

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Киберфизические системы и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ДАТЧИКИ, МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ**  
**ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	1 семестр - 12 часов;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 12 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	1 семестр - 10 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 125,2 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	1 семестр - 17,7 часов;
<b>Иная контактная работа</b>	1 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	1 семестр - 0,5 часа;
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,3 часа;
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskikhVV-f1575360

В.В. Крутских


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Стрелков Н.О.
	Идентификатор	R784cde94-StrelkovNO-f448f943

Н.О. Стрелков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных физических принципов работы датчиков и преобразователей, способов их включения в измерительные схемы, сбор данных и оценка адекватности полученных результатов, формирование системного подхода к проектированию много параметрических систем сбора данных.

### Задачи дисциплины

- сформировать представление о методах измерения и оценки погрешности;
- сформировать представление о конструкциях, физических принципах действия датчиков и преобразователей;
- сформировать системный подход к анализу оценке структуры измерительного комплекса встраиваемого в структуру интернета вещей.

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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД-2 <sub>УК-1</sub> Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи	знать: - конструкции и принцип действия датчиков и преобразователей; - методики расчета погрешностей измеряемых величин с учетом особенностей назначения оборудования.  уметь: - проводить оценку погрешности измеряемых величин.
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД-3 <sub>УК-1</sub> Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	знать: - правила оформления документации.  уметь: - защищать результаты работы.
ПК-1 Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования и эксплуатации, подготавливать технические задания на выполнение проектных и эксплуатационных работ по созданию устройств сбора данных и управления инфраструктурой	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Умеет проводить разработку архитектуры радиотехнических устройств и систем сбора обработки данных и управления исполнительными устройствами	знать: - структурные схемы измерительных приборов и комплексов.  уметь: - проводить системный анализ измерительного комплекса и увязку элементов системы.
ПК-2 Способен проектировать радиотехнические	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает принципы построения систем дистанционного сбора	знать: - интерфейсы датчиков, и преобразователей.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
устройства, приборы и их узлы, системы и комплексы сбора и обработки данных и управления устройствами с учетом заданных требований в том числе и бортового базирования	обработки и хранения данных в интеллектуальных радиотехнических системах и комплексах	уметь: - проводить оценку объема и скорости передачи данных по интерфейсу от датчика к системе.
ПК-2 Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы и их узлы, системы и комплексы сбора и обработки данных и управления устройствами с учетом заданных требований в том числе и бортового базирования	ИД-2ПК-2 Умеет разрабатывать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с применением современных пакетов программ для сквозного проектирования	знать: - один или несколько языков программирования ориентированных на работу с аппаратными средствами.  уметь: - подключать и снимать данные с датчиков при помощи микроконтроллеров.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Киберфизические системы и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Теоретическая метрология	30	1	2	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теоретическая метрология" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Теоретическая метрология" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 1- 3 [4], задачи из разделов 1-4 сборника [5], 1-72 [10], Лабораторная работа №2</p>
1.1	Теоретическая метрология	30		2	4	4	-	-	-	-	-	20	-	

2	Принципы построения измерительных приборов	16		2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Принципы построения измерительных приборов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.1	Принципы построения измерительных приборов	16		2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы построения измерительных приборов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 7- 14 [4], задачи из разделов 5-7 сборника [8], 1-101
3	Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь	26		2	6	2	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь" материалу.
3.1	Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь	26		2	6	2	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи

													по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], §2-3 стр.52- 90 [3], §1 стр.5- 26 [7], Лабораторная работа №1-2 [9], 1-120
4	Датчики физических величин	34	4	6	2	-	1	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Датчики физических величин" материалу.
4.1	Датчики физических величин	34	4	6	2	-	1	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Датчики физических величин" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], §3.6 стр.133- 138; §3.2стр.95- 97; §7 стр.235-288 [3], §7 стр.241-274; §9-10 стр.275-377 [6], Лабораторная работа №1-4
5	Проектирование промышленных измерительных	10	2	-	2	-	1	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу

	комплексов для интернета вещей													"Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"
5.1	Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей	10	2	-	2	-	1	-	-	-	5	-	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"</p>
	Экзамен	33.8	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	33.5		
	Курсовая работа (КР)	30.2	-	-	-	8	-	4	-	0.5	17.7	-		
	Всего за семестр	180.0	12	16	12	8	2	4	-	0.8	91.7	33.5		
	Итого за семестр	180.0	12	16	12	10		4		0.8	125.2			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Теоретическая метрология

#### 1.1. Теоретическая метрология

Введение. Измеряемые величины, их эталонирование. Классификация методов измерений. Прямые измерения и погрешности измерительных приборов. Прямые однократные измерения. Прямые многократные измерения. Обратные измерения. Косвенные измерения. Косвенные однократные измерения. Косвенные многократные измерения. Совместные и совокупные измерения. Методические погрешности. Методы уменьшения погрешностей. Нормировка и создание градуировочных характеристик..

### 2. Принципы построения измерительных приборов

#### 2.1. Принципы построения измерительных приборов

Измерение напряжения и тока. Измерение временных интервалов и частоты. Измерение фазы. Осциллографические и спектральные измерения. Измерение параметров пассивных и активных элементов цепей..

### 3. Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь

#### 3.1. Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь

Интеграция датчиков и преобразователей в измерительные приборы. Металлические и полупроводниковые преобразователи сопротивления. Электрические схемы, работающие с преобразователями: уравновешенные и неуравновешенные мосты, автоматические уравновешенные мосты, нормирующие токовые преобразователи. Операционные усилители, способы включения в измерительную цепь..

### 4. Датчики физических величин

#### 4.1. Датчики физических величин

Измерение температуры. Классификация. Манометрические термометры: газовые, жидкостные, конденсационные. Термоэлектронные преобразователи. Введение поправки на температуру свободных концов термоэлектродов. Удлиняющие термоэлектроды провода. Конструкция термоэлектрических преобразователей. Пьезорезонансные датчики температуры, использование кварцевых резонаторов на объемных волнах, основные характеристики резонаторов, схемы замещения. Пирометры излучения. Переходные процессы при измерении температуры. Тепловая постоянная времени. Способы увеличения быстродействия измерителей температуры. Измерение давления. Давление как физическая величина. Классификация датчиков давления. Электромеханические датчики давления(ДД). Емкостные датчики давления. Пьезорезонансные датчики давления, использование кварцевых резонаторов на объемных волнах, основные характеристики резонаторов, схемы замещения. Особенности построения и характеристики измерителей давления. Датчики на поверхностных акустических волнах. Измерение скорости и ускорения. Классификация датчиков скорости и ускорения. Механические способы измерения скорости и ускорения, электрические преобразователи. Радиочастотные методы измерений с использованием резонаторов и волноводов. Методы измерений углов, размеров, скоростей и ускорений тел. Измерение расхода жидкости и газа. Классификация датчиков расхода. Датчики расхода: объемные и скоростные счетчики, переменного перепада давлений, обтекания, переменного уровня. Электромагнитные и тепловые расходомеры. Калориметрический метод и метод анемометра. Доплеровские измерители скорости, структурная схема измерителя..

## 5. Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей

### 5.1. Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей

Планирование измерений и оценка погрешностей. Подбор оборудования. Оценка объема данных, средств хранения и передачи. Создание программных комплексов. Оценка стоимости комплекса..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет погрешностей прямых однократных измерений с учетом методических погрешностей;
2. Расчет погрешностей косвенных измерений;
3. Расчет погрешностей многократных измерений;
4. Случайные погрешности, законы распределения случайных погрешностей;
5. Методы включения датчиков в измерительные цепи;
6. Измерение временных и амплитудных параметров сигналов;
7. Автоматизация эксперимента.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Прямые измерения; измерения напряжения, тока и сопротивления; мультиметр;
2. Термопреобразователи, терморезисторы, термопары;
3. Измерение расхода газа;
4. Датчики давления;
5. Индуктивные датчики;
6. Сбор данных с датчиков при помощи микроконтроллера.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КТП)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Принципы построения измерительных приборов"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Датчики физических величин"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту/работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Принципы построения измерительных приборов"
2. Консультации проводятся по разделу "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь"

