

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор  
Гоголинский К.В.

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
УСТРОЙСТВ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	12.03.01 «Приборостроение»
<b>Направленность (профиль):</b>	Приборы и методы контроля качества и диагностики
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	профессор Сясько В.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «12.03.01 «Приборостроение», утвержденного приказом Минобрнауки России № № 945 от 19.09.2017г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «12.03.01 «Приборостроение», направленность (профиль) «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

Составитель \_\_\_\_\_ Д.т.н. Сясько В.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры «Метрология, приборостроение и управление качеством» от 24.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д.т.н., проф. Гоголинский К.В.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению 12.03.01–«Приборостроение» по профилю «Приборы и методы контроля качества и диагностики», обучение проводится в седьмом семестре.

Общая трудоемкость дисциплины «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» по очной форме подготовки составляет 3 зачетные единицы или 108 часов.

Дисциплина реализуется на базе кафедры приборостроения Горного университета.

### 1.1. Цели и задачи дисциплины:

*Целью изучения дисциплины «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» является:*

- формирование знаний о современных методах и приборах природной среды, веществ, материалов и промышленных изделий, принципов, методов и средств измерений физических величин, а также особенностей проведения измерений при испытаниях и контроле.
- владеть методами оценки и обеспечения точности измерительных устройств;
- овладение навыками проведения исследований, обработки и представления экспериментальных данных;
- освоение теоретических основ обработки экспериментальных результатов контроля;
- умение выбирать структурные и принципиальные схемы устройств контроля, рассчитывать или выбирать рабочие режимы контроля;
- овладение навыками проектирования метрологического обеспечения устройств неразрушающего контроля и аттестации приборов и измерительных преобразователей.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

- знать физические основы взаимодействия физических полей с различными средами;
- уметь пользоваться методами оценки и обеспечения точности измерительных устройств;
- иметь общее представление об методах неразрушающего контроля;
- знать основные физические эффекты, используемые в методах неразрушающего контроля;
- знать основные элементы конструкций преобразователей;
- иметь представление о построении функциональных схем и устройстве аппаратуры неразрушающего контроля;
- иметь представление о вопросах методологии неразрушающего контроля и его метрологическом обеспечении;
- иметь представление об основных элементах интроскопии;
- иметь представление о месте неразрушающих методов среди остальных методов неразрушающего контроля, знать возможности и границы применимости.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «12.03.01 «Приборостроение» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» являются «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электроника и микропроцессорная техника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Системы автоматизированного проектирования и конструирования измерительных приборов».

Дисциплина «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Приборы и методы контроля состава материалов», «Организация технического контроля на производстве».

Особенностью дисциплины является приобретение базовых знаний, умений и навыков, необходимых для работы с измерительными преобразователями, программируемыми микроконтроллерами и цифровыми средствами измерений.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств» направлен на формирование следующих компетенций:

УК 2.1, УК 2.2, УК 8.1, ОПК 3.1, ПКС 1.1, ПКС 1.2, ПКС 4.1, ПКС 5.3, ПКС 6.1, ПКС 6.2.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<i>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</i>	УК-2	УК-2.1. В рамках цели проекта формулирует совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
<i>Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</i>	УК-8	УК-8.1. Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты
<i>Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в</i>	ОПК-3.	ОПК-3.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений
<i>Способность использовать системы стандартизации и сертификации при проектировании и эксплуатации контрольно-измерительных приборов и комплексов</i>	ПКС-1	ПКС-1.1. Использует системы стандартизации и сертификации при проектировании контрольно-измерительных приборов и комплексов ПКС-1.2. Использует системы стандартизации и сертификации при эксплуатации контрольно-измерительных приборов и комплексов
<i>Способность проводить проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием</i>	ПКС-4	ПКС-4.1. Проводит проектные расчеты конструкций приборов в соответствии с техническим заданием

