

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
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	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

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

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Зюзликов Валерий Петрович, к.т.н., старший научный сотрудник, доцент

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

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

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Шерин Петр Алексеевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**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:

ПК-4 — Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-4**

*знания:*

на уровне представлений знать современные методы обработки результатов научно-исследовательской деятельности;  
на уровне воспроизведения знать основные соотношения, лежащие в основе методов;  
на уровне понимания знать особенности применения численных методов применительно к задачам проектирования;

*умения:*

теоретические: уметь работать с информационно-справочной литературой;  
практические: уметь обрабатывать и анализировать полученные результаты;  
уметь оформлять научные статьи и технические отчеты;

*навыки:*

выполнения экспериментальных исследований с обработкой результатов на базе теории математической статистики и теории вероятности;

визуализации данных и результатов обработки;

оформления патентов;

выполнения научно-исследовательских работ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УНИРС, ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ СТАРТЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 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	Лекции	Практические занятия		ПК-4
5	9	<b>Раздел 1. Введение. Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов.</b> 1.1. Научно-технический эксперимент. Испытания объектов из состава СК НБ, испытания специальных установок 1.2. Экспериментальные исследования на разных этапах жизненного цикла технических объектов. 1.3. Классификация экспериментов. 1.4. Физические величины и их измерения при испытаниях объектов из состава СК НБ и специальных установок: измерения ускорений, перемещений, относительных деформаций, газодинамических и акустических параметров. 1.5. Первичная и вторичная обработка результатов измерений. Этапы обработки. 1.6. Оценки измеряемых параметров. Погрешности оценок.	17	7	5	2	10	15
5	9	<b>Раздел 2. Законы распределения случайной величины.</b> 2.1. Основные характеристики случайных величин 2.2. Законы распределения, используемые при обработке экспериментальных данных и их параметры. Одномерные и двумерные распределения. 2.3. Свойства оценок. Оценка вероятности по частоте. Первичная и упорядоченная статистические совокупности. 2.4. Статистическая функция распределения. Гистограмма.	20	10	6	4	10	15
5	9	<b>Раздел 3. Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.</b> 3.1. Оценки истинного значения математического ожидания и дисперсии измеряемой величины. 3.2. Точечные оценки вероятности, функции распределения, плотности вероятности 3.3. Дисперсии оценок измеряемых величин. Размерности оценок. Оценки для неравноточных и косвенных измерений.	15	7	5	2	8	15
5	9	<b>Раздел 4. Интервальные оценки.</b> 4.1. Интервальные оценки истинного значения, дисперсии, вероятности 4.2. Доверительная вероятность, Доверительный интервал. 4.3. Вычисление доверительного интервала и доверительной вероятности для истинного значения измеряемой величины. 4.4. Доверительный интервал для дисперсии измеряемой величины. 4.5. Определение количества измерений для обеспечения заданного доверительного интервала с заданной доверительной вероятностью.	22	8	6	2	14	20
5	9	<b>Раздел 5. Проверка статистических гипотез.</b> 5.1. Нулевая и конкурирующая гипотезы. Статистический критерий. 5.2. Проверка гипотезы об истинном значении измеряемой величины. Уровень значимости. Мощность критерия. 5.3. Проверка гипотезы о соответствии гистограммы теоретической плотности распределения. Критерий согласия Пирсона. 5.4. Проверка гипотезы о соответствии наблюдаемой частоты гипотетической вероятности. 5.5. Проверка гипотез об отсутствии корреляции и о независимости результатов измерений. 5.6. Дисперсионный и регрессионный анализ.	19	9	6	3	10	20
5	9	<b>Раздел 6. Обработка результатов измерений случайных процессов.</b> 6.1. Классификация случайных процессов. Стационарные и эргодические случайные процессы 6.2. Статистические характеристики случайных процессов 6.3. Оценки математического ожидания, дисперсии 6.4. Оценки плотности вероятности, автокорреляционной функции и спектральной плотности мощности процесса в программной среде Matlab 6.5. Основы цифровой обработки (фильтрации) случайных процессов в программной среде Matlab.	15	10	6	4	5	15
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	51	34	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов.	Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов	2
2	Раздел 2. Законы распределения случайной величины.	Нормальный, равномерный, биномиальный законы распределения. Числовые характеристики законов распределения (начальный и центральный моменты, математическое ожидание и дисперсия)	4
3	Раздел 3. Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.	Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.	2
4	Раздел 4. Интервальные оценки.	Интервальные оценки	2
5	Раздел 5. Проверка статистических гипотез.	Проверка статистических гипотез	3
6	Раздел 6. Обработка результатов измерений случайных процессов.	Обработка результатов измерений случайных процессов	4
<b>Всего за 9 семестр</b>			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.3-1.6 по учебной литературе	10
2	Раздел 2. Законы распределения случайной величины.	Изучение дидактических единиц 2.3-2.4 по учебной литературе.	4
3		Подготовка к лабораторной работе	2
4		Оформление отчета по лабораторной работе	4
5	Раздел 3. Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.	Самостоятельное изучение дидактической единицы 3.3 по учебной литературе	3
6		Подготовка к лабораторной работе	2
7		Оформление отчета по лабораторной работе	3
8	Раздел 4. Интервальные оценки.	Подготовка к лабораторной работе	3
9		Оформление отчета по лабораторной работе	4
10		Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.3-4.5 по учебной литературе	7
11	Раздел 5. Проверка статистических гипотез.	Подготовка к лабораторной работе	3
12		Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.4-5.6 по учебной литературе	4
13		Оформление отчета по лабораторной работе	3
14	Раздел 6. Обработка результатов измерений случайных процессов.	Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.3 по учебной литературе	5
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			КВ		Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ЛР		КВ	ДР	Отч. по ЛР			Отч. по ЛР		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КВ – контрольные вопросы;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Оценка ошибок результатов измерений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
2. А. А. Васильев. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. А. А. Свешников. . Прикладные методы теории случайных функций. СПб.: Лань, 2020, 20 экз.
4. А. Г. Храмов. . Теория случайных процессов. СамараБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
5. А. П. Батрак. . Планирование и организация эксперимента. Красноярск: Изд-во СФУ, 2010, эл. рес.
6. В. А. Малугин. . Математическая статистика. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
7. В. Е. Гмурман. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
8. В. К. Жуков. . Метрология. Теория измерений. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
9. В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. . Организация эксперимента. Старый Оскол: ТНТ, 2021, эл. рес.
10. И.А. Стефанова. . Обработка данных и компьютерное моделирование. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
11. Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows;
3. Microsoft Office.

