

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Н. С. Будченко

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов бакалавриата по направлению
подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 681.5

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент
проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» В. И. Устич

Будченко, Н. С.

Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **Н. С. Будченко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 23 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к практическим и лабораторным занятиям, подготовке и сдаче зачета с оценкой, выполнению самостоятельной работы.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы дисциплины направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматики 28 сентября 2022 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 29 сентября 2022 г., протокол № 7

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Будченко Н. С., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| Тематический план..... | 5 |
| Содержание дисциплины и указания к изучению | 6 |
| Методические указания по проведению лабораторных занятий | 11 |
| Методические указания по проведению практических занятий | 12 |
| Методические указания по выполнению самостоятельной работы | 13 |
| Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины . | 14 |
| Требования к аттестации дисциплины..... | 14 |
| 1.Текущая аттестация | 14 |
| 2.Промежуточная аттестация по дисциплине | 17 |
| Заключение | 20 |
| Библиографический список | 22 |

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация».

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и навыков в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний об измерениях, методах и технических средствах, обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности;
- изучение деятельности, направленной на разработку норм, правил и характеристик с учетом передового опыта в целях обеспечения безопасности продукции, работ и услуг в области всех сфер человеческой деятельности;
- изучение деятельности подтверждения качества продукции и услуг действующим нормативным документам.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия метрологии;
- основные физические величины и их разновидности;
- принципы построения технических средств измерений (ТСИ);
- расширенные виды погрешностей ТСИ;
- основные положения закона о техническом регулировании;
- сущность стандартизации и сертификации;

уметь:

- применять ТСИ;
- рассчитывать разные виды погрешностей и вероятности правильности измерений;
- использовать информационные технологии для автоматизации расчетов;
- использовать в работе правовые акты (технические регламенты, стандарты, сертификаты и др.);

владеть:

- методами решения конкретных измерительных задач, выполнения метрологических расчетов при обработке результатов измерительного эксперимента, поверки ТСИ и др.;
- методами выбора ТСИ для измерений, анализа научно-технической литературы, моделирования измерительных экспериментов;
- навыками оценки правильности работы приборов.

Дисциплина опирается на компетенции, полученные при изучении таких дисциплин, как: «Математический анализ», «Физика» и «Информационно-измерительная техника».

Знания, полученные студентами при освоении дисциплины, могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, выполняемых лабораторных работ, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины, возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки, каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – зачету с оценкой.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделу ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), т. е. 108 академических часов (93 астр. часа) контактной (лекционных, практических и лабораторных занятий) и самостоятельной учебной работы студента; связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено ниже.

Формы аттестации по дисциплине:

очная форма, шестой семестр – зачет с оценкой;

заочная форма, шестой семестр – зачет с оценкой.

Объем учебной работы (трудоемкость освоения) и структура дисциплины в очной и заочной формах обучения приведены в соответственно в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 - Объем (трудоемкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

| Номер и наименование темы, вид учебной работы | Объем учебной работы, ч | | | | | |
|--|-------------------------|----|----|----|-----|-------|
| | Контактная работа | | | | СРС | Всего |
| | ЛК | ЛЗ | ПЗ | РЭ | | |
| Семестр – 6, трудоемкость – 3 ЗЕТ (108 ч) | | | | | | |
| 1. Основные понятия метрологии | 2 | - | - | - | 4 | 6 |

| Номер и наименование темы, вид учебной работы | Объем учебной работы, ч | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| | Контактная работа | | | | СРС | Всего |
| | ЛК | ЛЗ | ПЗ | РЭ | | |
| 2. Виды и характеристика средств измерений | 6 | 16 | 16 | 2 | 18 | 58 |
| 3. Основные понятия стандартизации | 2 | - | - | 4 | 8 | 14 |
| 4. Основные понятия и назначение системы сертификации | 2 | - | - | 4 | 12 | 18 |
| 5. Сертификация в электроэнергетике | 2 | - | - | 4 | 5,85 | 11,85 |
| Учебные занятия | 14 | 16 | 16 | 14 | 47,85 | 107,85 |
| Промежуточная аттестация | зачет с оценкой | | | | | 0,15 |
| Итого по дисциплине | | | | | | 108 |

ЛК – лекции, *ЛЗ* – лабораторные занятия, *ПЗ* – практические занятия, *РЭ* – контактная работа посредством электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), *СРС* – самостоятельная работа студентов.

