

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

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы:

Гидроэлектростанции, Электроснабжение.

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная



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

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	4 семестр -3
Часов (всего) по учебному плану	4 семестр – 108
Лекции	4 семестр - 48 часов
Практические занятия	4 семестр - 16 часов
Лабораторные работы	4 семестр - 16 часов
Консультации по курсовому проекту/ работе:	
групповые	учебным планом не предусмотрены
индивидуальные	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	4 семестр -10 часов
включая	
РГР	учебным планом не предусмотрены
курсовые проекты/работы	учебным планом не предусмотрены
Промежуточная аттестация:	
зачет с оценкой	4 семестр – 0,3 часа
Контроль:	17,7

Душанбе - 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры
«Электроэнергетика», к.т.н.
(название кафедры)


(подпись)

Джуроев Д. Д.
(расшифровка подписи)

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭ к.т.н.
(название кафедры)


(подпись)

Назирова Х. Б.
(расшифровка подписи)



1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - изучение метрологии и электронизмерительной 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 опк-5 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	знать: • погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений; • общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электронизмерительных устройств; • методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин. уметь: • 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.

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	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п 5.1 и страниц в нем)
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Общие понятия метрологии Термины и определения. Погрешности измерений	20	4	14	2	2	--	--	--	2	--	[1], стр 12-61 [3], стр 08-41. Подготовка к лаб раб. № 1. Подготовка к контрольной работе 1.
2	Общая характеристика аналоговых электроизмерительных устройств	10	4	8	--	--	--	--	--	2	--	[1], стр 63-68.
3	Общая характеристика цифровых электроизмерительных устройств	13	4	12	--	--	--	--	--	1	--	[1], стр 84-89. Подготовка к лаб раб. № 13.
4	Измерение токов и напряжений	13	4	4	4	4	--	--	--	1	--	[1], стр 68-89 [2], стр 127-158.
5	Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока	11	4	2	4	4	--	--	--	1	--	[1], стр 96-110. Подготовка к лаб раб. №5
6	Измерение мощности и энергии	3	4	2	--	--	--	--	--	1	--	[1], стр 125-132
7	Исследование формы сигналов	13	4	4	4	4	--	--	--	1	--	[1], стр 89-94 Подготовка к лаб раб. №6 Подготовка к контрольной работе 2
8	Измерение частоты и угла сдвига фаз	7	4	2	2	2	--	--	--	1	--	[1], стр 111-123.
8	Зачет с оценкой	18	4	--	--	--	--	--	0.3	--	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Итого за семестр	108	4	48	16	16	--	--	0,3	10	17,7	
	Итого:	108	4	48	16	16	--	--	0,3	10	17,7	

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

4 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.

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 наихудшего случая и методом статистического суммирования. Примеры расчёта.

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

2. Общая характеристика аналоговых 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. Отчётные устройства.

3. Общая характеристика цифровых электроизмерительных устройств

Отличительный признак цифровых измерительных устройств.

Основные элементы цифровых измерительных устройств: компараторы, комбинационные логические устройства, логические устройства с памятью, цифровые отчётные 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 схема цифрового электроизмерительного прибора.

4. Измерение токов и напряжений

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 токовыми 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.

5. Измерение параметров цепей постоянного и переменного тока

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.

6. 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.

7. Исследование формы сигналов

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.

8. Измерение частоты и угла сдвига фаз

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. ч. 1 (2 часа).

№2. Основы метрологических расчетов. ч. 2 (2 часа).

№3. Случайные погрешности измерений. ч. 1 (2 часа).

№4. Случайные погрешности измерений. ч. 2 (2 часа).

№5. Оценивание погрешностей прямых измерений. (2 часа)

№6. Оценивание погрешностей косвенных измерений. ч. 1 (2 часа)

№7. Оценивание погрешностей косвенных измерений. ч. 2 (2 часа)

№8. Повторение пройденных тем (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

4 семестр

№ 1. Измерение параметров электрической цепи переменного тока (4 часа)

№ 2. Измерение активной и реактивной электроэнергии с помощью счетчика электрической энергии (4 часа)

№ 3. Одновременное измерение тока, напряжения, активной мощности и энергии в трехфазной электрической цепи (4 часа)

№ 4. Осциллографы и их применение (4 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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов в	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Знать:										
• погрешности измерений, классификация, формы нормирования, способы оценки погрешностей измерений	ИД-1 опк-а	X	X	X	X	X	X	X	X	Тест 1
• общую характеристику, принцип действия, конструкцию аналоговых и цифровых электроизмерительных устройств	ИД-1 опк-а			X	X	X	X	X	X	Тест 2
• методы и особенности измерения электрических и неэлектрических физических величин	ИД-1 опк-а					X	X	X	X	Контрольная работа 2
Уметь:										
• производить выбор средств измерений в зависимости от характеристик исследуемых величин	ИД-1 опк-а			X	X	X	X	X	X	Защита лабораторных работ № 1, 5
• оценивать погрешности результатов измерений	ИД-1 опк-а	X	X	X	X	X	X	X	X	Контрольная работа 1
• эксплуатировать средства измерений в соответствии с их назначением и техническими характеристиками	ИД-1 опк-а			X	X	X	X	X	X	Защита лабораторных работ № 6, 13

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:

4 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):

4 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-reestri-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedrfm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная
библиотека» <https://nfb.ru/>
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 Ц4316, 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.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и информационно-измерительная техника

(название 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
		Срок КМ:	4	8	12	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