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов контрольно-измерительных приборов и комплексов	ПКС-5	ПКС-5.3. Планирует процесс испытаний опытных образцов контрольно-измерительных приборов, систем и комплексов и оформляет результаты испытаний. Разрабатывает программы и методики испытаний в целях утверждения типа средств измерений
Способность разрабатывать методики сборки, юстировки контрольно-измерительных приборов и комплексов, а так же методики измерения и контроля изделий, узлов и деталей	ПКС-6	ПКС-6.1. Разрабатывает методики сборки, юстировки контрольно-измерительных приборов и комплексов. ПКС-6.2. Разрабатывает методики измерения и контроля параметров изделий, узлов и деталей. Проводит их метрологическую аттестацию

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>		
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)		
Расчетно-графическая работа (РГР)		
Реферат		
Подготовка к практическим занятиям		
Подготовка к лабораторным занятиям		
Подготовка к зачету / дифф. зачету		
<b>Промежуточная аттестация экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Вводная лекция	8	2	2	2	2
Раздел 2. Метрологические основы измерений и измерительных устройств	12	3	3	3	3
Раздел 3. Раздел 3. Характеристика измерительных приборов, инструментов и систем	17	4	4	4	5
Раздел 4. Характеристика точности и погрешностей измерительных устройств	8	2	2	2	2
Раздел 5. Методы оценки точности измерительных устройств	9	2	2	2	3
Раздел 6. Обеспечение и повышение точности измерительных устройств	18	4	4	4	6
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>21</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Вводная лекция	Место данной дисциплины в подготовке специалистов по направлению 12.03.01. Современные методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств в области неразрушающего контроля. Вклад российских ученых в этой области науки и техники.	1
2	Раздел 2. Метрологические основы измерений и измерительных устройств	Метрологические основы технических измерений. Метрологическое определение измерения и измеряемых величин. Методы и средства измерений. Классификация измерений. Параметры измеряемых сигналов. Единицы измеряемых физических величин. Погрешности измерений и измерительных приборов. Общие рекомендации по подбору средств измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование. Динамические характеристики СИ. Метрологические характеристики измерительных преобразователей. Метрологические характеристики однозначных	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>и многозначных мер. Метрологические характеристики аналоговых измерительных приборов. Метрологические характеристики цифровых измерительных приборов. Метрологическая надежность и выбор средств измерений. Изменение метрологических характеристик СИ в процессе эксплуатации. Выбор средства измерения. Понятие об испытании и контроле. Выбор прибора по метрологическим характеристикам.</p>	
3	Раздел 3. Характеристика измерительных приборов, инструментов и систем	<p>Виды средств измерений. Структурные элементы СИ. Классификация средств измерений. Характеристика цифровых измерительных устройств. Основные методы преобразования непрерывных величин в коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах. Основные технические характеристики цифровых измерительных устройств. Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). Качество измерительных приборов. Квантование в цифровых средствах измерений. Идеальное квантование, выбор разрядности цифровых средств измерений. Реальное квантование, статические составляющие погрешности цифровых средств измерений. Дискретизация в цифровых средствах измерений: общие положения. Идеальная дискретизация: спектральный подход. Идеальная дискретизация: временной подход. Реальная дискретизация: погрешность датирования. Устройства выборки/хранения. Многоточечные ИС с резистивными датчиками. Мультиплицированные ИС. Сканирующие системы для расшифровки графиков. Акустическая система для измерения координат графических изображений. Голографические измерительные системы. Системы для раздельного измерения взаимосвязанных величин с выделением нужного компонента. Многомерные ИС с раздельным измерением зависимых величин по методу составления и решения системы уравнений. Многомерные ИС с раздельным измерением зависимых величин по методу моделей. Аппроксимирующие ИС. Примеры реализации АИС. Особенности измерения статистических характеристик случайных процессов. Системы для измерения законов распределения вероятностей случайных процессов. Корреляционные измерительные системы. основные определения. методические погрешности. Корреляционные ИС с последовательным измерением коэффициентов корреляции. Корреляционные ИС с параллельным и параллельно-последовательным измерением коэффициентов корреляции. Корреляционные</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		ИС с измерением коэффициентов многочлена, аппроксимирующего корреляционную функцию. Методы измерения спектральной плотности случайных процессов. Характеристика измерительных систем. Характеристика виртуальных измерительных приборов. Характеристика измерительного инструмента. Характеристика калибров для контроля деталей: особенности измерительного инструмента и ГОСТы.	
4	Раздел 4. Характеристика точности и погрешностей измерительных устройств	Общая характеристика погрешности измерений. Виды погрешностей. Методы определения и учета погрешностей. Характеристики погрешностей СИ. Обнаружение грубых погрешностей. Причины возникновения и основные составляющие статических погрешностей. Методическая погрешность и погрешность взаимодействия. Концепция неопределенности измерений. Общая характеристика неопределенности измерений. Основные положения концепции неопределенности измерений. Сопоставление концепций погрешности и неопределенности измерений. Клас точности и инструментальная погрешность. Обработка результатов прямых измерений.	2
5	Раздел 5. Методы оценки точности измерительных устройств	Общая характеристика точности измерений и измерительных устройств. Метод максимума-минимума. Метод вероятностного анализа. Метод ситуационного моделирования. Определение суммарной погрешности устройства. Точность средств измерения и контроля. Обработка результатов измерений. Примеры обработки результатов измерений.	2
6	Раздел 6. Обеспечение и повышение точности измерительных устройств	Характеристика методов обеспечения и повышения точности измерительных устройств. Методы обеспечения и повышения точности на этапе проектирования измерительных устройств. Конструктивно-технологические методы. Структурные методы. Методы автоматической коррекции погрешностей. Методы комплексирования. Оптимизация значений параметров. Методы обеспечения и повышения точности при эксплуатации измерительных устройств. Замена средства измерений на более точное (приобретение или разработка специальных средств измерений). Ограничение условий применения средств измерений. Индивидуальная градуировка средства измерений. Выполнение многократных наблюдений с последующим усреднением их результатов. Автоматизация измерительных процедур. Внедрение способов контроля работоспособного состояния средств измерений в процессе их эксплуатации. Разработка или совершенствование методик выполнения измерений. Метод сравнения с мерой. Использование тестовых	4