Таблица 2 - Объем (трудоёмкость освоения) в заочной форме обучения и структура дисциплины

| Номер и наименование темы, вид учебной работы | Объем учебной работы, ч | | | | | |
|--|-------------------------|----------|----------|----------|-------------|--------------|
| | Контактная работа | | | | СРС | Всего |
| | ЛК | ЛЗ | ПЗ | РЭ | | |
| Семестр – 6, трудоёмкость – 3 ЗЕТ (108 ч) | | | | | | |
| 1. Основные понятия метрологии | 1 | - | - | - | 14 | 15 |
| 2. Метрологические свойства и характеристики средств измерений | 1 | 4 | 2 | 2 | 28 | 37 |
| 3. Основные понятия стандартизации | 1 | - | - | - | 16 | 17 |
| 4. Основные понятия и назначение системы сертификации | 1 | - | - | - | 14 | 15 |
| 5. Сертификация в электроэнергетике | - | - | - | 4 | 15,5 | 19,5 |
| Учебные занятия | 4 | 4 | 2 | 6 | 87,5 | 103,5 |
| Промежуточная аттестация | зачет с оценкой | | | | | 4,5 |
| Итого по дисциплине | | | | | | 108 |

ЛК – лекции, *ЛЗ* – лабораторные занятия, *ПЗ* – практические занятия, *РЭ* – контактная работа посредством электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), *СРС* – самостоятельная работа студентов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ

Тема 1. Основные понятия метрологии

Перечень изучаемых вопросов:

Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Статистическая обработка экспериментальных данных.

Методические указания к изучению:

Рассматриваются основные понятия метрологии. Представлена классификация методов измерений.

Литература:

1. Перемитина, Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / Т. О. Перемитина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2016. – 150 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 144. – Текст: электронный.
2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / М. Мастепаненко, И. Шарипов, И. Воротников [и др.]; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2020. – 144 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614089> (дата обращения: 27.10.2022). – Текст: электронный.

Контрольные вопросы:

1. Что является предметом изучения метрологии? Какие разделы включает метрология?
2. Дайте определение понятию «физическая величина».
3. Для чего используются эталонные технические средства?
4. В чем заключается отличие между истинным и действительным значением физической величины?
5. Приведите примеры влияющих физических величин при измерении напряжения постоянного тока, влажности пара.

Тема 2. Метрологические свойства и характеристики средств измерений

Перечень изучаемых вопросов:

Метрологические характеристики средств измерений. Теплотехнические измерения и приборы. Электрические измерения и приборы. Метрологическое обеспечение измерительных систем.

Методические указания к изучению:

Рассматриваются метрологические характеристики средств измерений. Приводятся характеристики теплотехнических и электрических средств измерений.

Литература:

1. Перемитина, Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / Т. О. Перемитина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2016. – 150 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 144. – Текст: электронный.
2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / М. Мастепаненко, И. Шарипов, И. Воротников [и др.]; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2020. – 144 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614089> (дата обращения: 27.10.2022). – Текст: электронный.
3. Усманов, Р. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методическое пособие: [16+] / Р. А. Усманов, С. Г. Кондрашева, В. А. Лашков; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 172 с.: ил., табл., схем – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683835> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 168. – ISBN 978-5-7882-2675-0. – Текст: электронный.
4. Технологические измерения и приборы: метод. указ. по вып. лаб. раб. для студ. вузов / В. П. Петелин, Н. С. Будченко, Н. А. Долгий; КГТУ. - Калининград: КГТУ, 2006. - 120 с.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «метрологическая характеристика».
2. В чем заключается отличие нормируемых метрологических характеристик от действительных?
3. Перечислите нормируемые метрологические характеристики.
4. Что называется статической характеристикой средств измерений, в каком виде она может быть представлена?
5. Дайте определение понятию «класс точности»?

