

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филiaal в г. Душанбе (Республика Таджикистан)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы:

Гидроэлектростанции, Электроснабжение.

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная



УТВЕРЖДАЮ
 ДФ НИУ «МЭИ»
 А. Абдулкеримов
 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Метрология и информационно-измерительная техника»

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Обязательная
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.О.19
Трудоемкость в зачетных единицах	6 семестр -3
Часов (всего) по учебному плану	6 семестр – 108
Лекции	6 семестр - 10 часов
Практические занятия	6 семестр - 4 часов
Лабораторные работы	6 семестр - 4 часов
Консультации по курсовому проекту/ работе:	
групповые	учебным планом не предусмотрены
индивидуальные	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	6 семестр -86 часов
включая:	
РГР	учебным планом не предусмотрены
курсовые проекты/работы	учебным планом не предусмотрены
Промежуточная аттестация:	
зачет	4 семестр – 0,3 часа
Контроль:	4

Душанбе – 2025 г

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

доцент кафедры

«Электроэнергетика», к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Ш.Дж. Джуразода

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой

«Электроэнергетика», к.т.н., доцент

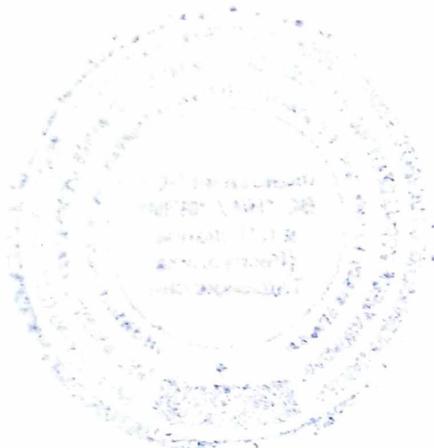
(название кафедры)



(подпись)

Х.Б. Назиров

(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.

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 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ИД-1 <small>оцк-5</small> Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	знать: <ul style="list-style-type: none">• погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений;• общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств;• методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин. уметь: <ul style="list-style-type: none">• производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин;• оценивать погрешности результатов измерений;• эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Теоретические основы электротехники», «Физика», «Математический анализ».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и изучении специальных электротехнических дисциплин.

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

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

6 семестр

Для контроля результатов образования проводятся:

– тестирование:

1. Тест 1 «Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений»

2. Тест 2 «Общая характеристика аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств»;

– контрольные работы:

1. Контрольная работа №1 «Основы метрологических расчетов»

2. Контрольная работа №2 «Случайные погрешности»;

– защиты лабораторных работ:

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

6 семестр

Зачет с оценкой.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1.Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2008. – 216 с.; ил. - ISBN 5-06-003796-7.

2. 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.

3. Основы метрологии, часть I. Основные понятия метрологии: учебн. пособие/В.И. Диденко, И.Н. Желбаков, Д.А. Чумаченко; под ред. В.И. Диденко. – М.: Издательство МЭИ, 2019, 72с. - ISBN 978-5-7046-2187-4.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007 и выше.

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
База данных Scopus <https://www.scopus.com>
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://nfb.rf>
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве средств материально-технического обеспечения лабораторного практикума дисциплины используются стенды лаборатории Общего курса ТОЭ. Оборудование лаборатории включает средства измерений: Осциллограф аналоговый С1-76, Вольтметр GVT-417В, Вольтметр В7-58/2, Вольтметр Э390А, Вольтметр В3-38, Мультиметр MASTECH MY 65, Мультиметр VICTOR 205, Мультиметр MASTECH M-832, Прибор комбинированный цифровой Щ4316, Амперметр Э378, Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109, Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-131, Звуковой генератор ГЗ-53.

Для обеспечения освоения лекционного раздела дисциплины необходимо наличие учебной аудитории.

Метрологические характеристики для оценки погрешности измерений: предельные значения основной и дополнительных погрешностей, вероятностные характеристики случайных погрешностей. Понятие класса точности. Обозначения классов точности. Примеры.

