

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технические средства электрических измерений

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 04.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины «Технические средства электрических измерений» являются:

- формирование у обучающихся знаний основ измерительной техники;
- формирование знаний о новейших средствах измерений, обеспечивающих прогресс в развитии науки и техники;
- освоение обучающимися основных положений о новейших средствах измерений, обеспечивающих прогресс промышленного производства высококачественной современной продукции.

Задачами освоения дисциплины «Технические средства электрических измерений» являются:

- формировании знаний и умений, необходимых при проектировании измерительных систем — для выбора приборов применительно к конкретным условиям технологических процессов;
- усвоение студентами основных принципов при внедрении измерительных систем — для наладки приборов с целью метрологического обеспечения объектов автоматизации;
- формирование навыков, необходимых при эксплуатации средств измерения — для проведения периодической поверки и настройки технических средств измерения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-6 - Способен осуществлять выбор средств измерения, проводить измерительные эксперименты, обработку и оценку их результатов при выполнении работ по техническому обслуживанию, ремонту и диагностике устройств электроснабжения железных дорог.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

классификацию видов и методов электрических измерений; правила выбора технических средств электрических измерений применительно к контролю параметров устройств электроснабжения; методики обработки результатов электрических измерений; классификацию и источники возникновения погрешностей и неопределённостей, характерных для

электрических измерений; принципы нормирования метрологических характеристик электроизмерительных приборов и преобразователей

Уметь:

вычислять погрешности и неопределённости электрических измерений, нормировать погрешности средств электрических измерений и вносить поправки в результаты; анализировать полученные результаты электрических измерений, оценивая их достоверность и соответствие требованиям к устройствам электроснабжения; обоснованно выбирать электроизмерительные приборы, измерительные преобразователи и измерительные каналы для решения задач диагностики и обслуживания

Владеть:

