ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«Метрология, стандартизация и сертификация» (Б1.Б.17)

для направления

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

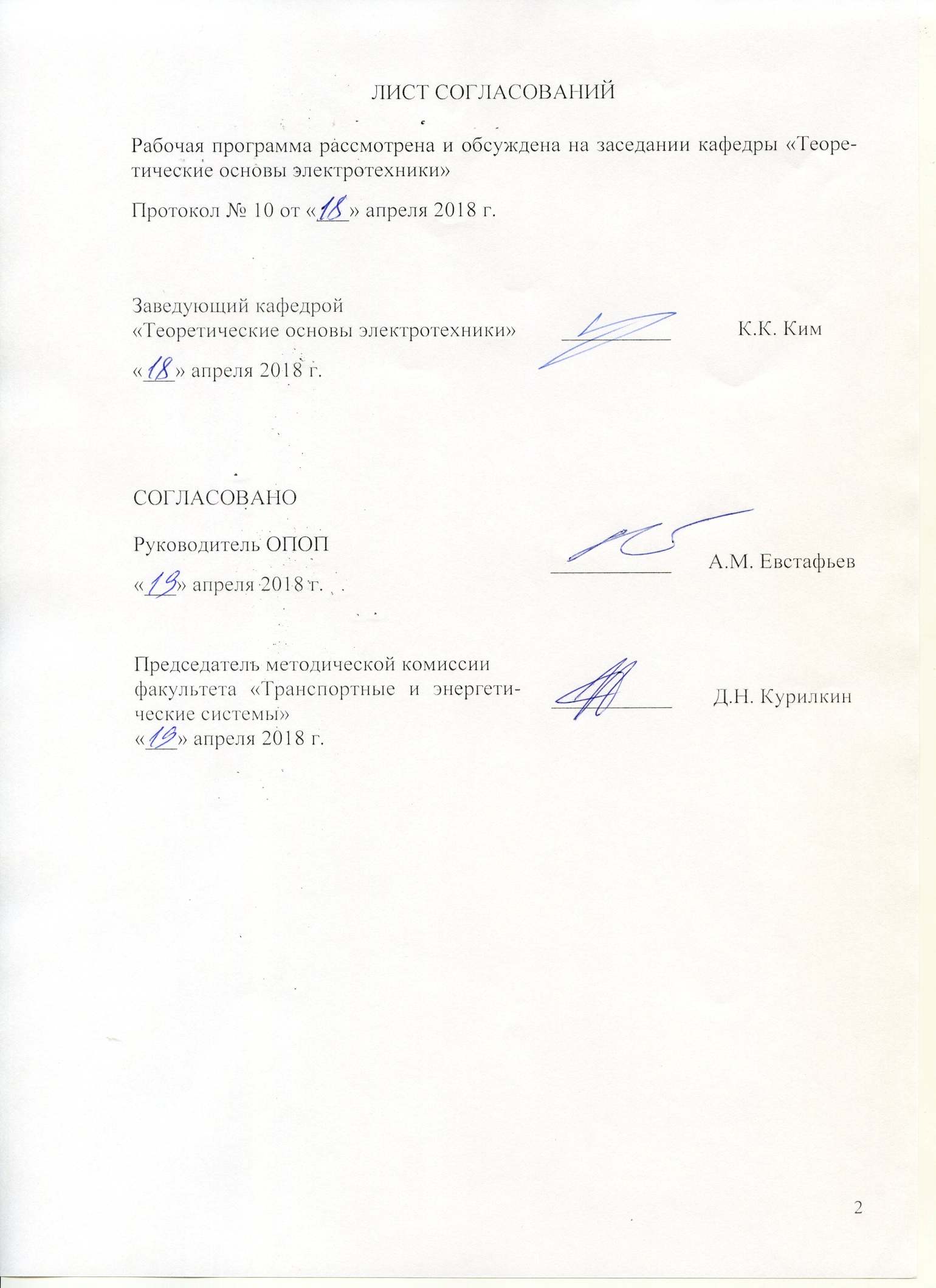
профиля

«Электрический транспорт»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным «3» сентября 2015 г., приказ № 955, для направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Целью преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у студентов знаний в области теоретических основ метрологии, обучение их практическим навыкам в использовании методов и средств электрических измерений, а также формирование понятий о стандартизации как средстве повышения технического уровня и качества продукции и о сертификации как процедуре, подтверждающей соответствие продукции стандарту или техническим условиям.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

– изучение правовых основ метрологии, стандартизации и сертификации;

– изучение устройства технических средств измерений;

– получение навыков в использовании методов и средств электрических измерений при выполнении лабораторных и исследовательских работ по смежным дисциплинам;

– изучение государственной системы обеспечения единства измерений.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

– правовые основы метрологии, стандартизации и сертификации;

– государственную систему обеспечения единства измерений;

– метрологические службы, обеспечивающие единство измерений;

– технические средства измерений;

– принципы построения международных и отечественных стандартов;

– правила пользования стандартами, комплексами стандартов и другой нормативно-технической документацией;

– структуру и функции государственной и ведомственной метрологических служб;

– организацию работы по стандартизации на железнодорожном транспорте;

– систему органов, осуществляющих сертификацию продукции;

– правила поверки измерительных приборов.

