

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Базовая
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Б.03.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 8 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	8 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 124,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 1,2 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Коллоквиум Решение задач	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макарычев П.К.
	Идентификатор	R073474c6-MakarychevPK-fe3624c

(подпись)

П.К. Макарычев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бородкин А.А.
	Идентификатор	R2a2cc3a1-BorodkinAA-1ae5255b

(подпись)

А.А. Бородкин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение метрологии и электроизмерительной техники для последующего применения в практической деятельности

### Задачи дисциплины

- изучение основ метрологии, методов оценки погрешностей измерений;
- знакомство с наиболее используемыми средствами измерений, их сравнительную оценку, достоинства и недостатки;
- освоение средств измерений с оптимальными метрологическими характеристиками при решении конкретных технических задач;
- формирование у обучающихся представления об основных принципах и закономерностях межкультурного общения на иностранном языке, развитие готовности к восприятию культурологической информации с последующей ее интерпретацией в русле профессиональных задач (когнитивный аспект).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных		знать: - общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств.  уметь: - производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин.
ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности		знать: - методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин.  уметь: - эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к обязательной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Электротехнику и электроснабжение
- знать Физику
- знать Теорию вероятностей и математическую статистику

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений	31.80	8	2	-	2	-	0.50	-	0.30	-	27	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчёт погрешностей прямых измерений методом наихудшего случая (МНС). Расчёт погрешностей косвенных измерений методом наихудшего случая (МНС)</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение лекционных материалов. Изучение дополнительных методических материалов</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 8-41 [3], стр. 12-15 [4], стр. 20-139</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Выполнение индивидуальной или бригадной работы по изучению назначенной группы СИ</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение лекционных материалов. Изучение дополнительных методических материалов</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 123-139 [2], стр. 29-42 [4], стр. 140-193</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение лекционных материалов. Изучение дополнительных методических материалов в</p>
1.1	Общие понятия метрологии. Термины и определения	17.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	15	-	
1.2	Погрешности измерений	14.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	12	-	
2	Измерения электрических физических величин	22.8		2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	18	-	
2.1	Измерения электрических физических величин	22.8		2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	18	-	
3	Методы измерений неэлектрических величин, часть 1	26.3		2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	21.5	-	

3.1	Методы измерений неэлектрических величин	26.3	2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	21.5	-	области методов измерений <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Подготовка доклада по индивидуальным темам <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 150-162
4	Измерение неэлектрических физических величин, часть 2	27.1	2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	22.3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительных материалов в области средств измерений
4.1	Методы измерений неэлектрических физических величин	27.1	2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	22.3	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение лекционных материалов <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 25-29 [4], стр. 300-321
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>2.00</b>	<b>-</b>	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>88.8</b>	<b>35.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>2.00</b>	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>124.5</b>				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 1. Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений

##### 1.1. Общие понятия метрологии. Термины и определения

Информационно-измерительная техника как одна из ветвей информационной техники. Метрология – научная основа информационно-измерительной техники. Физическая величина. Единица физической величины. Значение физической величины. Измерение. Истинное и действительное значения физической величины. Точность измерения. Абсолютная и относительная погрешности измерения. Результат измерения. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Достоверность измерений. Возникновение и развитие единиц физических величин. Системы единиц. Система СИ. Дольные и кратные единицы физических величин. Относительные и логарифмические величины и единицы.

##### 1.2. Погрешности измерений

Виды измерений: прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Методы измерений. Примеры методов измерений: нулевой метод, дифференциальный метод, метод замещения. Виды средств измерений: мера, измерительный преобразователь, измерительный прибор, измерительная установка, измерительная система. Классификация погрешностей по форме выражения: абсолютная и относительная погрешности. Классификация погрешностей по характеру проявления: систематическая, случайная (во времени или на множестве) и грубая погрешности. Примеры. Классификация погрешностей по причине возникновения: погрешность метода, погрешность взаимодействия, инструментальная погрешность, погрешность отсчитывания. Примеры. Классификация погрешностей меры, измерительного преобразователя и измерительного прибора по форме выражения: абсолютная, относительная и приведённая погрешности. Погрешности измерительного преобразователя по входу и по выходу. Примеры. Классификация погрешностей средств измерений по условиям эксплуатации: основная и дополнительные погрешности. Примеры. Классификация погрешностей средств измерений по виду зависимости от значения измеряемой величины: аддитивная погрешность, мультипликативная погрешность, погрешность линейности. Примеры. Классификация погрешностей средств измерений по виду зависимости от скорости изменения измеряемой величины: статическая и динамическая погрешности. Примеры. Характеристики погрешности как непрерывной случайной величины. Функция распределения. Функция плотности вероятности. Математическое ожидание. Дисперсия. Среднеквадратическое отклонение. Примеры законов распределения случайных погрешностей: закон равномерной плотности, закон Симпсона, закон Гаусса. Использование закона распределения случайной погрешности для определения доверительных интервалов и доверительных вероятностей. Суммирование независимых случайных величин. Понятие о центральной предельной теореме теории вероятностей. Назначение метрологических характеристик средств измерений. Классификация нормируемых метрологических характеристик. Метрологические характеристики для определения значения измеряемой величины: номинальное значение меры, номинальная функция преобразования измерительного преобразователя, цена деления или ступень квантования измерительного прибора. Примеры.