Тема 3. Основные понятия стандартизации

Перечень изучаемых вопросов:

Нормативно-правовая база стандартизации. Функции и методы стандартизации. Порядок разработки, принятия и отмены стандартов. Система энергетического менеджмента. Международная стандартизация.

Методические указания к изучению:

Приводится нормативно-правовая база стандартизации. Рассматриваются функции и методы стандартизации.

Литература:

1. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: учебник / А. В. Архипов, Ю. Н. Берновский, А. Г. Зекунов [и др.]; под ред. В. М. Мишина. – Москва: Юнити-Дана, 2017. – 448 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684710> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-238-01173-8. – Текст: электронный.
2. Голуб, О. В. Стандартизация, метрология и сертификация: учеб. пособие: [16+] / О. В. Голуб, И. В. Сурков, В. М. Позняковский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. – 335 с.: табл., схем. – (Университетская серия). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57452> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-379-00688-4. – Текст: электронный.

Контрольные вопросы:

1. Что называется нормативным документом?
2. Какие документы относятся к документам в области стандартизации?
3. Назовите основной закон, регулирующий отношения в области стандартизации.
4. Назовите виды разрабатываемых стандартов в зависимости от объекта стандартизации, приведите примеры.
5. Дайте определение понятию комплекса стандартов, приведите примеры.

Тема 4. Основные понятия и назначение системы сертификации

Перечень изучаемых вопросов:

Цели и принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия. Нормативные документы в области сертификации. Организация и участники обязательного и добровольного подтверждения соответствия. Участники сертификации. Виды испытаний. Схемы сертификации.

Методические указания к изучению:

Рассматриваются основные понятия и назначение системы сертификации. Приведены схемы сертификации.

Литература:

1. Перемитина, Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / Т. О. Перемитина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2016. – 150 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 144. – Текст: электронный.
2. Сергеев, А. Г. Сертификация: учеб. пособие / А. Г. Сергеев. – Москва: Логос, 2008. – 176 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84871> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-98704-302-6. – Текст: электронный.

Контрольные вопросы:

1. Какие действия содержат схемы сертификации?
2. Из каких элементов состоят схемы сертификации?
3. Какие действия содержат схемы декларирования?
4. Чем определяется состав доказательных материалов при декларировании соответствия?
5. Перечислите исполнителей и этапы подтверждения при декларировании соответствия.

Тема 5. Сертификация в электроэнергетике

Перечень изучаемых вопросов:

Структура и функции в системе сертификации. Схемы сертификации электрооборудования и электрической энергии. Описание схем сертификации при сертификации электрооборудования. Особенности обязательной сертификации отдельных видов электрооборудования. Особенности обязательной сертификации электрической энергии.

Методические указания к изучению:

Структура и функции в системе сертификации объектов электроэнергетики. Приведено описание схем сертификации при сертификации электрооборудования.

Литература:

1. Перемитина, Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / Т. О. Перемитина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2016. – 150 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 144. – Текст: электронный.

2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / М. Мастепаненко, И. Шарипов, И. Воротников [и др.]; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2020. – 144 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614089> (дата обращения: 27.10.2022). – Текст: электронный.
3. Сергеев, А. Г. Сертификация: учеб. пособие / А. Г. Сергеев. – Москва: Логос, 2008. – 176 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84871> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-98704-302-6. – Текст: электронный.

Контрольные вопросы:

1. Функции участников системы сертификации в области электроэнергетики.
2. Для какой продукции и при каких условиях применяются схемы сертификации в области электроэнергетики?
3. Какие схемы применяются при сертификации серийно выпускаемого электрооборудования?
4. Какие средства применяются при сертификации высоковольтного оборудования?
5. Какие схемы применяются при сертификации кабельной продукции?

