

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Техническое и информационное обеспечение построения и функционирования источников питания, сетей и объектов электрического хозяйства потребителей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВЕ**

<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.04
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	4 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	4 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	4 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	4 семестр - 75,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	4 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Янченко С.А.
	Идентификатор	R50a3970c-YanchenkoSA-d27968f

С.А. Янченко

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение особенностей организации различных измерений, необходимых для нормального функционирования объектов электрохозяйства

### Задачи дисциплины

- изучение методов измерения различных физических величин в электрохозяйстве предприятия;
- изучение принципов работы с измерительным оборудованием;
- освоение навыков работы с нормативно-технической документацией, государственными стандартами и прочей регламентирующей документацией в области измерений физических величин.

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 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Использует нормативно-техническую документацию и правила разработки комплектов проектной и рабочей документации	знать: - методы измерений электрических и неэлектрических величин в системах электроснабжения, допустимые нормы и отклонения.
ПК-3 Способность принимать участие в организации электрического хозяйства потребителей и обеспечении объектов электрической энергией	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов	уметь: - планировать и ставить задачи инструментальных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты измерений.
ПК-3 Способность принимать участие в организации электрического хозяйства потребителей и обеспечении объектов электрической энергией	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Использует нормативные правовые акты, отраслевые и корпоративные нормы и правила в сфере электроснабжения промышленных предприятий и иных объектов, в сфере организации электрического хозяйства потребителей	знать: - технологические процессы работы потребителей и технологические возможности имеющихся в приборном парке организации средств измерений для организации эффективной и безопасной работы персонала и безаварийной работы оборудования.
ПК-4 Способность участвовать в процессах управления энергетической эффективностью организаций и объектов	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Использует нормативно-правовые акты, нормативную и нормативно-техническую документацию, международные стандарты, методики и процедуры энергетического менеджмента для энергетического анализа и выбора наиболее эффективных решений и	уметь: - оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования потребителей, организовывать профилактические осмотры для формирования указаний по ремонту.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	оборудования в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций и различных объектов	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техническое и информационное обеспечение построения и функционирования источников питания, сетей и объектов электрического хозяйства потребителей (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, 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 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	Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.	23	4	3	-	3	-	-	-	-	-	17	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 512-525 [2], 4-10, 38-42, 55-66</p>
1.1	Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.	23		3	-	3	-	-	-	-	-	17	-	
2	Измерение показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности	30		5	-	4	-	-	-	-	-	21	-	
2.1	Измерение	30		5	-	4	-	-	-	-	-	21	-	

	показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 278-304, 605-609 [2], 66-67
3	Тепловизионное обследование электрооборудования	28.7	4	-	5	-	-	-	-	-	19.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловизионное обследование электрооборудования"
3.1	Тепловизионное обследование электрооборудования	28.7	4	-	5	-	-	-	-	-	19.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 49-64, 158-172, 219-224
4	Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения"
4.1	Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения	26	4	-	4	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 42-50 [3], 13-26, 228-231, 233-236
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	

	Всего за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	
	Итого за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	0.3	75.7			

**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. Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.

1.1. Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.

Основные метрологические понятия. Виды измерений – прямой и косвенный. Методы измерений. Погрешности по способу выражения, по характеру появления. Класс точности приборов. Обработка и представление результатов измерений. Измерение электрических величин – токов и напряжений промышленной частоты, сопротивлений, активной и реактивной мощности, частоты, угла сдвига фаз. Учет электроэнергии индукционными, электронными и микропроцессорными счетчиками. Сравнительные характеристики этих счетчиков, их метрологические показатели. Системы АСКУЭ и АСТУЭ, их архитектура, возможности и реализация в промышленности..

#### 2. Измерение показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности

2.1. Измерение показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности

Показатели качества электроэнергии. Перечень, нормирование. Анализатор качества электрической энергии, схема подключения к трехфазной электрической сети. Порядок работы с анализатором ПКЭ. Виновники ухудшения качества электроэнергии. Измерение освещенности. Требование к прибору. Подготовка к измерениям: операции, которые необходимо произвести (на месте измерений и с прибором) перед началом измерений. Необходимые условия для измерения освещенности от искусственного освещения. Коэффициент естественной освещенности. Минимальная, средняя и цилиндрическая освещенности..