**Уметь:**

– применять методы и средства технических измерений;

– применять стандарты, технические регламенты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции;

– использовать основные методы и средства измерений электрических, магнитных и неэлектрических величин при выполнении лабораторных и исследовательских работ по специальным дисциплинам;

– использовать основные методы и средства измерений при обслуживании электротехнических устройств железнодорожного транспорта.

**Владеть:**

– методами и средствами технических измерений;

– приемами использования стандартов и других нормативных документов при оценке, контроле качества и сертификации продукции.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК),** соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

**производственно-технологическая деятельность:**

‒ способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);

‒ способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной образовательной**

**программы**

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к базовой части и является обязательной дисциплиной.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **5** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 68 | 64 |
| В том числе: |  |  |
| лекции (Л) | 34 | 34 |
| практические занятия (ПЗ) | – | – |
| лабораторные работы (ЛР) | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 31 | 31 |
| Подготовка к экзамену | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | Зачет | Зачет |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

### 5. Содержание и структура дисциплины

## 5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
| 1 | Основные положения | Роль метрологии и измерительной техники в решении задач научно-технического прогресса в области создания и эксплуатации электротехнических систем железнодорожного транспорта.  Государственная система обеспечения единства измерений. Международное сотрудничество в области измерений. |
| 2 | Основные понятия и определения | Основные метрологические термины и определения. Международная система единиц физических величин. Кратные и дольные приставки единиц. Классификация и краткая характеристика видов, методов и средств измерений; прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения; методы непосредственной оценки и методы сравнения; измерительные приборы, измерительные преобразователи, электроизмерительные установки, информационно-измерительные системы. |
| 3 | Погрешности измерений | Источники и классификация погрешностей измерений: инструментальные, методические и субъективные; систематические погрешности; случайные погрешности, законы их распределения, точечная и интегральные оценки случайных погрешностей; аддитивные и мультипликативные погрешности; основные и дополнительные погрешности; абсолютная, относительная и приведенная погрешности; погрешности косвенных измерений. |
| 4 | Метрологические и неметрологические характеристики средств измерений | Статические характеристики средств измерений: функция преобразования, диапазон и пределы измерений, чувствительность, входные параметры, класс точности, способы нормирования классов точности. Повышение точности измерений. Динамические характеристики средств измерений. Поверка средств измерений. |
| 5 | Обработка результатов измерений | Вероятностные оценки погрешностей при многократных измерениях. Числовые характеристики. Правила представления результатов измерений. |
| 6 | Масштабные измерительные преобразователи | Измерительные преобразователи тока и напряжения. Шунты, делители, измерительные трансформаторы. |
| 7 | Электроизмерительные аналоговые измерительные механизмы (ИМ) и приборы непосредственной оценки и их применение | Уравнение движения подвижной части ИМ. Общие детали и узлы. Магнитоэлектрические (МЭ) ИМ. МЭ логометр. Выпрямительные приборы. Эксплуатационные свойства, расширение пределов измерения. МЭ гальванометры (обыкновенные, баллистические, вибрационные), их устройство. Переходные процессы в МЭ гальванометрах. Термоэлектрические приборы и их характеристики. Импульсные и селективные электронные вольтметры и их свойства.  Устройство электромагнитных и электростатических ИМ и приборов. Область применения, эксплуатационные свойства и расширение пределов измерений.  Электро- и ферродинамические ИМ и приборы. Их применение в частотомерах и фазометрах. Эксплуатационные свойства, расширение пределов измерений.  Измерение мощностей. Электродинамический ваттметр. ЭД счетчик энергии. Индукционные счетчики энергии и их характеристики. Частотные характеристики ИМ. Влияние формы кривой измеряемой величины на показания приборов. |
| 8 | Электронные приборы | Измерение электрических величин электронными аналоговыми приборами. Электронные вольтметры (ЭВ) постоянного и переменного тока. Детекторы амплитудных, средних и действующих значений. Электронный омметр. Устройство электронных ваттметров. Общие эксплуатационные свойства ЭВ. Устройство электронных счетчиков. |