Характеристики чувствительности к влияющим величинам.

Полные и частные динамические характеристики.

Характеристики взаимодействия.

Неинформативные параметры выходного сигнала.

Цель оценивания погрешности измерения. Схема процесса оценивания.

Формы представления результатов измерений. Правила округления измеренных значений и значений найденных характеристик погрешности.

Оценивание погрешностей прямых измерений с однократными наблюдениями методом наилучшего случая и методом статистического суммирования. Примеры расчёта.

Оценивание погрешностей косвенных измерений с однократными наблюдениями методом наилучшего случая и методом статистического суммирования. Примеры расчёта.

2. Общая характеристика аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств

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.

Структурные схемы аналоговых электроизмерительных приборов. Отсчётные устройства.

Отличительный признак цифровых измерительных устройств.

Основные элементы цифровых измерительных устройств: компараторы, комбинационные логические устройства, логические устройства с памятью, цифровые отсчётные устройства.

Коды, применяемые в цифровых измерительных устройствах. Единичные и позиционные коды. Двоичный код. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные коды. Преобразователи кодов.

Номинальные функции преобразования аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Основные характеристики АЦП и ЦАП: разрядность, быстродействие, погрешность квантования, погрешности дифференциальной и интегральной линейности, шумы и искажения.

Основные типы АЦП: АЦП параллельного типа, АЦП конвейерного типа, АЦП последовательных приближений, сигма-дельта АЦП.

Обобщённая структурная схемы цифрового электроизмерительного прибора.

3. Измерение токов и напряжений. Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока

Критерии выбора средств измерений тока и напряжения.

Приборы для измерения постоянного тока: аналоговые (магнитоэлектрические) и цифровые.

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 головными клещами)

Приборы для измерения переменного напряжения аналоговые (выпрямительные, электромагнитные, электродинамические, электростатические, электронные) и цифровые

Выводы. Отличительные особенности рассмотренных приборов

Электронные измерительные приборы. Электронные усилители и вольтметры постоянного и переменного тока. Электронно-лучевые осциллографы

Измерение сопротивления постоянному току. Косвенное измерение методом вольтметра и амперметра. Использование мостов постоянного тока, магнитоэлектрических и цифровых омметров

Измерение параметров цепей переменного тока. Последовательные и параллельные эквивалентные схемы объектов измерения. Использование мостов переменного тока и цифровых RLC-измерителей.

4. Измерение мощности и энергии

Измерение активной мощности в однофазной цепи с помощью электродинамического ваттметра

Измерение активной мощности в трёхфазных трёхпроводных и четырёхпроводных цепях с помощью трёхфазных ферродинамических ваттметров. Выбор для подключения трёхфазного ваттметра «схемы двух приборов» или «схемы трёх приборов».

Измерение активной энергии в однофазной цепи с помощью индукционного счётчика.

Измерение активной энергии в трёхфазных трёхпроводных и четырёхпроводных цепях с помощью трёхфазных счётчиков. Выбор для подключения трёхфазного счётчика «схемы двух приборов» или «схемы трёх приборов».

Измерение мощности и энергии цифровыми приборами. Дополнительные функциональные возможности цифровых электронных измерителей по сравнению с аналоговыми электромеханическими.

Выводы. Сравнительная характеристика аналоговых электромеханических и цифровых электронных приборов для измерения мощности и энергии. Тенденции развития счётчиков электроэнергии.

5. Исследование формы сигналов. Измерение частоты и угла сдвига фаз

Сигнал. Форма сигнала. Качественная оценка формы сигнала. Параметры сигнала, используемые для количественной оценки его формы. Виды средств измерений, применяемых для исследования формы сигналов

Устройство и работа аналоговых осциллографов. Каналы вертикального и горизонтального отклонения. Системы развертки и синхронизации. Метрологические характеристики аналоговых осциллографов

Устройство цифрового осциллографа. Работа цифрового осциллографа в режиме автоматического запуска. Метрологические характеристики цифровых осциллографов

Сравнительная характеристика аналоговых и цифровых осциллографов

Электромеханические частотомеры и фазометры. Устройство, работа и метрологические характеристики

Цифровые частотомеры и фазометры. Устройство, работа и метрологические характеристики

Измерение частоты и угла сдвига фаз с помощью осциллографов

3.3. Темы практических занятий

- №1. Основы метрологических расчетов. (1 часа).
- №2. Случайные погрешности измерений. (1 часа).
- №3. Оценивание погрешностей прямых измерений. (1 часа).
- №4. Оценивание погрешностей косвенных измерений. (1 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

4 семестр

- № 1. Измерение параметров электрической цепи переменного тока (2 часа).
- № 2. Измерение активной и реактивной энергии с помощью счетчика электрической энергии (2 часа).

3.5. РГР

Темы расчетных заданий

Расчетные задания учебным планом не предусмотрены.

3.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ

Курсовые проекты (курсовые задания) учебным планом не предусмотрен

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Залпанированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторо в	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Знать: <ul style="list-style-type: none"> погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин 	ИД-1 оипк-5	X	X	X	X	X	X	X	X	Тест 1
	ИД-1 оипк-5		X	X	X	X	X	X	X	Тест 2
	ИД-1 оипк-5					X	X	X	X	Контрольная работа 2
Уметь: <ul style="list-style-type: none"> производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин оценивать погрешности результатов измерений эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками 	ИД-1 оипк-5		X	X	X	X	X	X	X	Защита лабораторных работ № 1, 5
	ИД-1 оипк-5	X	X	X	X	X	X	X	X	Контрольная работа 1
	ИД-1 оипк-5			X	X	X	X	X	X	Защита лабораторных работ № 6, 13

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР	Конг- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная			СР						
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА	СР			
1	Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.	20	6	2	2	--	--	--	--	--	16	--	[1], стр. 12-61. [3], стр. 08-41. Подготовка к лаб. раб. № 1. Подготовка к контрольной работе 1
2	Общая характеристика аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	20	6	2	--	--	--	--	--	--	18	--	[1], стр. 63-89. Подготовка к лаб. раб. № 13.
3	Измерение токов и напряжений. Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока.	24	6	2	--	2	--	--	--	--	20	--	[1], стр. 68-89. [2], стр. 127-158. Подготовка к лаб. раб. № 5.
4	Измерение мощности и энергии	23	6	2	1	2	--	--	--	--	18	--	[1], стр. 96-110. Подготовка к лаб. раб. № 6.
5	Исследование формы сигналов. Измерение частоты и угла сдвига фаз	17	6	2	1	--	--	--	--	--	14	--	[1], стр. 111-123.
8	Зачет с оценкой	4	6	--	--	--	--	--	--	0,3	--	3,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Итого за семестр	108		10	4	4	--	--	--	0,3	86	3,7	
	Итого:	108		10	4	4	--	--	--	0,3	86	3,7	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2 Краткое содержание разделов

6 семестр

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

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.

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.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и информационно-измерительная техника

(наименование дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольные задания по изучаемым разделам курса - 1
 КМ-2 Контрольные задания по изучаемым разделам курса - 2
 КМ-3 Контрольные задания по изучаемым разделам курса - 3
 КМ-4 Контрольные задания по изучаемым разделам курса - 4
 КМ-5 Оценка выполнения и защит комплекса лабораторных работ

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой

Трудоёмкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел	Веса контрольных мероприятий, %					
		Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Срок КМ:	4	8	12	16	16
1	Общие понятия метрологии. Термины и определения. Погрешности измерений.	+					
2	Измерение токов и напряжений		+				
3	Исследование формы сигналов			+			
4	Измерение частоты и угла сдвига фаз				+		
5	Оценка выполнения и защит комплекса лабораторных работ					+	
Вес КМ		10	10	10	10	60	