- № 9 Какие преимущества имеет метод имитационного моделирования с разыгрыванием реализаций случайных процессов перед спектральным подходом при исследовании динамики систем при случайных воздействиях?
- № 10 Случайный процесс называется эргодическим если...

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Пусть k – число обращений к функции генерации случайного числа, равномерно распределенного на промежутке $[0,1]$, l – число возведений в квадрат, m – число сложений, p – число вычислений логарифма, q – число умножений и делений, r – число вычислений квадратного корня. Выберите правильное утверждение:
1. Алгоритм Марсалье позволяет получить решение за $2k+2l+m+p+3q+r$ операций
 2. Алгоритм Марсалье позволяет получить решение не более, чем за $4k+4l+2m+2p+4q+r$ операций
 3. Алгоритм Марсалье позволяет получить решение не более, чем за $6k+6l+3m+3p+5q+r$ операций
 4. Существует ненулевая вероятность того, что алгоритм Марсалье не позволит получить решение за сколь угодно большое число операций
- № 2

Пусть $F(x)$ – функция распределения случайной величины x , причем для этой функции существует аналитическое выражение обратной функции $F^{-1}(y)$. Какой из алгоритмов можно использовать в этом случае для генерации случайной величины x ?

1. $x_i = F^{-1}(\text{rav}[0,1[)$

2. $x_i = \frac{1}{F(\text{rav}[0,1[)$

3. $x_i = F^{-1}(2 * \text{rav}[0,1[-1)$

4. $x_i = 1 - F^{-1}(\text{rav}[0,1[)$

- № 3 Метод гистограмм позволяет на основе статистических испытаний приближенно воспроизвести...

1. Математическое ожидание случайной величины
2. Дисперсию случайной величины

3. Плотность вероятности случайной величины
4. Функцию распределения случайной величины
- № 4 Какие из алгоритмов моделирования случайных величин позволяют получить искомую величину за фиксированное число математических операций?
1. Алгоритм моделирования случайной величины, равномерно распределенной на ограниченном промежутке
 2. Алгоритм моделирования случайной величины, имеющей произвольное распределение на ограниченном промежутке
 3. Алгоритм моделирования случайной величины с использованием обратной функции распределения
 4. Алгоритм Марсалье
- № 5 Какая задача решается с использованием алгоритма Марсалье?
1. Моделирование случайной величины, имеющей произвольное распределение на ограниченном промежутке
 2. Моделирование случайной величины, имеющей произвольное распределение на неограниченном промежутке
 3. Моделирование случайной величины, имеющей нормальное распределение
 4. Моделирование случайной величины, имеющей усеченное нормальное распределение
- № 6 Как можно сгенерировать случайную величину, имеющую усеченное нормальное распределение?
1. Моделирование случайной величины, имеющей произвольное распределение на ограниченном промежутке
 2. Моделирование случайной величины, имеющей произвольное распределение на неограниченном промежутке
 3. Моделирование случайной величины, имеющей нормальное распределение
 4. Моделирование случайной величины, имеющей усеченное нормальное распределение
- № 7 Сколько раз при использовании метода генерации случайных величин, распределенных на ограниченном промежутке необходимо использовать генератор случайных чисел?
1. 1
 2. 2
 3. 2 или 4
 4. Четное число, значение которого априори неизвестно
- № 8 Проблема имитационного моделирования задач надежности военной техники являются:
1. Недостаток данных по надежности уникальных элементов и времени их безотказной работы
 2. Сложность корректного описания надежности элементов из-за неоднозначного их влияния друг на друга
 3. Необходимость проведения очень большого числа испытаний из-за малых значений вероятности отказов

4. Необходимость разработки новых алгоритмов для моделирования времени безотказной работы

№ 9

Дискретная случайная величина x принимает значения любого из натуральных чисел, причем вероятность выпадения каждого следующего значения – в 2 раза меньше, чем предыдущего. Чему равна вероятность того, что $x=1$?

1. $1/\sqrt{2}$

2. $1/2$

3. $1/3$

4. $1/4$

№ 10

Как можно сгенерировать случайную величину, имеющую экспоненциальное распределение?

1. Используя алгоритм Марсалье

2. Используя алгоритм, основанный на использовании обратной функции распределения

3. Используя метод моделирования случайных величин, распределенных на ограниченном промежутке

4. Используя метод гистограмм