3. Консультации проводятся по разделу "Датчики физических величин"
4. Консультации проводятся по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы построения измерительных приборов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Датчики физических величин"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 1 Семестр

Курсовая работа (КР)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 13	14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	5	6	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Структурная схема измерительного комплекса для интернета вещей и определение параметров связей между блокам
2	Обзор рынка готовых устройств и компонент комплекса
3	Выбор компонент системы (датчиков, контроллеров, серверов, канального и коммутационного оборудования, языков программирования и операционных систем)
4	Оценка точности измерения величин выбранными датчиками и объема передаваемых данных
5	Оценка стоимости оборудования проекта
6	Оформление работы по ГОСТ 7.32

### 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	5	
<b>Знать:</b>							
методики расчета погрешностей измеряемых величин с учетом особенностей назначения оборудования	ИД-2 <sub>УК-1</sub>	+					Тестирование/Тест 1. Погрешности измерений (КМ-1)
конструкции и принцип действия датчиков и преобразователей	ИД-2 <sub>УК-1</sub>				+		Тестирование/Тест 3. Датчики физических величин (КМ-3)
правила оформления документации	ИД-3 <sub>УК-1</sub>					+	Тестирование/Тест 2. Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (КМ-2)
структурные схемы измерительных приборов и комплексов	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>		+				Тестирование/Тест 2. Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (КМ-2)
интерфейсы датчиков, и преобразователей	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>			+		+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4 (КМ-8) Тестирование/Тест 4. Системный анализ измерительного комплекса (КМ-4)
один или несколько языков программирования ориентированных на работу с аппаратными средствами	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>				+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4 (КМ-8) Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 2 (КМ-6)
<b>Уметь:</b>							
проводить оценку погрешности измеряемых	ИД-2 <sub>УК-1</sub>	+					Тестирование/Тест 5. Расчет погрешностей

величин							измерений (КМ-9)
защищать результаты работы	ИД-3ук-1	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 (КМ-5) Тестирование/Тест 5. Расчет погрешностей измерений (КМ-9)
проводить системный анализ измерительного комплекса и увязку элементов системы	ИД-3ПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 2 (КМ-6) Тестирование/Тест 4. Системный анализ измерительного комплекса (КМ-4)
проводить оценку объема и скорости передачи данных по интерфейсу от датчика к системе	ИД-1ПК-2					+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 2 (КМ-6)
подключать и снимать данные с датчиков при помощи микроконтроллеров	ИД-2ПК-2			+	+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 (КМ-5) Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4 (КМ-8)

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы № 1 (КМ-5) (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 4 (КМ-8) (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест 1. Погрешности измерений (КМ-1) (Тестирование)
2. Тест 2. Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (КМ-2) (Тестирование)
3. Тест 3. Датчики физических величин (КМ-3) (Тестирование)
4. Тест 4. Системный анализ измерительного комплекса (КМ-4) (Тестирование)
5. Тест 5. Расчет погрешностей измерений (КМ-9) (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ № 2 (КМ-6) (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин . – М. : Академия, 2005 . – 304 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2058-2 .;
2. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики : пер. с англ. / Р. Г. Джексон . – М. : Техносфера, 2007 . – 384 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-948361-11-6 .;
3. Филист, С. А. Проектирование измерительных преобразователей для систем медико-экологического мониторинга : учебник для вузов по направлению "Биотехнические системы

и технологии" / С. А. Филист, О. В. Шаталова . – Старый Оскол : ТНТ, 2015 . – 408 с. - ISBN 978-5-94178-442-4 .;

4. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Метрология и радиоизмерения" по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко , В. Л. Скачков , Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 48 с. - ISBN 978-5-383-00544-6 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1492>;

5. Дворяшин, Б. В. Погрешности измерений и их оценки : Учебное пособие по курсам "Основы метрологии и радиоизмерения", "Автоматизированные радиоизмерения и основы метрологии" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко , В. Л. Скачков ; Ред. А. И. Каретко ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1992 . – 72 : 2.00 .;

6. Владимиров, С. В. Датчики и преобразователи. Лабораторные работы № 1—4 : методическое пособие по курсу "Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / С. В. Владимиров, Б. В. Дворяшин, В. В. Крутских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 24 с.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7480>;

7. Стрелков, Н. О. Датчики и сенсоры. Подключение датчиков и сенсоров к платформе Arduino : лабораторный практикум по курсу "Средства съема диагностической информации и подведения лечебных воздействий" по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. О. Стрелков, В. В. Крутских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 28 с.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10488>;

8. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И.- "LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (400 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1091](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1091);

9. Алпатов Ю. Н.- "Моделирование процессов и систем управления", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (140 с.)

<https://e.lanbook.com/book/169166>;

10. Крутских, В. В. Метрологии и радиоизмерения. Лабораторные работы № 1-4 : лабораторный практикум по курсам "Метрология, стандартизация и технические измерения" по направлению "Радиотехника" и "Биотехнические системы и технологии" / В. В. Крутских, В. Л. Скачков , Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 50 с. - ISBN 978-5-7046-2002-0 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10287>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Scilab;
6. Libre Office;
7. Arduino IDE;
8. GNU Octave.

## **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>

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

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-815, Преподавательская	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Датчики, методы измерения и системы сбора данных интернета вещей

(название дисциплины)

### 1 семестр

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

- КМ-1 Тест 1. Погрешности измерений (КМ-1) (Тестирование)
- КМ-2 Тест 2. Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (КМ-2) (Тестирование)
- КМ-3 Тест 3. Датчики физических величин (КМ-3) (Тестирование)
- КМ-4 Тест 4. Системный анализ измерительного комплекса (КМ-4) (Тестирование)
- КМ-5 Защита лабораторной работы № 1 (КМ-5) (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита лабораторных работ № 2 (КМ-6) (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы № 3 (КМ-7) (Лабораторная работа)
- КМ-8 Защита лабораторной работы № 4 (КМ-8) (Лабораторная работа)
- КМ-9 Тест 5. Расчет погрешностей измерений (КМ-9) (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	8	10	12	13	14	14	15	15	16
1	Теоретическая метрология										
1.1	Теоретическая метрология		+				+				+
2	Принципы построения измерительных приборов										
2.1	Принципы построения измерительных приборов			+		+	+	+	+		+
3	Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь										
3.1	Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь					+	+		+	+	+
4	Датчики физических величин										
4.1	Датчики физических величин				+		+	+	+	+	+
5	Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей										
5.1	Проектирование промышленных			+		+	+	+	+	+	+

	измерительных комплексов для интернета вещей									
	Вес КМ, %:	10	10	10	10	10	10	10	10	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Датчики, методы измерения и системы сбора данных интернета вещей

(название дисциплины)

**1 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Выполнение 1-2 раздел КР
- КМ-2 Выполнение раздела 3, 4
- КМ-3 Выполнение раздела 5
- КМ-4 Выполнение раздела 6

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	13	14	16
1	Структурная схема измерительного комплекса для интернета вещей и определение параметров связей между блокам		+			
2	Обзор рынка готовых устройств и компонент комплекса		+			
3	Выбор компонент системы (датчиков, контроллеров, серверов, канального и коммутационного оборудования, языков программирования и операционных систем)			+		
4	Оценка точности измерения величин выбранными датчиками и объема передаваемых данных			+		
5	Оценка стоимости оборудования проекта				+	
6	Оформление работы по ГОСТ 7.32					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25