#### 2. Измерения электрических физических величин

##### 2.1. Измерения электрических физических величин

Отличительный признак аналоговых измерительных устройств. Классификация измерительных преобразователей. Классификация измерительных приборов. Измерительные преобразователи для электрических измерений: токовые шунты, делители напряжения, измерительные трансформаторы, усилители напряжения, преобразователи тока в

напряжение на основе операционных усилителей, преобразователи переменного напряжения в постоянное на основе операционных усилителей, выпрямительные преобразователи, амплитудные детекторы, измерительные механизмы, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Структурные схемы аналоговых и цифровых электроизмерительных приборов. Приборы для измерения постоянного напряжения: аналоговые (магнитоэлектрические и электронные) и цифровые. Приборы для измерения переменного тока: аналоговые (выпрямительные, электромагнитные, электродинамические) и цифровые (в том числе с токовыми клещами). Измерение параметров цепей переменного тока. Последовательные и параллельные эквивалентные схемы объектов измерения. Использование мостов переменного тока и цифровых RLC-измерителей. Измерение активной и реактивной мощности и энергии. Исследование формы сигналов. Осциллографы.

### 3. Методы измерений неэлектрических величин, часть 1

#### 3.1. Методы измерений неэлектрических величин

Измерительные преобразователи (ИП) неэлектрических величин. Преобразователи перемещения в сопротивление. Реостатные ИП, принцип действия и устройство. Емкостные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Дифференциальные емкостные ИП, принцип действия и устройство, преобразователи емкости в напряжение, фазочувствительные выпрямители. Индуктивные ИП, принцип действия и устройство. Дифференциальные индуктивные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Магнитоупругие ИП, принцип действия и устройство. Трансформаторные ИП, дифференциально-трансформаторные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Индукционные ИП, принцип действия и устройство. Индукционные датчики расхода. Тензорезисторные ИП, принцип действия, устройство.

### 4. Измерение неэлектрических физических величин, часть 2

#### 4.1. Методы измерений неэлектрических физических величин

Характеристики, измерительные цепи, тарировка. Мостовые схемы, расположение на объекте и включение, линейность и чувствительность. Измерители веса, давления, силы. Пьезоэлектрические и пьезорезонансные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики, измерительные цепи, вторичные преобразователи. Измерители вибраций и акселерометры. Терморезистивные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Двухпроводные усилители. Термоэлектрические ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Компенсация холодных концов, нормирование параметров. Измерения расхода, скорости и уровня жидкости. Тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые и вихревые расходомеры.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Оценивание погрешностей косвенных измерений. ч. 2 ;
2. Основы метрологических расчетов. ч. 1 ;
3. Случайные погрешности измерений. ч. 1 ;
4. Случайные погрешности измерений. ч. 2 ;
5. Оценивание погрешностей прямых измерений. ;
6. Оценивание погрешностей косвенных измерений. ч. 1 ;
7. Основы метрологических расчетов. ч. 2 .



**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Повторение материала по основам метрологии
2. Повторение решения задач в рамках методов измерений
3. Рассмотрение сложных вопросов в рамках основ и методов измерений
4. Повторение материала в области средств измерений

**3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	ОПК-5(Компетенция)	+				Тестирование/Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений
методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин	ОПК-8(Компетенция)		+			Тестирование/Погрешности прямых измерений
<b>Уметь:</b>						
производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин	ОПК-5(Компетенция)			+		Коллоквиум/Погрешности косвенных измерений
эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	ОПК-8(Компетенция)				+	Решение задач/Основы метрологических расчетов

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений (Тестирование)
2. Погрешности прямых измерений (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы метрологических расчетов (Решение задач)
2. Погрешности косвенных измерений (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Аш, Ж. Датчики измерительных систем : В 2 кн. Кн.1. : пер. с фр. / Ж. Аш . – М. : Мир, 1992 . – 480 с. - ISBN 5-03-001641-4 .;
2. Диденко, В. И. Основы метрологии: [в 2 ч.] : учебное пособие по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" по направлениям: 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", 12.03.01 "Приборостроение", 27.03.04 "Управление в технических системах", 13.03.02 "Электроэнергетика и электроника" / В. И. Диденко, И. Н. Желбаков, Д. А. Чумаченко ; ред. В. И. Диденко ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . - ISBN 978-5-7046-2187-4 . Ч. 1 : Основные понятия метрологии / В. И. Диденко . – 2019 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-2190-4 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10876](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10876);
3. Мазин В. Д.- "Датчики автоматических систем. Сборник задач", Издательство: "СПбГПУ", Санкт-Петербург, 2017 - (36 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/105481>;
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки в области техники и технологии / К. К. Ким, [и др.] . – СПб. : Питер, 2010 . – 368 с. – (Учебное пособие) . - ISBN 978-5-469-01090-6 ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;

4. Майнд Видеоконференции.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер

	<b>ИДДО</b>	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Метрология и информационно-измерительная техника**

(название дисциплины)

**8 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений (Тестирование)

КМ-2 Погрешности прямых измерений (Тестирование)

КМ-3 Погрешности косвенных измерений (Коллоквиум)

КМ-4 Основы метрологических расчетов (Решение задач)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений					
1.1	Общие понятия метрологии. Термины и определения		+			
1.2	Погрешности измерений		+			
2	Измерения электрических физических величин					
2.1	Измерения электрических физических величин			+		
3	Методы измерений неэлектрических величин, часть 1					
3.1	Методы измерений неэлектрических величин				+	
4	Измерение неэлектрических физических величин, часть 2					
4.1	Методы измерений неэлектрических физических величин					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25