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Особое место в структуре дисциплины занимает практикум, включающий в себя 8 лабораторных работ. Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

| Номер темы | Содержание лабораторного занятия | Очная форма, ч | Заочная форма, ч |
|-------------------|---|-----------------------|-------------------------|
| 2 | Исследование и поверка электрических ТСИ напряжений и токов | 2 | 2 |
| 2 | Исследование и оценка погрешности электросчетчиков | 2 | - |
| 2 | Изучение и поверка ТСИ температуры (мосты и логометры) | 2 | 2 |
| 2 | Изучение и поверка ТСИ давления с помощью грузопоршневого манометра | 2 | - |

| Номер темы | Содержание лабораторного занятия | Очная форма, ч | Заочная форма, ч |
|------------|--|----------------|------------------|
| 2 | Изучение и поверка ТСИ угловой скорости | 2 | - |
| 2 | Исследование работы и калибровка аналогового осциллографа | 2 | - |
| 2 | Изучение работы измерительных резисторных мостовых схем постоянного и переменного тока | 2 | - |
| 2 | Исследование расходомера газа с дополнительным измерением температуры и давления с приборами ПО «Овен» | 2 | - |
| | ИТОГО: | 16 | 4 |

Лабораторный практикум проводится в лаборатории кафедры цифровых систем и автоматики №254 ГУК. Студент в ходе лабораторного практикума согласно методическим указаниям и заданию преподавателя выполняет работы, связанные с изучением технических средств измерений. Защита лабораторной работы проводится на основании выполненного отчета по лабораторной работе, а также ответа на контрольные вопросы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

На практических занятиях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического и практического материала и ответы на вопросы студентов. На практических занятиях используется разбор заданий, связанных с методикой обработки результатов научного эксперимента.

Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине. Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

| Номер темы | Содержание практического занятия | Очная форма, ч | Заочная форма, ч |
|------------|---|----------------|------------------|
| 2 | Нахождение диапазона значений измеряемого параметра прибора по его классу точности. Расчет шунтов и добавочных резисторов | 2 | 1 |

| Номер темы | Содержание практического занятия | Очная форма, ч | Заочная форма, ч |
|------------|---|----------------|------------------|
| 2 | Расчет мостовых измерительных схем постоянного и переменного тока | 4 | - |
| 2 | Решение задач по расчету погрешностей измерений | 4 | 1 |
| 2 | Измерительные преобразователи физических величин. Поверочные и калибровочные схемы. | 4 | - |
| 2 | Решение задач по обработке результатов измерений | 2 | - |
| | ИТОГО: | 16 | 2 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в том числе в компьютерном классе (лаб. 143а, главный учебный корпус), оснащенном персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет. Объем (трудоёмкость освоения) и формы СРС приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Объем (трудоёмкость освоения) и формы СРС

| № п/п | Вид (содержание) СРС | Кол-во часов | | Форма контроля, аттестации |
|-------|---|--------------|---------------|---|
| | | очная форма | заочная форма | |
| 1 | Освоение теоретического учебного материала (в том числе подготовка к лабораторным, практическим занятиям, оформление работ, подготовка к защите лабораторных работ) | 47,85 | 53 | Текущий контроль: - контроль на лекциях, практических занятиях; - защита лабораторных работ |
| 2 | Индивидуальные контрольные задания | - | 34,5 | Текущий контроль: - защита индивидуальных контрольных заданий |

| | | | |
|-------|--------------|-------------|--|
| Итого | 47,85 | 87,5 | |
|-------|--------------|-------------|--|

При выполнении контрольной работы для студентов заочной формы обучения предлагается в соответствии с заданным вариантом выполнить задачи, связанные с оценкой погрешностей средств измерений и погрешностей результатов измерений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса по изучению дисциплины основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

В ходе изучения дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте основных понятий метрологии, стандартизации и сертификации, но и практическом применении методов и средств измерений при исследовании конкретного объекта электроэнергетики. Для успешного освоения дисциплины необходимо ознакомиться с базовыми понятиями в области теории погрешностей и статистической обработки результатов измерений.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. На лекциях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического материала и ответы на вопросы студентов. При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения поставленных задач, задавать преподавателю вопросы с целью уяснения теоретических положений, области их применения, разрешения спорных ситуаций. В конце лекции выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. Для закрепления изученного материала, определения «пробелов» в знаниях студентов на лекциях проводится контроль (устный опрос). Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала и устном опросе учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами на лекциях, в ходе лабораторных и практических занятий и проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. ТЕКУЩАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента.

