

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.03.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	5 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Домашнее задание Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушнев В.Д.
	Идентификатор	R12c6ffb5-GlushnevVD-6e9a8b47

В.Д. Глушнев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ элементной базы измерительных преобразователей, принципов построения преобразователей измерительных сигналов и анализ их метрологических характеристик.

Задачи дисциплины

- изучение основ схемотехники измерительных преобразователей;
- реализация возможностей современной элементной базы с целью построения оптимальных схем;
- изучение принципов функционирования, построения и анализа схем функциональных измерительных узлов измерительных преобразователей;
- применение методик исследования схем в статическом и динамическом режимах для проверки правильности их работы.

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-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-3 _{ПК-1} Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы	знать: - особенности применяемых технических решений; - теорию погрешностей средств измерений; - основы схемотехники измерительных преобразователей, принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем измерительных преобразователей. уметь: - оценивать влияние применяемых технических решений на общее функционирование системы; - проводить калибровочные процедуры измерительных систем.
РПК-3 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений	ИД-2 _{РПК-3} Проводит калибровочные процедуры измерительных систем	знать: - требования к эталонным средствам измерений; - содержание закона «Об обеспечении единства измерений». уметь: - выбирать эталонные средства измерений, соответствующие техническому заданию; - применять знания содержания закона «Об обеспечении единства измерений» при эксплуатации и разработке средств измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы электротехники: методы расчета электрических цепей с сосредоточенными параметрами на постоянном и переменном токе, динамические параметры инерционных звеньев (R-C и R-L цепочек) и колебательных L-C контуров
- знать Основы метрологии и теорию погрешностей
- знать Основы электронной техники: активные и пассивные электронные компоненты и основные схемы: усилители, компараторы, генераторы, логические элементы и базовые схемы цифровых устройств
- уметь Рассчитывать электрические схемы и определять динамические параметры R-C, R-L цепочек и колебательных L-C контуров
- уметь Рассчитывать погрешности прямых и косвенных измерений по метрологическим характеристикам средств измерений
- уметь Объяснять принцип действия электронных схем усилителей, компараторов, логических элементов

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 3 зачетных единицы, 108 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	Основные характеристики измерительных преобразователей	14	5	4	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №1</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Основные характеристики измерительных преобразователей". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Для заданных функций преобразования, функций влияния и требований к погрешности ИП, определить рабочий диапазон изменения входной и выходной величин ИП, определить калибровочную функцию ИП и погрешность, приведенную ко входу. 2. Для заданных динамических параметров измерительных цепей и времени установления рассчитать динамическую погрешность ИП, или для заданной динамической погрешности рассчитать время установления. 3. Определить погрешность нелинейности для заданной нелинейной функции преобразования ИП при её линейной и квадратичной аппроксимации</p>
1.1	Измерительные преобразователи и вычислительно-измерительные системы	14		4	4	-	-	-	-	-	-	-	6	

														<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 8-18;
2	Метрологические характеристики измерительных преобразователей	22	6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Метрологические характеристики измерительных преобразователей" материалу. Подготовка к лабораторной работе №2
2.1	Функция преобразования измерительных преобразователей (ИП) Калибровочная функция и функция влияния. Переходные характеристики и передаточные функции ИП	22	6	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Метрологические характеристики измерительных преобразователей". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет и построение графиков стандартных функций преобразования термопреобразователей, расчет и интерполяция полиномами калибровочных функций. Определение погрешности интерполяции. Расчет погрешностей последовательно соединенных ИП. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 21-45 [3], стр. 7-43
3	Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические	28	12	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические" Подготовка к контрольной работе №2

3.1	Преобразователи на пассивных элементах Операционные усилители в качестве ИП электрических величин	28		12	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы Подготовка к защите лабораторной работы №2 Выполнение расчетного задания</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет параметров измерительных мостиковых схем Расчет масштабирующего измерительного усилителя Расчет электрических параметров резистивных измерительных преобразователей Расчет параметров индуктивных и емкостных преобразователей Расчет передаточной характеристики измерительных усилителей переменного напряжения, построение ЛАЧХ и ФЧХ</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические" материалу. Подготовка к лабораторной работе №3</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 241-325 [3], стр. 43-57</p>
4	Измерительные	43.7		10	4	-	-	-	-	-	-	29.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	преобразователи неэлектрических величин													Повторение материала по разделу "Измерительные преобразователи неэлектрических величин"
4.1	Параметрические преобразователи резистивного, емкостного и индуктивного типов. Акустические и оптические ИП параметрического типа	13		5	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Измерительные преобразователи неэлектрических величин" материалу. <u>Подготовка к лабораторной работе № 4</u>
4.2	Преобразователи генераторного типа. Магнитоиндукционны е, пьезоэлектрические, фотоэлектрические	30.7		5	2	-	-	-	-	-	-	23.7	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №4 <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Измерительные преобразователи неэлектрических величин и подготовка к контрольной работе №3 <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Измерительные преобразователи неэлектрических величин". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет функции преобразования и анализ (расчет) погрешности резистивного ИП перемещений Расчет функции преобразования и погрешности резистивного ИП деформаций Расчет функции преобразования и погрешности емкостного ИП деформаций Расчет магнитных цепей, функции преобразования и погрешности индуктивного ИП деформаций

													<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], стр.141-159
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

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. Основные характеристики измерительных преобразователей

1.1. Измерительные преобразователи и вычислительно-измерительные системы

Основные понятия. Назначение и классификация, технические характеристики измерительных преобразователей и их связь с характеристиками вычислительно-измерительных систем. Структуры вычислительно-измерительных систем..