методами обработки результатов прямых и косвенных электрических измерений; навыками нормирования погрешностей и суммирования составляющих погрешности в измерительных цепях; принципами построения и практической настройки трактов электрических измерений в системах технического диагностирования устройств электроснабжения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий | Количество часов | |
|---|------------------|------------|
| | Всего | Семестр №1 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 64 | 64 |
| В том числе: | | |
| Занятия лекционного типа | 32 | 32 |
| Занятия семинарского типа | 32 | 32 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| 1 | <p>Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Назначение и принципы построения; - Структура; - Информационные связи; - Измерительные преобразователи; - Управляющие и корректирующие элементы; - Исполнительные механизмы и регулирующие органы; - Агрегатирование — основа систематического подхода к созданию современной электроизмерительной аппаратуры; - Структура и состав агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники. |
| 2 | <p>Физические величины и их единицы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Виды физических величин и единиц; - Системы единиц физических величин; - Международная система единиц физических величин; - Определение содержания основных единиц СИ; |
| 3 | <p>Общие сведения о средствах измерения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификация средств измерений; - Система воспроизведения единиц физических величин; - Эталонная база России; - Государственная система обеспечения единства измерений. |
| 4 | <p>Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы выбора и нормирования метрологических характеристик средств измерений; - Метрологические характеристики, предназначенные для определения результатов измерений; - Метрологические характеристики погрешностей средств измерений; - Нормирование динамических характеристик средств измерений; - Классы точности средств измерений; - Метрологическая надежность средств измерений. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| 5 | <p>Общие характеристики аналоговых измерительных приборов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификация аналоговых измерительных приборов; - Аналоговые первичные измерительные преобразователи; - Аналоговые показывающие и регистрирующие приборы. |
| 6 | <p>Измерение тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Единство и различие амперметров; - Измерение постоянного тока; - Измерение действующих значений переменного тока; - Измерения средних и амплитудных значений переменного тока; - Измерение малых токов. Нулевые указатели; - Цифровые измерительные приборы. |
| 7 | <p>Измерение напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Единство и различие вольтметров; - Измерение постоянных напряжений; - Измерение действующих значений переменных напряжений; - Измерение напряжений. Нулевые указатели; - Электронные аналоговые вольтметры; |
| 8 | <p>Измерение электрической мощности.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Измерение мощности в цепях постоянного и однофазного переменного тока; - Измерение активной мощности; - Измерение реактивной мощности. |
| 9 | <p>Измерение электрической энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Измерение активной энергии в цепях однофазного переменного тока; - Измерение активной энергии в цепях трехфазного переменного тока; - Измерение реактивной энергии. |
| 10 | <p>Тепловизионный контроль электрооборудования: физические основы и методика</p> <p>Тепловизионный контроль электрооборудования: физические основы и методика</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Физические принципы инфракрасной термографии и основные характеристики тепловизоров, влияющие на достоверность результатов; -Методика тепловизионного обследования электрических установок: подготовка, учёт коэффициента излучения, выбор условий съёмки, фокусировка; -Критерии оценки теплового состояния контактных соединений и токоведущих частей, анализ термограмм и ранжирование выявленных дефектов. |
| 11 | <p>Тепловизионная диагностика силовых трансформаторов и выпрямительных агрегатов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Термодинамические особенности работы масляных и сухих трансформаторов, характерные тепловые поля исправного оборудования; -Выявление дефектов вводов, контактов, системы охлаждения и магнитопровода трансформаторов по термограммам; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| | -Особенности контроля выпрямительных агрегатов: оценка нагрева полупроводниковых приборов, охладителей и силовой ошиновки. |
| 12 | <p>Тепловизионный контроль кабельных линий и электрических соединений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Тепловизионное обследование кабельных трасс, муфт и разделок, выявление локальных перегревов и дефектов изоляции; -Контроль контактных соединений в распределительных устройствах, включая разъединители, выключатели и предохранители; -Учёт особенностей эксплуатации устройств электроснабжения на железнодорожном транспорте и в метрополитене при организации тепловизионного контроля. |
| 13 | <p>Анализаторы качества электроэнергии: назначение, показатели и схемы подключения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Показатели качества электроэнергии по ГОСТ 32144, источники искажений в системах тягового электроснабжения;</p> <p>Функциональные возможности современных анализаторов качества (класс А и S), их основные технические характеристики;</p> <p>Правила и схемы подключения анализаторов к измерительным цепям напряжения и тока в электроустановках до и выше 1000 В.</p> |
| 14 | <p>Применение анализатора Fluke 1732 для энергетических обследований</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Технические характеристики Fluke 1732/1736, состав комплекта и программное обеспечение Fluke;</p> <p>Порядок конфигурирования прибора, настройка регистрации электрических параметров и показателей качества;</p> <p>Анализ сохранённых данных: построение трендов, формирование отчётов, интерпретация результатов при обследовании устройств электроснабжения.</p> |
| 15 | <p>Применение анализатора Chauvin Arnoux PEL 103 для мониторинга показателей качества</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Особенности конструкции PEL 103, совместимые токовые датчики, программное обеспечение PEL Transfer и DataView; -Регистрация гармонических искажений, несимметрии, фликера и параметров переходных процессов; -Сравнительные возможности с приборами Fluke, практические примеры анализа рекуперации и загрузки фидеров контактной сети. |
| 16 | <p>Обработка результатов электрических измерений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Математическая обработка многократных наблюдений: исключение грубых погрешностей, расчёт статистических характеристик; -Оценка неопределённости измерений по ГОСТ 34100.3, составление бюджета неопределённости для типовых электрических измерений; -Правила округления и представления результатов, документирование в протоколах диагностики устройств электроснабжения. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| 1 | Измерения напряжения в высокоомной цепи. Измерение переменных В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - расчета шунта для измерения больших токов. |
| 2 | Измерение мощности в трёхфазных цепях. Метод трех приборов. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - производства замеров параметров цепи. |
| 3 | Измерение параметров электрической цепи. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - использования комбинированных приборов. |
| 4 | Изучение принципа действия комбинированного прибора. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - использования осциллографов в различных режимах измерения сигналов. |
| 5 | Изучение принципа действия электронно-лучевого осциллографа. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - выбирать вид осциллографа в зависимости от поставленной задачи. |
| 6 | Измерение частоты переменного тока и коэффициента мощности с В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - производить измерение угла сдвига фаз. |
| 7 | Измерение частоты и временных интервалов электрических сигналов В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - выбора типа приборов для измерения параметров сигналов. |
| 8 | Измерение угла сдвига фаз. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - выбора типа приборов для измерения параметров сигналов. |
| 9 | Измерение сопротивления изоляции электрооборудования мегаомметром. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -определения пригодности изоляции по значению сопротивления и коэффициенту абсорбции. |
| 10 | Тепловизионное обследование контактных соединений электроустановок. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -выявления дефектных контактных соединений по термограмме с оценкой степени перегрева. |
| 11 | Измерение показателей качества электрической энергии анализатором Fluke 1732. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -регистрации и анализа отклонений напряжения и гармонических искажений в сети. |
| 12 | Измерение сопротивления заземляющих устройств. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -практического применения метода амперметра-вольтметра для контроля целостности заземления. |
| 13 | Проверка стрелочного амперметра методом сличения. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -определения основной погрешности и вариации показаний аналогового прибора. |
| 14 | Измерение мощности в цепях постоянного тока косвенным методом. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -вычисления мощности по показаниям амперметра и вольтметра с оценкой погрешности. |
| 15 | Проверка исправности силовых полупроводниковых приборов. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: -контроля целостности р-п переходов диодов и тиристоров с помощью мультиметра. |
| 16 | Измерение временных параметров срабатывания электромагнитных реле. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| | -регистрации времени срабатывания и отпускания коммутационного аппарата с использованием осциллографа. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|--|
| 1 | подготовка к лабораторным работам |
| 2 | работа с лекционным материалом и литературой |
| 3 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 4 | Подготовка к текущему контролю. |

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|----------|---|---|
| 1 | Захарова, А. Г. Измерительная техника : учебное пособие / А. Г. Захарова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 151 с. | https://reader.lanbook.com/book/6679 (дата обращения: 02.09.2025) |
| 2 | Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-7639-8. | https://e.lanbook.com/book/163397 (дата обращения: 29.01.2024). |
| 3 | Извеков, В. Н. Метрология, измерительная техника, основы стандартизации и сертификации : учебное пособие / В. Н. Извеков, А. Г. Кагиров. — Томск : ТПУ, 2011. — 149 с. — | https://e.lanbook.com/book/10305 (дата обращения: 03.06.2025) |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Маркерная доска или проектор, компьютерное оборудование.

Оборудование для проведения лабораторных работ:

Настольное оборудование:

Измеритель нелинейных искажений автоматический,

Частотомер электронно-счетный универсальный ,

Генератор сигналов низкочастотный

УНИП, УСИП,

Потенциометр постоянного тока,

Частотомер, Измеритель разности фаз,

Измеритель нелинейных искажений автоматический

Частотомер электронно-счетный универсальный

Вольтметр универсальный

Амперметр

Омметр

Мультиметр

Измеритель разности фаз,

Анализатор спектра

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 1 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

Д.С. Плетнев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин