


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета информационных  
технологий  
 И.А. Рычка  
«01» 12 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Метрология и измерительная техника»**

направление:  
27.03.04 «Управление в технических системах»  
(уровень бакалавриата)

Петропавловск-Камчатский  
2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления 27.03.04 «Управление в технических системах»

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ТМО



---

к.т.н., доц. А.В. Костенко

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование» «23» ноября 2021 г. протокол № 3

Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», к.т.н., доцент

«23» ноября 2021 г.



---

А. В. Костенко

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** изучения дисциплины «Метрология и измерительная техника» является ознакомить студентов с методами и средствами электрических измерений, устройством и принципом действия электромеханических, электронных и цифровых измерительных приборов, научить оценивать погрешности измерений.

Основными **задачами** дисциплины является:

- познакомить обучающихся с устройством и принципом действия приборов для измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин, их метрологическими характеристиками и областями применения;
- научить проводить выбор метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения.
- усвоение основных положений теоретической и практической метрологии как инструмента научных исследований и практической деятельности.

В результате изучения дисциплины студент *должен*:

**знать:**

- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по стандартизации, сертификации, метрологии и управлению качеством;
- систему государственного надзора и контроля, межведомственного и ведомственного контроля за качеством, стандартами, техническими регламентами и единством измерений;
- основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений;
- организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений, методики выполнения измерений;

**уметь:**

- использовать технические средства для измерения различных физических величин;
- применять технологию разработки и аттестации методик выполнения измерений, испытаний и контроля;
- пользоваться методами и средствами поверки (калибровки) средств измерения, правилами проведения метрологической и нормативной экспертизы документации,

**владеть:**

- навыками работы с нормативной документацией по метрологии и измерительной техники;
- компьютерными технологиями для планирования и проведения работ по стандартизации, сертификации и метрологии.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

ОПК-1 способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1	Способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ИД-1опк-1 Знает основные задачи профессиональной деятельности. ИД-2опк-1 Умеет использовать методы анализа задач профессиональной деятельности. ИД-3опк-1 Владеет навыками работы с положениями, методами, а также опирается на законы профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> – организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений, методики выполнения измерений; – основные закономерности измерений, влияние качества измерений на качество конечных результатов метрологической деятельности, методов и средств обеспечения единства измерений; – законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по стандартизации, сертификации, метрологии и управлению качеством; – систему государственного надзора и контроля, межведомственного и ведомственного контроля за качеством, стандартами, техническими регламентами и единством измерений;	З(ОПК-1)1  З(ОПК-1)2  З(ОПК-1)3 З(ОПК-1)4
			<b>Уметь:</b> – использовать технические средства для измерения различных физических величин; – пользоваться методами и средствами поверки (калибровки) средств измерения, правилами проведения метрологической и нормативной экспертизы документации – применять технологию разработки и аттестации методик выполнения измерений, испытаний и контроля	У(ОПК-1)1  У(ОПК-1)2  У(ОПК-1)3
			<b>Владеть:</b> – компьютерными технологиями для планирования и проведения работ по стандартизации, сертификации и метрологии. – навыками работы с нормативной документацией	В(ОПК-1)1  В(ОПК-1)2

### 3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Метрология и измерительная техника» относится к обязательной части в структуре образовательной программы.

Современный уровень развития предприятий характеризуется высокой скоростью протекания процессов. Количество измеряемых параметров многократно возрастает. Надежность средств измерений во многих случаях определяет надежность машин и агрегатов.

Без достоверных значений параметров и автоматического контроля за этими значениями в большинстве случаев нельзя управлять процессом или агрегатом, без средств измерения невозможна автоматизация. Особенно большое значение приобретают вопросы получения достоверных значений измеряемых параметров в связи с задачами комплексной автоматизации технологических процессов и более эффективного использования производственного потенциала.

Решение этих задач требует анализа процессов и их технико-экономических показателей, а для этого нужны надежные и точные средства измерений.

Надежность средств измерения и информационно-измерительных систем во многих случаях определяет надежность машины в целом.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины «Метрология и измерительная техника» завершается сдачей экзамена в пятом семестре.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Тематический план дисциплины

ОФО

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
<b>Раздел 1. Метрология</b>	<b>73</b>	<b>35</b>	<b>17</b>		<b>18</b>	<b>38</b>	
Тема 1.1. Введение. Определение метрологии как науки. Основные термины и понятия метрологии.	10	4	2		2	6	Собеседование, Экзамен
Тема 1.2. Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ). Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.	13	6	3		3	7	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 1.3. Элементы теории качества измерений	11	5	2		3	6	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 1.4. Основы обработки результатов измерений.	17	10	4		6	7	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 1.5. Основы метрологического обеспечения	12	6	4		2	6	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 1.6. Правовые основы обеспечения единства измерений.	10	4	2		2	6	Практикум, Собеседование, Экзамен
<b>Раздел 2. Измерительная техника</b>	<b>71</b>	<b>33</b>	<b>17</b>		<b>16</b>	<b>38</b>	
Тема 2.1. Основные универсальные средства измерений	8	3	2		1	5	Собеседование, Экзамен
Тема 2.2. Измерение шероховатости поверхностей	7	3	1		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.3. Измерительные системы, измерительно-вычислительные комплексы, измерительные информационные системы	8	3	2		1	5	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.4. Сигналы измерительной информации	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.5. Измерение расхода жидкостей и газов	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.6. Средства измерения электрических величин: измерения электрического тока и напряжения	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.7. Измерение неэлектрических величин	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.8. Измерение температуры	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.9. Приборы для измерения давления	8	4	2		2	4	Практикум, Собеседование, Экзамен
Экзамен	<b>36</b>						Экзамен
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>68</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>76</b>	

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
<b>Раздел 1. Метрология</b>	<b>86</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>78</b>	
Тема 1.1. Введение. Определение метрологии как науки. Основные термины и понятия метрологии. Тема 1.2. Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ). Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин. Тема 1.3. Элементы теории качества измерений	44	4	2	2		40	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 1.4. Основы обработки результатов измерений. Тема 1.5. Основы метрологического обеспечения Тема 1.6. Правовые основы обеспечения единства измерений.	42	4	2	2		38	Практикум, Собеседование, Экзамен
<b>Раздел 2. Измерительная техника</b>	<b>85</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>77</b>	
Тема 2.1. Основные универсальные средства измерений Тема 2.2. Измерение шероховатости поверхностей Тема 2.3. Измерительные системы, измерительно-вычислительные комплексы, измерительные информационные системы Тема 2.4. Сигналы измерительной информации	44	4	2	2		40	Практикум, Собеседование, Экзамен
Тема 2.5. Измерение расхода жидкостей и газов Тема 2.6. Средства измерения электрических величин: измерения электрического тока и напряжения Тема 2.7. Измерение неэлектрических величин Тема 2.8. Измерение температуры Тема 2.9. Приборы для измерения давления	41	4	2	2		37	Практикум, Собеседование, Экзамен
Экзамен	9						Экзамен
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>155</b>	

#### 4.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2	ИТОГО часов
Лекционные занятия	17	17	34
Лабораторные занятия	18	16	34
Самостоятельная работа	38	38	76
Экзамен			36
<b>Итого</b>			<b>180</b>

### **4.3. Описание содержания дисциплины**

#### **Раздел 1. Метрология**

*Тема 1.1. Введение. Определение метрологии как науки. Основные термины и понятия метрологии.*

История развития метрологии. Укрепление международных, региональных и национальных связей и их значение в развитии науки, техники и технологии.

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений.

Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины

*Тема 1.2. Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ). Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.*

Классификация СИ. Метрологические характеристики СИ. Классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения).

Принципы разделения величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц.

Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

*Тема 1.3. Элементы теории качества измерений*

Основные источники погрешностей: несовершенство СИ (погрешность воспроизведения размера единицы измеряемой величины и инерционные свойства); отклонения условий измерения от номинальных, несовершенство метода измерения.

Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультипликативные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные погрешности.

Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

*Тема 1.4. Основы обработки результатов измерений.*

Формы представления результатов измерений. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины.

Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений.

Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений.

*Тема 1.5. Основы метрологического обеспечения*

Понятие метрологического обеспечения единства измерений. Воспроизведение и передача размеров единиц физических величин.

Научные организационные и технические основы метрологического обеспечения контроля качества. Установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров (величин) и норм точности измерений.

Метрологическая поверка и калибровка СИ. Метрологическая аттестация СИ.

Метрологическая экспертиза проектов нормативно-технической, конструкторской и технологической документации. Экономические проблемы метрологического обеспечения.

Разработка и аттестация методик выполнения измерений. Установление номенклатуры средств измерений. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений.

*Тема 1.6. Правовые основы обеспечения единства измерений.*

Основные понятия, используемые в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений": метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений.

Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора. Важнейшие нормативные документы по метрологии и метрологическому обеспечению.

Лабораторные и практические работы проводятся в соответствии с «Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для студентов по направлению подготовки «Управление в технических системах» очной и заочной форм обучения. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014

*Лабораторная работа № 1. Выбор средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Поверка мерительного инструмента.*

*Лабораторная работа № 2. Классы точности средств измерений*

*Лабораторная работа № 3. Обработка результатов многократных измерений*

*Лабораторная работа № 4. Исключение грубых погрешностей*

*Лабораторная работа № 5. Обработка прямых однократных измерений*

*Лабораторная работа № 6. Обработка косвенных измерений*

*СРС по разделу 1 – 38 часов.*

Углубленное изучение лекционного материала, темы 1.1 – 1.6.

