

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	7 семестр - 8 часов;
Практические занятия	7 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 159,9 часа;
в том числе на КП/КР	7 семестр - 35,4 часа;
Иная контактная работа	7 семестр - 1,5 часа;
включая: Тестирование Лабораторная работа Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,3 часа; всего - 0,6 часа

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	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskiKhVV-f1575360

В.В. Крутских

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
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-1 _{ПК-2} Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик радиоэлектронных устройств	знать: - конструкции и принцип действия датчиков и преобразователей. уметь: - проводить оценку погрешности измеряемых величин.
ПК-2 Способен разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств, подсистем радиоэлектронных систем и комплексов на основе компьютерного моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-3 _{ПК-2} Умеет проводить компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств в специализированных САПР на основе базовых алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	знать: - методики расчета погрешностей измеряемых величин с учетом особенностей назначения оборудования; - структурные схемы измерительных приборов и комплексов. уметь: - проводить оценку объема и скорости передачи данных по интерфейсу от датчика к системе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Беспроводные технологии и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	22.8	7	1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	20	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теоретическая метрология" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 50-72 [2], Глава 1- 3 [3], стр. 12-27</p>
1.1	Теоретическая метрология	22.8		1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	20	-	
2	Принципы построения измерительных приборов	22.8		1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	20	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы построения измерительных приборов"</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Глава 7- 14 [6], стр. 1-21</p>
2.1	Принципы построения измерительных приборов	22.8		1	-	1	-	0.5	-	0.3	-	20	-	
3	Типовые схемы	24.8		2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	включения датчиков в измерительную цепь												Изучение дополнительного материала по разделу "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь"
3.1	Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь	24.8	2	-	2	-	0.5	-	0.3	-	20	-	Подготовка курсовой работы: Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Изучение материалов литературных источников: [5], стр.1-25
4	Датчики физических величин	24.5	2	-	2	-	0.2	-	0.3	-	20	-	Подготовка к текущему контролю: Изучение дополнительного материала по разделу "Датчики физических величин"
4.1	Датчики физических величин	24.5	2	-	2	-	0.2	-	0.3	-	20	-	Изучение материалов литературных источников: [4], §3.6 стр.133- 138; §3.2стр.95- 97; §7 стр.235-288
5	Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей	13.4	2	-	2	-	0.3	-	0.3	-	8.8	-	Подготовка к текущему контролю: Повторение материала по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"
5.1	Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей	13.4	2	-	2	-	0.3	-	0.3	-	8.8	-	Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	35.7	
	Курсовая работа (КР)	35.7	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.4	-	
	Всего за семестр	180.0	8	-	8	-	2.0	-	1.5	0.6	124.2	35.7	
	Итого за семестр	180.0	8	-	8		2.0		1.5	0.6		159.9	

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

3.4. Темы лабораторных работ

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

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретическая метрология"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Принципы построения измерительных приборов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Датчики физических величин"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование промышленных измерительных комплексов для интернета вещей"

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	5	
Знать:							
конструкции и принцип действия датчиков и преобразователей	ИД-1 _{ПК-2}				+		Тестирование/Датчики физических величин
структурные схемы измерительных приборов и комплексов	ИД-3 _{ПК-2}	+	+				Тестирование/Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков
методики расчета погрешностей измеряемых величин с учетом особенностей назначения оборудования	ИД-3 _{ПК-2}					+	Тестирование/Измерительные комплексы
Уметь:							
проводить оценку погрешности измеряемых величин	ИД-1 _{ПК-2}			+			Лабораторная работа/Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь
проводить оценку объема и скорости передачи данных по интерфейсу от датчика к системе	ИД-3 _{ПК-2}					+	Решение задач/Расчет погрешностей измерений

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Датчики физических величин (Тестирование)
2. Измерительные комплексы (Тестирование)
3. Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчет погрешностей измерений (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

Экзамен (Семестр №7)

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

В диплом выставляется оценка за 7 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. 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.;
3. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10287>;

4. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7480>;

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

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

6. 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.

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).

5.3 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
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>
11. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>

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, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
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

Датчики, методы измерения и системы сбора данных интернета вещей

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-2 Конструкции измерительных приборов и схемы включения датчиков (Тестирование)
- КМ-3 Типовые схемы включения датчиков в измерительную цепь (Лабораторная работа)
- КМ-4 Датчики физических величин (Тестирование)
- КМ-5 Измерительные комплексы (Тестирование)
- КМ-9 Расчет погрешностей измерений (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-9
		Неделя КМ:	3	5	8	10	12
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, %:			20	20	20	20	20