2. Метрологические характеристики измерительных преобразователей

2.1. Функция преобразования измерительных преобразователей (ИП) Калибровочная функция и функция влияния. Переходные характеристики и передаточные функции ИП

Статические и динамические характеристики ИП. Особенности нормирования метрологических характеристик ИП. Погрешности по входу и выходу ИП. Динамическая погрешность ИП и методы ее нормирования.

3. Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические

3.1. Преобразователи на пассивных элементах Операционные усилители в качестве ИП электрических величин

Преобразователи напряжения в ток и тока в напряжение. Преобразователи сопротивления: мосты, двухпроводные усилители и др. Преобразователи переменного напряжения в постоянное, детекторы и их входные параметры. Интегрирующие и дифференцирующие ИП, расчет и нормирование параметров.

4. Измерительные преобразователи неэлектрических величин

4.1. Параметрические преобразователи резистивного, емкостного и индуктивного типов. Акустические и оптические ИП параметрического типа

Датчики перемещений. Мостовые схемы включения. Резистивные и полупроводниковые термопреобразователи. Дифференциальные емкостные и индуктивные ИП, принцип действия и устройство, трансформаторные ИП. Вторичные преобразователи емкости и индуктивности в напряжение, фазочувствительные выпрямители. Акустические и оптические измерители параметров движения. Характеристики и измерительные цепи параметрических ИП..

4.2. Преобразователи генераторного типа. Магнитоиндукционные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические

Пьезоэлектрические и пьезорезонансные ИП, принцип действия и устройство. Характеристики, измерительные цепи, вторичные преобразователи. Измерители вибраций и акселерометры. Термоэлектрические ИП, принцип действия и устройство. Характеристики и измерительные цепи. Компенсация холодных концов, нормирование параметров.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №2 Тензорезисторы.;
2. Лабораторная работа №3. Интегрирующие и дифференцирующие преобразователи;
3. Лабораторная работа №1 Терморезисторы и термопары.;

4. Лабораторная работа №4. Акселерометры и измерители вибраций (4 часа)..

3.5 Консультации

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	
Знать:						
основы схемотехники измерительных преобразователей, принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем измерительных преобразователей	ИД-3ПК-1	+				Домашнее задание/Основные характеристики измерительных преобразователей
теорию погрешностей средств измерений	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/Метрологические характеристики измерительных преобразователей Домашнее задание/Основные характеристики измерительных преобразователей
особенности применяемых технических решений	ИД-3ПК-1				+	Домашнее задание/Измерительные преобразователи неэлектрических величин
содержание закона «Об обеспечении единства измерений»	ИД-2РПК-3		+			Домашнее задание/Основные характеристики измерительных преобразователей
требования к эталонным средствам измерений	ИД-2РПК-3		+			Контрольная работа/Метрологические характеристики измерительных преобразователей
Уметь:						
проводить калибровочные процедуры измерительных систем	ИД-3ПК-1	+	+			Домашнее задание/Измерительные преобразователи неэлектрических величин Контрольная работа/Метрологические характеристики измерительных преобразователей Домашнее задание/Основные

						характеристики измерительных преобразователей
оценивать влияние применяемых технических решений на общее функционирование системы	ИД-3ПК-1			+	+	Домашнее задание/Измерительные преобразователи неэлектрических величин Контрольная работа/Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические
применять знания содержания закона «Об обеспечении единства измерений» при эксплуатации и разработке средств измерений	ИД-2РПК-3	+	+			Контрольная работа/Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические Контрольная работа/Метрологические характеристики измерительных преобразователей
выбирать эталонные средства измерений, соответствующие техническому заданию	ИД-2РПК-3	+	+			Контрольная работа/Метрологические характеристики измерительных преобразователей

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. Измерительные преобразователи неэлектрических величин (Домашнее задание)
2. Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические (Контрольная работа)
3. Метрологические характеристики измерительных преобразователей (Контрольная работа)
4. Основные характеристики измерительных преобразователей (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Итоговая оценка по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. формула для оценки: $ИТОГ=0,1KM1+0,1KM2+0,1KM3+0,1KM4+0,6PA$

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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. 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. В. И. Волхонов, Е. И. Шклярова- "Метрология, стандартизация и сертификация", Издательство: "Альтаир|МГАВТ", Москва, 2011 - (246 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430004>.

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. Acrobat Reader.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стул, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
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-402, Кабинет сотрудников "ВМСС"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Измерительные преобразователи

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные характеристики измерительных преобразователей (Домашнее задание)
- КМ-2 Метрологические характеристики измерительных преобразователей (Контрольная работа)
- КМ-3 Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические (Контрольная работа)
- КМ-4 Измерительные преобразователи неэлектрических величин (Домашнее задание)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные характеристики измерительных преобразователей					
1.1	Измерительные преобразователи и вычислительно-измерительные системы		+	+	+	+
2	Метрологические характеристики измерительных преобразователей					
2.1	Функция преобразования измерительных преобразователей (ИП) Калибровочная функция и функция влияния. Переходные характеристики и передаточные функции ИП		+	+	+	+
3	Измерительные преобразователи электрических сигналов в электрические					
3.1	Преобразователи на пассивных элементах Операционные усилители в качестве ИП электрических величин				+	+
4	Измерительные преобразователи неэлектрических величин					
4.1	Параметрические преобразователи резистивного, емкостного и индуктивного типов. Акустические и оптические ИП параметрического типа				+	+
4.2	Преобразователи генераторного типа. Магнитоиндукционные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40