| 9 | Электронно-лучевые осциллографы (ЭО) | Устройство электронно-лучевой трубки. Принцип действия ЭО и его основные характеристики. Измерение временных интервалов, частоты и фазового сдвига с помощью ЭО. |
| 10 | Цифровые измерительные приборы | Измерение физических величин цифровыми приборами (ЦП). Основные определения, характеристики ЦП. Методическая погрешность и методы преобразования непрерывно изменяющихся величин в коды. Узлы ЦП. Устройство и принцип работы ЦП последовательного счета и поразрядного уравновешивания. Измерение интервалов времени, фазового сдвига, частоты, напряжений, токов и сопротивлений с помощью ЦП. Цифровые омметры. Быстродействующие ЦП. Общие замечания к ЦП. |
| 11 | Регистрация изменяющихся во времени электрических величин | Классификация регистрирующих приборов. Самопишущие приборы. Светолучевые осциллографы. МЭ вибратор. Регистрационные приборы с микроЭВМ. Магнитограф. Графопостроители и их устройство. Другие приборы регистрации. |
| 12 | Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы | Назначение, классификация, структура, метрологические характеристики информационно-измерительных систем (ИИС). Функциональные узлы и унифицированные сигналы ИИС. Телеизмерительные системы. Назначение, структура, метрологические характеристики измерительно-вычислительных комплексов (ИВК). |
| 13 | Микропроцессорные системы и микроЭВМ в измерительной технике | Основные направления применения микропроцессоров (МП) и микроЭВМ в измерительной технике. Архитектура измерительных систем с МП и микроЭВМ. Общие принципы построения МП. Измерительные приборы со встроенными МП. Измерительные системы на базе ЭВМ. Перспективы развития измерительной техники. |
| 14 | Прямые и косвенные методы измерения параметров электрических цепей | Измерение частоты и фазового сдвига. Методы одного, двух и трех приборов. |
| 15 | Измерение электрических величин методами сравнения с мерой | Общая теория мостовых схем. Мосты постоянного и переменного тока и их применение. Компенсаторы постоянного и переменного тока и их применение. |
| 16 | Измерение магнитных величин | Измерение параметров магнитного поля в статическом и динамическом режимах. Принцип действия веберметров и тесламетров. Измерение статических и динамических характеристик магнитных материалов. |
| 17 | Измерение неэлектрических величин | Принципы построения измерительных приборов. Измерительные датчики и преобразователи (параметрические, генераторные). Приборы для измерения температуры. Приборы для измерения геометрических величин. Применение лазерных дальномеров и интерферометров. Измерение механических величин (сил, давлений, моментов, механических напряжений, пройденного пути, скоростей и ускорений). Понятие о методах измерения вероятностных характеристик случайных процессов. |
| 18 | Основные положения государственной системы стандартизации | Понятие стандартизации. Законодательство РФ о стандартизации. Международное сотрудничество в области стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Организация работ по стандартизации. Нормативные документы по стандартизации и их применение. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Обеспечение единства измерений. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений. |
| 19 | Основные положения государственной системы сертификации | Понятие сертификации. Цели сертификации. Характер сертификации (обязательная и добровольная). Законодательство РФ о сертификации. Система сертификации. Сертификат и знак соответствия, значение сертификации в определении соответствия продукции стандарту или определенным требованиям. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1 | Основные положения | 1 |  |  | 1 |
| 2 | Основные понятия и определения | 1 |  |  | 1 |
| 3 | Погрешности измерений | 1 |  |  | 1 |
| 4 | Метрологические и неметрологические характеристики средств измерений | 2 |  |  | 2 |
| 5 | Обработка результатов измерений | 1 |  |  | 1 |
| 6 | Масштабные измерительные преобразователи | 2 |  |  | 1 |
| 7 | Электроизмерительные аналоговые измерительные механизмы (ИМ) и приборы непосредственной оценки и их применение | 2 |  | 8 | 2 |
| 8 | Электронные приборы | 2 |  | 6 | 2 |
| 9 | Электронно-лучевые осциллографы (ЭО) | 2 |  | 8 | 2 |
| 10 | Цифровые измерительные приборы | 2 |  | 4 | 2 |
| 11 | Регистрация изменяющихся во времени электрических величин | 2 |  |  | 1 |
| 12 | Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы | 2 |  |  | 2 |
| 13 | Микропроцессорные системы и микроЭВМ в измерительной технике | 2 |  |  | 1 |
| 14 | Прямые и косвенные методы измерения параметров электрических цепей | 2 |  | 4 | 2 |
| 15 | Измерение электрических величин методами сравнения с мерой | 2 |  | 6 | 2 |
| 16 | Измерение магнитных величин | 2 |  |  | 2 |
| 17 | Измерение неэлектрических величин | 2 |  |  | 2 |
| 18 | Основные положения государственной системы стандартизации | 2 |  |  | 2 |
| 19 | Основные положения государственной системы сертификации | 2 |  |  | 2 |
| **Итого** | | 34 |  | 34 | 31 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной**

**работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения |
| 1 | Основные положения | 1. Метрология, стандартиза­ция, сертификация и электро­измерительная техника: Учеб. пособие для вузов/Под ред. К.К. Кима. – М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2006. – 368 с.  2. Кайнова В.Н., Гребнева Т.Н., Тесленко Е.В., Куликова Е.А. Метрология, стандарти­зация и сертификация : Учеб. пособие. – СПб.: Издательство "Лань", 2015. – 368 с. (элек­тронный ресурс: [http:// e.lanbook.com](Http://e.lanbook.com)).  3. Мето­диче­ские указания к лабора­торным работам. |
| 2 | Основные понятия и определения |
| 3 | Погрешности измерений |
| 4 | Метрологические и неметрологические характеристики средств измерений |
| 5 | Обработка результатов измерений |
| 6 | Масштабные измерительные преобразователи |
| 7 | Электроизмерительные аналоговые измерительные механизмы (ИМ) и приборы непосредственной оценки и их применение |
| 8 | Электронные приборы |
| 9 | Электронно-лучевые осциллографы (ЭО) |
| 10 | Цифровые измерительные приборы |
| 11 | Регистрация изменяющихся во времени электрических величин |
| 12 | Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы |
| 13 | Микропроцессорные системы и микроЭВМ в измерительной технике |
| 14 | Прямые и косвенные методы измерения параметров электрических цепей |
| 15 | Измерение электрических величин методами сравнения с мерой |
| 16 | Измерение магнитных величин |
| 17 | Измерение неэлектрических величин |
| 18 | Основные положения государственной системы стандартизации |
| 19 | Основные положения государственной системы сертификации |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,**

**нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учеб. пособие для вузов/Под ред. К.К. Кима. – М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2006. – 368 с.

2. Кайнова В.Н., Гребнева Т.Н., Тесленко Е.В., Куликова Е.А. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство "Лань", 2015. – 368 с. (электронный ресурс: [http://e.lanbook.com](Http://e.lanbook.com)).

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Метрология и техническое регулирование: Учеб. пособие для вузов/Под ред. К.К. Кима. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 256 с. (электронный ресурс: [http://e.lanbook.com](Http://e.lanbook.com)).

2. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электроизмерительная техника. Ч.1: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2005. – 66 с.

3. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электроизмерительная техника. Ч.2: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2007. – 26 с.

4. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электроизмерительная техника. Ч.3: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. – 60 с.

5. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электроизмерительная техника. Ч.4: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. – 25 с.

6.Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электроизмерительная техника. Ч.5: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. – 29 с.

7. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электрические измерения неэлектрических величин: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 134 с. (электронный ресурс: [http://e.lanbook.com](Http://e.lanbook.com)).

8. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Чураков А.И. Поверка средств измерений электрических величин: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ Учебно-методич. центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 140 с. (электронный ресурс: [http://e.lanbook.com](Http://e.lanbook.com)).

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения».
2. ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Методические указания к лабораторной работе «Исследование электромеханических вольтметров»/Чураков А.И. – СПб: ПГУПС, 2001. – 13 с.

2. Методические указания к лабораторной работе «Измерение сопротивлений средней величины»/Чепурин В.П. – СПб: ПГУПС, 1997. – 13 с.

3. Методические указания к лабораторной работе «Двухлучевой электронный осциллограф и его применение»/Чураков А.И. – СПб: ПГУПС, 2004. – 14 с.

5. Методические указания к лабораторной работе «Мосты переменного тока»/Анисимов Г.Н. – СПб: ПГУПС, 2004. – 15 с.

6. Методические указания к лабораторной работе «Поверка счетчиков электрической энергии»/Чураков А.И. – СПб: ПГУПС, 2014. – 7 с.

7. Методические указания к лабораторной работе «Измерение мощности и энергий в трехфазных цепях»/Чепурин В.П. – СПб: ПГУПС, 1997. – 11 с.

8. Метрология, стандартизация и сертификация: Практикум/Анисимов Г.Н., Зазыбина Е.Б. ‒ СПб: ПГУПС, 2018. ‒ 35 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

**«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда [электронный ресурс]. ‒ Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ». – Режим доступа: [http://e.lanbook.com](http://e.lanbook.com/)/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

3. Электронно-библиотечная система ibooks. – Режим доступа: <http://ibooks/ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. Электронная библиотека ЮРАЙТ. ‒ Режим доступа: https://biblio-online.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам». Режим доступа: http://window.edu.ru/ (доступ свободный).

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

**11. Перечень информационных технологий, используемых при**

**осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая**

**перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

1. Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интеравктивная доска).

2. Методы обучения с использованием информационных технологий(демонстрация мультимедийныхматериалов).

3. Электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/>

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лецензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и посещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, пакет MS Office.