## **Раздел 2. Измерительная техника**

*Тема 2.1. Основные универсальные средства измерений*

Измерения геометрических размеров. Размерный контроль в машиностроении.

Механические измерительные средства общего назначения: штангенинструменты, микрометрические инструменты. Оптикомеханические, пневматические, фотоэлектрические приборы для измерения линейных величин. Принципы действия, конструктивные особенности и области применения. Метрологические характеристики.

*Тема 2.2. Измерение шероховатости поверхностей*

Профилографы, профилометры. Контактные и бесконтактные методы измерения профиля. Интерферометры.

*Тема 2.3. Измерительные системы, измерительно-вычислительные комплексы, измерительные информационные системы*

Общая классификация. Структурные схемы.

*Тема 2.4. Сигналы измерительной информации*

Классификация измерительных сигналов (по характеру измерения информативного и временного параметров; по характеру измерения во времени; по степени наличия информации).

Математические модели элементарных измерений сигналов: постоянные; единичная функция; дельта функция; гармонический сигнал. Математические модели сложных измерительных сигналов: прямоугольные импульсы; линейный знакопеременный; однополярный линейно изменяющийся; модулированные сигналы (частота и фазовая модуляция).

Квантование и дискретизация измерительных сигналов. Интегральные параметры периодических сигналов: амплитудное, среднее, средневыпрямленное, среднее квадратичное; коэффициент формы.

*Тема 2.5. Измерение расхода жидкостей и газов*

Измерители расходов. Типы расходомеров, принципы действия.



Расходомеры переменного перепада давления: диафрагмы, сопла, расходомеры Вентури. Расчет сужающих устройств. Определение погрешности измерения. Расходомеры переменного уровня, ротаметры, тахометрические расходомеры и счетчики количества. Бесконтактная расходомерия, индукционные расходомеры. Области применения различных типов расходомеров. Метрологические характеристики.

*Тема 2.6. Средства измерения электрических величин: измерения электрического тока и напряжения*

Измерения параметров элементов электрических цепей (метод вольтметра-амперметра, метод непосредственной оценки). Измерение частоты электромагнитных колебаний. Измерение фазового сдвига.

*Тема 2.7. Измерение неэлектрических величин*

Генераторные измерительные преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Параметрические измерительные преобразователи. Индуктивные преобразователи.

*Тема 2.8. Измерение температуры*

Температурные шкалы. Средства измерения температуры: классификация. Термометры расширения: принцип действия; общая классификация. Термометры сопротивления. Термоэлектрические термометры. Пирометры

*Тема 2.9. Приборы для измерения давления*

Классификация по принципу действия, роду измеряемой величины, метрологическим характеристикам. Жидкостные манометры и дифференциальные манометры. Механические приборы: пружинные, мембранные и сильфонные. Грузопоршневые манометры, тарировочные прессы.

Измерения в нестационарных режимах. Электрические преобразователи давления. Параметрические преобразователи: емкостные, индуктивные, сопротивления, полупроводниковые. Генераторные преобразователи: пьезоэлектрические, индукционные.

*Лабораторная работа № 8. Определение погрешности термопреобразователя в реальных условиях*

*Лабораторная работа № 9. Определение параметров напоромера с унифицированным пневматическим сигналом*

*Лабораторная работа № 10. Определение расхода дымовых газов*

*Лабораторная работа № 11. Погрешности измерений*

*Лабораторная работа № 12. Определение годности детали*

**СРС по разделу 2 – 38 часов.**

Углубленное изучение лекционного материала, темы 2.1 – 2.10.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### ***Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся***

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим и лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

Для проведения практических занятий и лабораторных работ, для самостоятельной работы используются методические пособия:

«Метрология, стандартизация и сертификация. Методическое пособие для студентов направлений подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения. / Г.О.Заляева - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ»

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)

1. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений.
2. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений
3. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины.
4. Метрологические характеристики СИ.
5. Классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения).
6. Принципы деления величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц.
7. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.
8. Основные источники погрешностей: несовершенство СИ (погрешность воспроизведения размера единицы измеряемой величины и инерционные свойства); отклонения условий измерения от номинальных, несовершенство метода измерения.
9. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультипликативные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные погрешности. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности
10. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.
11. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных.
12. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины.
13. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений.

14. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов.
15. Обработка результатов косвенных измерений.
16. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. Установление номенклатуры средств измерений. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений. Метрологическая поверка и калибровка СИ
17. Метрологическая экспертиза проектов нормативно-технической, конструкторской и технологической документации.
18. Основные понятия, используемые в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений": метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений.
19. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора.
20. Измерения геометрических размеров. Размерный контроль в машиностроении.
21. Механические измерительные средства общего назначения: штангенинструменты, микрометрические инструменты.
22. Оптикомеханические, пневматические, фотоэлектрические приборы для измерения линейных величин. Принципы действия, конструктивные особенности и области применения. Метрологические характеристики.
23. Профилографы, профилометры. Контактные и бесконтактные методы измерения профиля. Интерферометры.
24. Общая классификация. Структурные схемы.
25. Классификация измерительных сигналов (по характеру измерения информативного и временного параметров; по характеру измерения во времени; по степени наличия информации).
26. Математические модели элементарных измерений сигналов: постоянные; единичная функция; дельта функция; гармонический сигнал.
27. Математические модели сложных измерительных сигналов: прямоугольные импульсы; линейный знакопеременный; однополярный линейно изменяющийся; модулированные сигналы (частота и фазовая модуляция).
28. Квантование и дискретизация измерительных сигналов.
29. Интегральные параметры периодических сигналов: амплитудное, среднее, средневыпрямленное, среднее квадратичное; коэффициент формы.
30. Измерители расходов. Типы расходомеров, принципы действия.
31. Расходомеры переменного перепада давления: диафрагмы, сопла, расходомеры Вентури. Расчет сужающих устройств. Определение погрешности измерения.
32. Расходомеры переменного уровня, ротаметры, тахометрические расходомеры и счетчики количества.
33. Бесконтактная расходомерия, индукционные расходомеры.
34. Области применения различных типов расходомеров. Метрологические характеристики.
35. Измерения параметров элементов электрических цепей (метод вольтметра-амперметра, метод непосредственной оценки).
36. Измерение частоты электромагнитных колебаний. Измерение фазового сдвига.
37. Генераторные измерительные преобразователи.
38. Пьезоэлектрические преобразователи.
39. Параметрические измерительные преобразователи.
40. Индуктивные преобразователи.
41. Температурные шкалы. Средства измерения температуры: классификация.
42. Термометры расширения: принцип действия; общая классификация.
43. Термометры сопротивления.

44. Термоэлектрические термометры.
45. Пирометры
46. Классификация по принципу действия, роду измеряемой величины, метрологическим характеристикам.
47. Жидкостные манометры и дифференциальные манометры.
48. Механические приборы: пружинные, мембранные и сильфонные.
49. Грузопоршневые манометры, тарировочные прессы.
50. Измерения в нестационарных режимах.
51. Электрические преобразователи давления.
52. Параметрические преобразователи: емкостные, индуктивные, сопротивления, полупроводниковые.
53. Генераторные преобразователи: пьезоэлектрические, индукционные.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная литература:

1. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря А.Б. Метрология, стандартизация, сертификация. – М.: Логос, 2004.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Алексеев В.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Академия, 2010
2. Кошечкина И.П., Канке А.А. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник. – М.: ИД "Форум", 2010.

### 7.3 Методические указания

Залаяева Г.О. Метрология и измерительная техника. Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для студентов по направлению подготовки «Управление в технических системах» профиль «Управление и информатика в технических системах» очной и заочной форм обучения / Г.О.Залаяева - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – 141 с.

## 8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fish.gov.ru/>
2. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

*Лекции* посвящаются рассмотрению наиболее важных и общих вопросов.

*Целью проведения практических и лабораторных занятий* является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

– проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и

сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;

– лекция-визуализация - подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

## 10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине не предусмотрено выполнение курсового проекта.

## 11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

– электронные образовательные ресурсы, представленные выше;

– использование слайд-презентаций;

– интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft Power Point.

### ***11.3 Перечень информационно-справочных систем***

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

– для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется аудитория 7-107/108: Набор мебели ученической на 30 посадочных мест; редукторы; концевые меры; микрокатор; микрометр рычажный МРИ-50(25-50)-2 шт.; миниметр широкошкальный; микроскоп ИМЦ 100х50А; нутромер; нутромер индикаторный НИ 160М - 2 шт.; нутромер микрометрический НМ(50-75 мм) ц.д.0,01-3 шт.;Осциллограф С8-12 (универсальный, запоминающий);Прибор ультразвуковой УД-10УА; профилограф-профилометр-252; скоба индикаторная СИ 100 (50-100 мм) - 2 шт.; скоба индикаторная СИ 200 (100-200 мм) - 2 шт.; резьбомер Д55; насос погружной; стенды со справочно-информационным материалом

– для самостоятельной работы обучающихся – кабинетом для самостоятельной работы №7-103, оборудованный1 рабочей станцией с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, и комплектом учебной мебели на 6 посадочных места и аудиторией для самостоятельной работы обучающихся 3-302, оборудованный 4 рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, и комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест;

- доска аудиторная;
- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в PowerPoint по темам курса.

**Дополнения и изменения в рабочей программе на \_\_\_\_\_ учебный год**

В рабочую программу по дисциплине «Метрология и измерительная техника» для направления 27.03.04 «Управление в технических системах» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

ФИО