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		сигналов. Метод обратного преобразования. Использование информационной избыточности. Расчет одновременных затрат на измерения технологических параметров. Экономическое обоснование мероприятий по обеспечению и повышению точности измерений. Примеры реализации методов обеспечения и повышения точности. Пример использования метода обратного преобразования для повышения точности измерительного усилителя. Пример использования информационной избыточности для повышения точности измерений расхода газа, потребляемого предприятием. Поверка средств измерений. Отнесение средства измерений к утверждению типа. Калибровка средства измерений. Поверительные клейма. Калибровочные клейма. Государственная поверочная схема.	

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Анализ и структура основных нормативных документов, регламентирующих точностные характеристики измерительных устройств и способы оценки их характеристик	2
2	Раздел 2	Анализ структуры погрешностей измерения ультразвуковых и электромагнитных толщиномеров. Анализ поверочных схем для измерительных средств неразрушающего контроля, разработка локальных поверочных схем	3
3	Раздел 3	Расчет коэффициентов передачи активных измерительных преобразователей, оценка мешающих параметров и чувствительности	4
4	Раздел 4	Сравнительные расчеты погрешностей и неопределенностей многопараметрических измерений. Составление схем интеллектуальных преобразователей на примере вихретоковых и оптических приборов	2
5	Раздел 5	Разработка схем тестирования измерительных преобразователей с использованием образцовых мер, оценка компенсации влияния мешающих параметров	2
6	Раздел 6	Разработка методики средств измерения	4
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Измерение линейных размеров с использованием механических средств измерения	2
2	Раздел 2	Исследование характеристик мер толщины для	3

		ультразвуковых толщиномеров и оценка их метрологических характеристик	
3	Раздел 3	Калибровка электромагнитного толщиномера Поверка твердомера металлов	4
4	Раздел 4	Исследование блескомера, составление бюджета и расчет неопределенности измерений с использованием мер блеска	2
5	Раздел 5	Производственные испытания твердомера по Шору и составление отчета о них	2
6	Раздел 6	Разработка методики измерений с использованием механических средств измерений и ее исследование с использованием эталонных мер	4
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

*Лекции*, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

*Практические занятия*. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

*Лабораторные работы*. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

*Консультации* (текущая консультация, накануне экзамена является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

*Самостоятельная работа обучающихся* направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Дайте развернутый ответ, на какие государственные цели направлено повышение уровня измерений, их точности, надежности и производительности?

2. Дайте развернутый ответ, какими службами контролируются и обеспечиваются единство измерений и их требуемое качество?

3. Дайте развернутый ответ, какими свойствами характеризуется современное оптическое приборостроение?

4. Дайте развернутый анализ понятия оптики нового класса. Приведите примеры, какие приборы и системы могут быть отнесены к оптике нового класса?
5. Дайте определение понятию «измерение».
6. Дайте определение понятию «метрология».
7. Дайте определение понятию «единство измерений».
8. Сформулируйте, в чем состоит метрологическая суть измерения?
9. Дайте развернутый сравнительный анализ признаков и различий понятий «оценивание» и «измерение»?
10. Дайте определение понятию «средство измерений». Перечислите средства измерений, которые знаете.
11. Дайте определение понятию «эталон». Приведите примеры эталонов физических единиц.
12. Дайте определение понятию «образцовые средства измерений».
13. Дайте определение понятию «рабочие средства измерений».
14. Дайте определение понятию «поверенный измерительный прибор».
15. Дайте определение понятию «точность результата измерения».
16. Дайте определение понятию «погрешность измерения».
17. Дайте определение понятиям «дополнительной», «абсолютной» и «относительной» погрешностей.
18. Перечислите случайные погрешности.
19. Назовите источники погрешностей, связанные с объектом. Приведите примеры.
20. Назовите источники погрешностей, связанные с прибором. Приведите примеры.
21. Назовите ошибки от нестабильности условий измерения.

## 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации экзамена

### 6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену по дисциплине «Методы оценки и обеспечения точности измерительных устройств»:

#### 1. Структура приборов включает следующие основные функциональные элементы:

1. Чувствительные элементы;
2. Передаточные элементы;
3. Средства отображения информации;
4. Чувствительные элементы, передаточные элементы, средства отображения информации
5. Только чувствительные элементы и средства отображения информации

#### 2. По методам измерения приборы не разделяются на приборы ...

прямого измерения;

косвенного измерения;

аналогового измерения;

цифрового измерения;

механического измерения.

#### 3. По совокупности физических явлений, на использовании которых основано измерение приборы не разделяются на.

механические;

оптические;

электрические;

пневматические;

лабораторные.

#### 4. По совокупности физических явлений, на использовании которых основано измерение приборы не разделяются на.

механические;

оптические;

электрические;  
пневматические;  
лабораторные.

**5. Обработка полученной при измерениях информации ведётся в приборе преимущественно с помощью...**

механических средств;  
оптических средств;  
электрических средств;  
пневматических средств;  
5.электронных средств.

**6. К основным требованиям, предъявляемым к приборам, не относится требование.**

точности выполнения заданных функций;  
высокой надёжности и технологичности механизма;  
экономичности изготовления, содержания и эксплуатации;  
эстетичности

повышенных габаритов приборов

**7. По точности передачи информации приборы не классифицируются на...**

приборы технической точности;  
приборы высокой точности;  
приборы сверхвысокой точности;  
приборы промышленной точности;  
ни один из перечисленных.

**8. Математическая модель это**

то, что связывает функциональные свойства конструкции с обобщёнными физическими факторами, свойствами и закономерностями;

формализованное количественно описание объекта в виде математических выражений посредством математических символов и критериев;

упрощённое изображение объекта с позиций его назначения.

алгоритмы обработки измерительной информации;

критерии работоспособности и расчёта

**9. Точность это:**

величина, обратная погрешности измерения;

степень приближения оценённого значения к идеальному;

3.разница между расчётным и измеренным значением;

4.то, что обеспечивает функциональность;

5. абсолютность решения.

**10. Какие понятия используются для оценки точности интеллектуальных средств измерений?**

Среднее значение;

Среднеквадратичное отклонение;

Коэффициент вариации, доверительные интервалы;

Дисперсия;

5.Информативность, неопределённость, оценённое значение измеряемой величины.

**11. Информативность оцениваемого диагностического параметра характеризуется**

1. Первой производной диагностического параметра по параметру состояния объекта диагностирования;

2.Числом квантований диагностической шкалы;

3. Количеством получаемой при измерении информации;

4. Абсолютной погрешностью измерения параметра состояния;

5.Всеми перечисленными показателями

**12. Погрешности измерений, связанные со значением измеряемой величины или скоростью её изменения в процессе измерения, вызываются помехами...**

1. Аддитивными;
2. Мультипликативными;
3. Случайными;
4. Систематическими;
5. Не существенными

**13. Характеристиками погрешностей приборов являются:**

1. Порог реагирования ;
2. Вариация показаний;
3. Разрешающая способность;
4. Стабильность нуля;
5. Всё вышеперечисленное

**14. Размерной цепью называется**

1. Операция последовательного измерения параметров изделия;
2. Совокупность размеров, расположенных в определённой последовательности по замкнутому контуру
3. Конструктивный элемент цепной передачи;
4. Совокупность произвольно поставленных размеров;
5. Ни одно из перечисленных.

**15. Средства отображения информации приборов предназначены для...**

измерения физической величины;  
преобразования сигнала в воспринимаемую человеком форму;  
демонстрации шкалы прибора;  
снятия неопределённости в значении физической величины;  
отражения информации о характеристиках прибора.

**16. Абсолютная погрешность отсчёта зависит**

1. от погрешности снятия отсчёта, погрешности механизмов приборов и неустойчивости измеряемого параметра;
2. только от погрешности снятия отсчёта;
3. только от погрешности механизмов приборов;
4. только от неустойчивости измеряемого параметра;
5. от цены деления прибора

**17. Лабораторные приборы имеют классы точности**

1. от 0,005 до 0,5;
2. от 0,05 до 0,5;
3. от 0,5 до 6;
4. от 0,005 до 0,05;
5. от 0,05 до 1,0.

**18. Класс точности прибора определяет**

1. его допускаемую абсолютную погрешность;
2. его допускаемую относительную погрешность
3. его стоимость;
4. габариты прибора;
5. среднюю абсолютную погрешность измерений

**19. Абсолютная погрешность снятия отсчёта примерно равна**

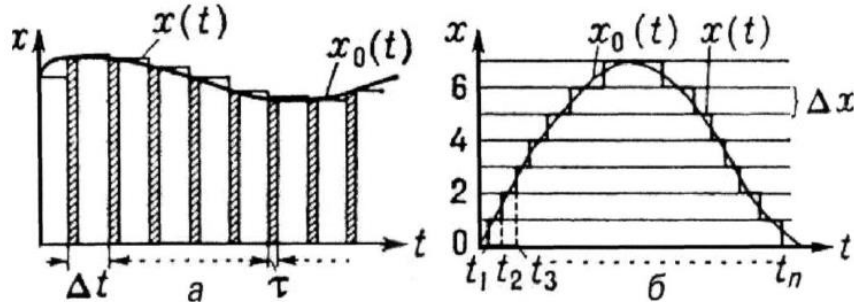
1. цене деления прибора;
2. половине цены деления прибора;
3. двойной цене деления прибора;
4. утроенной цене деления прибора;
5. десятой части цены деления прибора;

**20. Что такое квантование сигнала?**

- А. Преобразование аналогового сигнала в цифровой.
- Б. Преобразование цифрового сигнала в аналоговый.

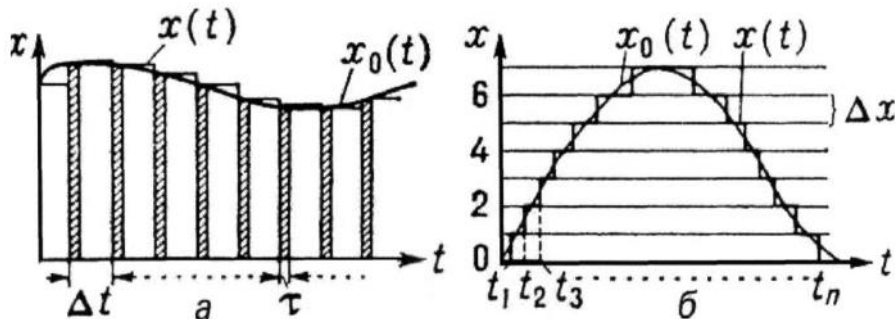
В. Процесс разбивки информационного сигнала на элементарные его части.

**21. На рисунке показано квантование сигнала по времени:**



1. позиция «а»;
2. позиция «б»;
3. позиции «а» и «б»;
4. на рисунке не показано квантование;
5. на рисунке показано интегрирование сигнала.

**22. На рисунке показано квантование сигнала по уровню:**



1. позиции «а» и «б»;
2. позиция «а»;
3. позиция «б»;
4. на рисунках показано суммирование сигналов;
5. на рисунке не показано квантование.

**23. Чем меньше шаг квантования сигнала:**

1. тем с большей точностью можно передать результирующий информативный сигнал;
2. тем с меньшей точностью можно передать результирующий информативный сигнал;
3. тем стабильней можно передать результирующий информативный сигнал;
4. тем меньше помехозащищённость результирующего информативного сигнала;
5. тем меньше по амплитуде результирующий сигнал.

**24. При передаче дискретных сигналов они всегда передаются с некоторой ошибкой - вне зависимости от чувствительности аппаратуры. Эта ошибка называется:**

1. промахом;
2. пределом квантования;
3. относительной погрешностью;
4. абсолютной погрешностью.
5. шумом квантования

**25. Измерительная информация это:**

1. результат измерений, представляемый в явном виде, и эта информация сохраняется как некая совокупность полученных знаний и сведений, используется в расчётах;
2. результат измерений, вычислений различными приборами, механизмами, компьютерами и т.д. представляемый в неявном виде и применяющийся для управления различными процессами во всех возможных областях деятельности человека;
3. информация, получаемая с помощью аналоговых приборов;
4. информация, получаемая с помощью цифровых приборов;
5. информация, полученная с помощью визуального вида получения информации.

## **26. Управляющая информация это:**

1. Результат измерений, вычислений, различными приборами, механизмами, компьютерами и т.д. представляемый в неявном виде и применяющийся для управления различными процессами во всех возможных областях деятельности человека;
2. результат измерений, представляемый в явном виде, и эта информация сохраняется как некая совокупность полученных знаний и сведений, используется в расчётах;
3. информация, получаемая с помощью аналоговых приборов;
4. информация, получаемая с помощью цифровых приборов;
5. информация, полученная с помощью визуального вида получения информации.

## **27. Единичные показатели:**

1. показатели, относящиеся только к одному свойству изделия;
2. это комплексные показатели, составленные из наиболее важного для каждого конкретного типа изделий показателей качества
3. показатели, обобщающие несколько единичных характеристик или базирующиеся на них,
4. это свойство продукции, обуславливающее её пригодность быть представленной на рынке;
5. таких показателей качества нет.

## **28. Комплексные показатели:**

1. имеют другое название - базовые показатели;
2. это комплексные показатели, составленные из наиболее важного для каждого конкретного типа изделий показателей качества
3. показатели, относящиеся только к одному свойству изделия;
4. это комплексные показатели, составленные из наиболее важного для каждого конкретного типа изделий показателей качества
5. показатели, обобщающие несколько единичных характеристик или базирующиеся на них;

## **29. Базовые показатели:**

1. комплексные показатели изделий, аналогичных исследуемым, изготовленные ранее из других материалов или по другой технологии.
2. это комплексные показатели, составленные из наиболее важного для каждого конкретного типа изделий показателей качества
3. показатели, относящиеся только к одному свойству изделия;
4. показатели, обобщающие несколько единичных характеристик или базирующиеся на них;
5. таких показателей качества нет.