### 5.6. Информационные технологии:

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



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Прочее:**

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

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4 Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с статистическим анализом и решает следующие задачи:

- 1) изучение основных понятий статистического анализа;
- 2) получение навыков расчетов основных статистических характеристик результатов экспериментов;
- 3) формирование у студентов знаний, умений и навыков обработки экспериментальных данных/.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 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.
<b>Раздел 1. Введение. Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.3-1.6 по учебной литературе	В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. . Организация эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2021 (1) В. К. Жуков. . Метрология. Теория измерений: Москва: Юрайт, 2022 (1) А. П. Батрак. . Планирование и организация эксперимента: Красноярск: Изд-во СФУ, 2010 (1) В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. . Организация эксперимента: Старый Оскол: ТНТ, 2021 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Законы распределения случайной величины.</b>		
Изучение дидактических единиц 2.3-2.4 по учебной литературе.	Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (2)	4
Подготовка к лабораторной работе	А. А. Васильев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2020 (2-3)	2
Оформление отчета по лабораторной работе		4
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.</b>		
Самостоятельное изучение дидактической единицы 3.3 по учебной литературе	И.А. Стефанова. . Обработка данных и компьютерное моделирование: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (3)	3
Подготовка к лабораторной работе	. Оценка ошибок результатов измерений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2)	2
Оформление отчета по лабораторной работе		3
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Интервальные оценки.</b>		
Подготовка к лабораторной работе	В. А. Малугин. . Математическая статистика: Москва: Юрайт, 2021 (3)	3
Оформление отчета по лабораторной работе		4
Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.3-4.5 по учебной литературе	А. А. Васильев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2020 (4)	7
Итого по разделу 4		14
<b>Раздел 5. Проверка статистических гипотез.</b>		
Подготовка к лабораторной работе	Н. И. Сидняев. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (4)	3
Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.4-5.6 по учебной литературе	В. Е. Гмурман. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2022 (6)	4
Оформление отчета по лабораторной работе		3
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Обработка результатов измерений случайных процессов.</b>		
Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.3 по учебной литературе	А. А. Свешников. . Прикладные методы теории случайных функций: СПб.: Лань, 2020 (3) А. Г. Храмов. . Теория случайных процессов: СамараБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2-3)	5
Итого по разделу 6		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