Контроль на лекциях по отдельным темам используются для оценки освоения тем дисциплины. Контроль производится в виде устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса на лекциях по отдельным темам:

Тема 1. Основные понятия метрологии

1. Перечислите классификационные признаки видов измерений.
2. Измерение температуры перегретого пара в режиме пуска парового котла будет относиться к динамическим или статическим измерениям?
3. Классифицируйте измерение мощности с помощью ваттметра по способу получения результата измерения.

Тема 2. Метрологические свойства и характеристики средств измерений

1. Каким образом способ обозначения класса точности на измерительном устройстве связан с определяемой им допускаемой погрешностью?
2. Количественной характеристикой какой погрешности является вариация?
3. В чем заключается отличие процедуры поверки от калибровки измерительного устройства?

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля (опроса) выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в таблице 6. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

Текущий контроль в виде защиты лабораторных работ проводится на лабораторном практикуме, целью которого является формирование умений и навыков по использованию технических средств измерений. Защита лабораторной работы проводится на основании выполненного отчета представления ее результатов на компьютере, а также ответа на контрольные вопросы к лабораторным работам. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им технических и программных средств получает по лабораторной работе оценку «зачтено». Практические занятия проводятся с целью углубить, систематизировать и закрепить полученные на лекциях знания, привить навыки поиска, обобщения и

изложения учебного материала, сформировать навыки (умение) решать практические задачи, связанные с оценкой метрологических характеристик технических средств измерений.

С целью контроля качества самостоятельной работы студентов заочной формы запланировано выполнение и защита контрольной работы. Система оценивания и критерии оценки контрольной работы приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Система оценивания критерии оценки контрольной работы

| Критерий | Система оценок | | | |
|---|---|--|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| 1 Работа с информацией | Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи | Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи | Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи | Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи |
| 2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта | Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только | В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный |

| Критерий | Система оценок | | | |
|---|---|---|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | некоторые из имеющихся у него сведений | | вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные | анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задаче |
| 3 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма | Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи |

2 ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формой отчетности по дисциплине для студента является зачет с оценкой. К зачету с оценкой по дисциплине допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, выполнившие все практические задания, предусмотренные в рабочей программе дисциплины, а также все работы по текущему контролю. Оценка по зачету учитывает результаты работы студента в семестре, а также знания, умения и навыки, продемонстрированные в процессе обучения и на аттестации по дисциплине.

В случае отсутствия на более чем 30 % лекционных занятий для получения положительной оценки студент должен ответить на один из контрольных вопросов по дисциплине или успешно пройти тестирование (таблица 7).

Таблица 7 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении тестирования или ответа на контрольные вопросы

| Критерий | Система оценок | | | |
|---|---|---|--|--|
| | Процент правильных ответов | | | |
| | 0-40 % | 41-60 % | 61-80 % | 81-100 % |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| 1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов | Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой) | Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект |
| 2 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма | Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках |

| Критерий | Система оценок | | | |
|----------|----------------------------|-----------|---------|---------------------|
| | Процент правильных ответов | | | |
| | 0-40 % | 41-60 % | 61-80 % | 81-100 % |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | допускает ошибки | | | поставленной задачи |