#### 3. Тепловизионное обследование электрооборудования

3.1. Тепловизионное обследование электрооборудования

Методика тепловизионного обследования электрооборудования. Нормативы. Требования, предъявляемые к приборам для тепловизионного обследования электрооборудования и состав необходимого приборного парка. Способы оценки состояния токоведущих частей при тепловизионном обследовании: превышение температуры, избыточная температура, коэффициент дефектности. Особенности тепловизионного обследования при различных погодных условиях..

#### 4. Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения

4.1. Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения

Методика измерение сопротивления изоляции. Методика измерение сопротивления петли «фаза-нуль». Методика измерение сопротивления заземления. Методика проверки и испытания тепловых, электромагнитных и электронных расцепителей автоматического выключателя. Методика проверки и испытания устройства защитного отключения. Нормативы. Требования, предъявляемые к приборам и состав необходимого приборного

парка. Требования безопасности при проведении работ, порядок работы с прибором. Оформление результатов измерений.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет и измерение минимальной, средней и цилиндрической освещенности;
2. Расчет испытательного тока. Составление отчетов о проверке автоматических выключателей и устройств защитного отключения;
3. Измерение сопротивления изоляции и анализ результатов;
4. Расчет и измерение значений основных показателей качества электроэнергии;
5. Измерение сопротивления заземления и анализ результатов;
6. Определение количественных характеристик состояния токоведущих частей электрооборудования при тепловизионном обследовании;
7. Расчет погрешности приборов, определение класса точности прибора;
8. Измерение сопротивления петли «фаза-нуль» и анализ результатов;
9. Расчет и измерение электрических величин.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **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	
<b>Знать:</b>						
методы измерений электрических и неэлектрических величин в системах электроснабжения, допустимые нормы и отклонения	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Методы измерений и погрешностей»
технологические процессы работы потребителей и технологические возможности имеющихся в приборном парке организации средств измерений для организации эффективной и безопасной работы персонала и безаварийной работы оборудования	ИД-2ПК-3			+		Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Тепловизионное обследование электрооборудования»
<b>Уметь:</b>						
планировать и ставить задачи инструментальных исследований, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты измерений	ИД-1ПК-3		+			Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Измерение показателей качества электрической энергии и освещенности»
оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования потребителей, организовывать профилактические осмотры для формирования указаний по ремонту	ИД-1ПК-4				+	Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях»

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

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

**4 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Методы измерений и погрешностей» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Измерение показателей качества электрической энергии и освещенности» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 «Тепловизионное обследование электрооборудования» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 «Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №4)*

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

В диплом выставляется 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. Цырук С.А.- "Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий", Издательство: "МЭИ", Москва, 2010 - (745 с.) <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004203.html>;
2. Головин, В. А. Измерительная техника в электроснабжении (методы и приборы) : учебное пособие по курсу "Измерения в электроснабжении" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Головин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 72 с. - ISBN 978-5-383-00126-4 .;
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей . – М. : КноРус, 2013 . – 280 с. - ISBN 978-5-406-02980-0 ..

### **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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭППЭ-21а, Комната сотрудников	кресло рабочее, стол преподавателя, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-219/а, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба
	А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Организация измерений в электрохозяйстве

(название дисциплины)

#### 4 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Методы измерений и погрешностей» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Измерение показателей качества электрической энергии и освещенности» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Тепловизионное обследование электрооборудования» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 «Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	7	11	15
1	Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.					
1.1	Методы измерения электрических величин. Погрешности средств измерений. Класс точности приборов. Измерение электрических величин. Учет расхода электрической энергии.		+			
2	Измерение показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности					
2.1	Измерение показателей качества электрической энергии. Измерение освещенности			+		
3	Тепловизионное обследование электрооборудования					
3.1	Тепловизионное обследование электрооборудования				+	
4	Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения					
4.1	Электрические измерения в низковольтных распределительных сетях. Измерение сопротивления изоляции, петли «фаза-нуль», заземления. Проверка автоматических выключателей и устройств защитного отключения					+
Вес КМ, %:			15	30	30	25