## **30. Обобщенные показатели качества:**

1. это комплексные показатели, составленные из наиболее важного для каждого конкретного типа изделий показателей качества;
2. показатели, относящиеся только к одному свойству изделия;
3. показатели, обобщающие несколько единичных характеристик или базирующиеся на них,
4. это комплексные показатели, составленные из показателей качества импортных изделий аналогичного назначения.
5. таких показателей качества нет.

## **31. К неразрушающим методам контроля относятся методы:**

1. при применении которых, о качестве продукции судят по её внешнему виду;
2. применение которых не предусматривает использование каких-либо реактивов, компонентов или иных одноразовых, т.е. разрушающихся в процессе исследования материалов;
3. применение которых не нарушает пригодность продукции к ее использованию по назначению;
4. в процессе применения которых не требуется контакт датчика прибора с ОК;
5. таких методов нет.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Основная литература

1. Потапов А.И., Сясько В.А. Неразрушающие методы и средства контроля толщины покрытий и изделий. /Научное, методическое, справочное пособие. СПб.: Гуманистика, 2009. – 904 с.
2. Потапов А.И. Сясько В.А., Пугачев А.А. Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий. Учеб. пособие. – СПб.: Политехника-принт. 2018. – 400 с.
3. Кошечая И. П., Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / И. П. Кошечая, А. А.Канке. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. – 416 с.
4. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учеб. пособие / М. Я. Марусина, В. Л. Ткалич, Е. А. Воронцов, Н. Д. Скалецкая. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 164 с.
5. Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: АСМС, 2018.
6. Р 50.2.038–2004. ГСОЕИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. Введены с 01.01.2005. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2013, 20 с.
7. Руководство по выражению неопределенности измерения / пер. с англ. под ред. В.А. Слаева. СПб.: ВНИИМ, 1999.
8. ГОСТ 8.401-80. ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.



9. ГОСТ Р 54 500.3–2011. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности. Введен с 01.10.2012. М.: Стандартиформ, 2012. 16 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

10. Методы акустического контроля металлов/под ред. Н.П. Алешина. -М.: Машиностроение,1989.

11. Потапов. А. И. Контроль качества и прогнозирование надежности конструкций из композиционных материалов. - Л.: Машиностроение, 1980.

12. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справ. / под ред. В.В.Клюева. - М.: Машиностроение, 1976.

13. Неразрушающий контроль металлов и изделий: справ. /под ред. Г.С. Самойловича. - М.: Машиностроение, 1976.

14. Неразрушающий контроль: в 5 кн./под ред. В.В. Сухорукова. -М.: Высш.шк., 1992.

15. Неразрушающий контроль: справочник: в 7 т./под общ. ред. В.В. Клюева. -М.: Машиностроение, 2003.

16. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ Под ред. В. В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1995. - 488 с.

17. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: Справочник. - В 2-х кн.; Кн.2/ Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с.

## **7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

операционные системы Microsoft Windows;

стандартные офисные программы Microsoft Office и OpenOffice; Math Soft Apps; MatLab 6.5;

пакет обучающих программ к виртуальным лабораторным работам LabWorks Supervisor Workplace 1.2;

портал «Г уманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>;

федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;

федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

## **7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

электронная база данных учебно-методической литературы кафедры «Приборостроение»;

электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, на внутри сетевом сервере <http://www.spmi.ru/>;

научная Электронная Библиотека [http://www.e-library.ru](http://www.e-library.ru;);

информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>);

рекомендуемые поисковые системы

<http://www.yandex.ru/>, <http://www.google.ru/>,

<http://www.google.com/> и др.