### 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.

#### Контрольные вопросы

Контроль усвоения учебного материала разделов 1-3 проводится в форме ответов на контрольные вопросы.

Каждому студенту задается один вопрос по базовым понятиям курса, или основным закономерностям. Ответ должен быть дан без подготовки.

Опрос считается успешно пройденным, если студент дал верное по смыслу определение понятия; правильно записал формулу и перечислил входящие в нее величины.

Перечень контрольных вопросов имеется в УМК дисциплины

#### Вопросы к дифференцированному зачету

1. Научно-технический эксперимент. Классификация экспериментов.
2. Физические величины и их измерения. Этапы обработки.
3. Оценки измеряемых параметров. Погрешности оценок.
4. Основные характеристики случайных величин.
5. Законы распределения, используемые при обработке экспериментальных данных и их пара-метры. Одномерные и двумерные распределения.
6. Свойства оценок. Оценка вероятности по частоте. Первичная и упорядоченная статистические совокупности.
7. Статистическая функция распределения. Гистограмма.
8. Оценки истинного значения математического ожидания и дисперсии измеряемой величины.
9. Точечные оценки вероятности, функции распределения, плотности вероятности.
10. Дисперсии оценок измеряемых величин. Размерности оценок. Оценки для неравноточных и косвенных измерений.
11. Доверительная вероятность. Доверительный интервал.
12. Вычисление доверительного интервала и доверительной вероятности для истинного значения измеряемой величины.
13. Доверительный интервал для дисперсии измеряемой величины.
14. Определение количества измерений для обеспечения заданного доверительного интервала с заданной доверительной вероятностью.
15. Проверка гипотезы об истинном значении измеряемой величины. Уровень значимости. Мощность критерия.
16. Проверка гипотезы о соответствии гистограммы теоретической плотности распределения. Критерий согласия Пирсона.
17. Проверка гипотезы о соответствии наблюдаемой частоты гипотетической вероятности.
18. Проверка гипотез об отсутствии корреляции и о независимости результатов измерений.
19. Классификация случайных процессов. Стационарные и эргодические случайные процессы.
20. Статистические характеристики случайных процессов
21. Оценки математического ожидания, дисперсии, плотности вероятности, автокорреляционной функции и спектральной плотности мощности случайных процессов.

#### Отчет по ЛР

Лабораторные работы представляются на компьютере в пакете Matlab в виде расчетных формул и ответов. Студент допускается к защите, если искомые величины определены правильно с погрешностью не более 1%. Защита проходит в форме ответов на вопросы преподавателя (3 вопроса).

Лабораторная работа считается защищенной при правильных ответах не менее, чем на 2 вопроса.

#### Дифференцированный зачет

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

Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Уровень знаний студента оценивается полнотой ответа как на вопросы в билете, так и на дополнительные теоретические вопросы по данной дисциплине. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы:

- «зачтено-отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;
- «зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;
- «не зачтено» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК для дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-4	
5	9	Раздел 1. Введение. Научно-технические эксперименты и испытания в проектировании технических объектов.	17	7	5	2	10	15	Контрольные вопросы, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 2. Законы распределения случайной величины.	20	10	6	4	10	15	Отчет по ЛР, Контрольные вопросы, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 3. Точечные оценки статистических характеристик измеряемых величин. Свойства оценок.	15	7	5	2	8	15	Отчет по ЛР, Контрольные вопросы, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 4. Интервальные оценки.	22	8	6	2	14	20	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 5. Проверка статистических гипотез.	19	9	6	3	10	20	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 6. Обработка результатов измерений случайных процессов.	15	10	6	4	5	15	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

ПК-4 - Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Зарегистрированный процесс имеет размерность Па (давление). В каких единицах измеряется его спектральная плотность?

1.  $(\text{Па}^2)/\text{Гц}$
2.  $\text{Па}/\text{Гц}$
3.  $\text{Па} \cdot \text{Гц}$
4. Безразмерная физическая величина

- № 2 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставить формулы для определения параметров зарегистрированного процесса

Формула	Параметр
1. $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	А. Корреляционная функция
2. $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2}{n-1}}$	Б. Математическое ожидание
3. $\frac{1}{N-r} \cdot \sum_{n=1}^N x_n \cdot x_{n+r}$	В. Взаимная корреляционная функция
4. $\frac{\sum_{u=1}^N (x_u - \bar{x}) \cdot (y_u - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{u=1}^N (x_u - \bar{x})^2 \sum_{u=1}^N (y_u - \bar{y})^2}}$	Г. Дисперсия
5. $2 \cdot \Delta t \cdot \left[ R_0 + 2 \cdot \sum_{r=1}^{m-1} \left( R_r \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot r \cdot t}{f_c}\right) + R_m \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m \cdot t}{f_c}\right) \right) \right]$	Д. Среднее <u>квадратическое отклонение</u>
6. $\sigma_x^2$	Е. Спектральная плотность

- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Приведите в соответствие термины, описывающие обработку экспериментальных данных.

Термин	Определение
1. Полигармонический процесс	А. Процесс, сформированный в результате суммирования двух и более независимых гармонических процессов
2. Почти периодический процесс	Б. Процесс, который может быть описан функцией времени, точно повторяющей свои значения через одинаковые интервалы времени
3. Эргодический процесс	В. Вероятностная (статистическая) зависимость между величинами, не имеющая строгого функционального характера
4. Нестационарный случайный процесс	Г. Процесс, характеристики которого можно определить только осреднением мгновенных значений по ансамблю выборочных функций, формирующих процесс
5. Корреляция	Д. Стационарный процесс, для множества выборок которого $m_x$ и $R_x$ являются постоянными Е. Совокупность методов обнаружения зависимости между случайными процессами (величинами) или признаками.

- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Порядок инженерной методики обработки результатов экспериментальных данных. Запишите соответствующую последовательность действий слева направо.

1. Определение математического ожидания зарегистрированного процесса
2. Фильтрация зарегистрированного процесса в заданном диапазоне частот
3. Определение спектральной плотности зарегистрированного процесса
4. Определение автокорреляционной функции зарегистрированного процесса
5. Определение дисперсии зарегистрированного процесса

- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Описать определения спектральной плотности зарегистрированного процесса. Запишите соответствующую последовательность действий цифр направо.
1. Определение математического ожидания зарегистрированного процесса
  2. Нормировка случайного процесса
  3. Определение автокорреляционной функции нормированного процесса
  4. Определение спектральной плотности зарегистрированного процесса посредством быстрого преобразования Фурье.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В соответствии с каким нормативным документом происходит обработка результатов зарегистрированного процесса?
1. ГОСТ РВ 15.203-2001
  2. ГОСТ Р 51282-99
  3. ГОСТ РВ 0020-57.312-2019
  4. ОСТ 92-0994-75
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Зарегистрированный процесс имеет размерность  $m/c^2$  (ускорение). В каких единицах измеряется его автокорреляционная функция?
1.  $m/c^3$
  2.  $(m/c^2)^2$
  3.  $m/c^2$
  4. Безразмерная величина
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие функции Matlab выполняют фильтрацию зарегистрированного процесса?
1. butter
  2. power
  3. designfilt
  4. std
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие функции Matlab выполняют интегрирование зарегистрированного процесса?
1. cov
  2. mean
  3. trapz
  4. quad
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие функции Matlab выполняют вычисление корреляционных функций зарегистрированного процесса?
1. corr
  2. sum
  3. plot
  4. crosscorr
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Даны две взаимные корреляционные функции:  $R_{xy}$  и  $R_{yx}$ . Каким свойством обладают эти функции?
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Назовите обозначение функции Matlab, отвечающей за автоматическое проведение быстрого преобразования Фурье?