<http://www.ndt.ru/>

<http://www.ndt-is.ru>

<http://www.ronktd.ru/>

<http://www.prometeyndt.ru/>

<http://www.td-luch.ru>

<http://www.npp-is.ru>

<http://www.td.ru>

<http://www.mirndt.ru/>

<http://www.tehnoprogress.ru/expert.ndi.html>

<http://www.mikroakustika.ru/>

<http://www.avek.ru/>  
<http://www.turbocontrol.ru/>  
<http://www.ntnk.ru/>  
<http://www.tek-know.ru/k.html>  
<http://www.techno-ndt.ru/>  
<http://www.interpribor.ru/>  
<http://www.diapac.ru/>  
<http://www.niijn.ru/>  
<http://diaworld.ru/>  
<http://termolab.ru/>  
<http://www.tehastor.ru/>  
<http://www.zaodicon.ru/>  
<http://www.shop.iscgroup.ru/>  
<http://ncontrol.ru/>  
<http://www.spektr-ksk.ru/>  
<http://www.introtest.com/>  
<http://www.condtrol.com/>  
<http://www.sonatest.ru/>  
<http://ndt.nm.ru/>  
<http://www.ndt-market.com/>  
<http://ndt.by.ru/>  
<http://www.twirpx.com/downloads.special.fopi.html>  
<http://iit.ftk.spbstu.ru/predmet/p-fizosnoi.php> •

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

Лаборатория неразрушающих методов контроля кафедры «Приборостроение».

Компьютерный класс для работы с электронными изданиями вуза, с выходом в Интернет, оборудованный необходимым количеством рабочих мест и доступностью к сетям Internet не менее 10 час./нед.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Общие рекомендации**

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Для студентов очной формы обучения практическому занятию и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы и срокам сдачи заданий или прохождения тестирования. Студенты очно-заочной и заочной форм обучения работают в соответствии с временным режимом, установленным преподавателем. Информация о временном графике работ сообщается преподавателем на установочной лекции и приводится в соответствующих методических указаниях по курсу.

В качестве оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации рекомендуется использовать тестовые задания.

### **9.2. Методические рекомендации для преподавателей**

Преподавание дисциплины базируется на практико-ориентированном подходе. Методика преподавания дисциплины направлена на организацию систематической планомерной работы студента в течение семестра независимо от формы его обучения. В связи с этим следует обратить внимание на особую значимость организаторской составляющей профессиональной деятельности преподавателя.

Основная работа со студентами очной формы обучения проводится на аудиторных лекциях и лабораторных занятиях. Лекционный курс включает установочные, проблемные, обзорные лекции. Интерактивность лекционного курса обеспечивается оперативным опросом или тестированием в конце занятия. Широко применяются методы диалога, собеседований и дискуссий в ходе лекции. Проблемное обучение базируется на примерах из истории науки. Самостоятельная работа студентов всех форм обучения организуется на учебном сайте университета. Учебные материалы, отражающие основные положения теоретических основ и практические методы дисциплины, в модульно-структурированном формате размещены на учебном сайте университета в программной среде MOODLE. Лабораторный практикум построен с целью ознакомления студентов с методами научных исследований, привития им навыков научного экспериментирования, творческого исследовательского подхода к изучению предмета, логического мышления.

### **9.3. Методические рекомендации для студентов**

Освоение программы учебной дисциплины предусматривает достижение определенных компетенций. Это означает, что каждая тема программы должна быть освоена на уровне практических умений. Освоение теоретического материала дисциплины предусматривает работу с учебниками и учебными пособиями, а также использование современных информационных технологий.

**Работа на учебном сайте.** Учебно-методические материалы, необходимые для изучения данной дисциплины студентам всех форм обучения размещаются на специальном сайте.

Работать на учебном сайте следует систематически, соблюдая временной график, указанный преподавателем.

**Работа с книгой.** Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные формулировки, новые незнакомые термины и названия, выводы и т.п. *Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы.* Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной Модуль не усвоен, переходить к изучению новых модулей не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением тестовых заданий по модулям для закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

**Консультации.** Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя в режиме делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя, заочные консультации (посредством электронной почты или через форум учебного сайта).