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Определение метрологии. Основные понятия метрологии: физическая величина (параметр), измерение, техническое средство (прибор), измеряемая величина, значение (размер) величины (количественные и качественные), истинное и действительное значение величины, единство и точность измерений, цена деления и диапазон измеряемой величины прибора и т. д.
2. Погрешность измерения. Классификация погрешностей по классам: систематические, случайные и промахи. Примеры систематических, случайных и грубых погрешностей (промахов).
3. Основные виды погрешностей: абсолютная, относительная, приведенная и их составляющие методическая, аддитивная, мультипликативная и др. Способы уменьшения погрешности измерений. Единицы измерения погрешностей.
4. Класс точности прибора. Две формулы расчета класса точности.
5. Класс точности цифрового прибора.
6. Правила округлений результатов измерений и значений погрешности.
7. Случайные погрешности и их математическое описание с помощью теории вероятностей.
8. Международная (интернациональная) система единиц СИ (SI). Основные и производные единицы системы, их определение и размерность. Приставки и множители единиц величин.
9. Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами системы СИ.
10. Шкала физической величины. Шкалы наименований (классификаций), порядка (рангов), интервалов (разностей), отношений, абсолютные шкалы. Примеры.
11. Классификация измерений (однократные, многократные, прямые, косвенные, совместные, совокупные, статические, динамические, измерения максимально возможной точности, контрольные, технические, равноточные, неравноточные и др.).
12. Методы измерений [методы непосредственной оценки (отклонения), сравнения с мерой, замещения, совпадения, дифференциальный, нулевой, аналоговый цифровой].
13. Измерительные преобразователи электрических величин: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные

- трансформаторы тока и напряжения, измерительные усилители и выпрямители.
14. Шкалы аналоговых приборов (прямые и обратные), равномерные и неравномерные и др.
 15. Мостовые резисторные схемы постоянного и переменного тока. Условие равновесия. Параметры измерительного моста.
 16. Двух-, трех- и четырехпроводные мостовые измерительные схемы. Цель соединения.
 17. Принцип работы аналогового осциллографа.
 18. Принцип работы частотомера.
 19. Поверка и калибровка средств измерений.
 20. Принципы статистической обработки многократных измерений.
 21. Процедура определения погрешности однократного измерения величины.
 22. Аналог терминологий концепции неопределенности измерений и классической теории точности.
 23. Закон об обеспечении единства измерений. Назначение и сфера распространения государственного контроля и надзора.
 24. Закон о техническом регулировании. Основные понятия технического регулирования.
 25. Основные принципы технического регулирования.
 26. Правовые основы технического регулирования.
 27. Положения Государственной системы технического регулирования и стандартизации.
 28. Технические регламенты. Применение технических регламентов.
 29. Субъекты технических регламентов.
 30. Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента.
 31. История развития стандартизации. Сущность, задачи и элементы стандартизации. Принципы и методы стандартизации.
 32. Нормативные документы по стандартизации и их категории. Виды стандартов.
 33. Общероссийские классификаторы. Примеры.
 34. Виды стандартов. Требования и порядок разработки стандартов.
 35. Методы стандартизации.
 36. Методы определения показателей качества.
 37. Общие понятия о сертификации, объекты и цели сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.
 38. Понятие качества продукции.
 39. Аккредитация органов по сертификации.
 40. Схемы сертификации электрооборудования и электрической энергии
 41. Описание схем сертификации при сертификации электрооборудования
 42. Особенности обязательной сертификации отдельных видов электрооборудования
 43. Особенности обязательной сертификации электрической энергии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения дисциплины предусматривается применение эффективных методик обучения, которые предполагают постановку вопросов проблемного характера с разрешением их, как непосредственно в ходе занятий, так и в ходе самостоятельной работы. Реализация программы предполагает использование интерактивных форм проведения лабораторных и практических занятий. Проведение лабораторных занятий подразумевает обучение, построенное на групповой совместной деятельности студентов, в том числе с использованием персонального компьютера.

В лекциях по предмету излагаются основные знания по курсу дисциплины. Самостоятельная работа имеет особое значение для прочного усвоения материала. Она помогает научиться правильно, ориентироваться в научной литературе, самостоятельно мыслить и находить правильные ответы на возникающие вопросы. В ходе всех видов занятий происходит углубление и закрепление знаний студентов, вырабатывается умение правильно излагать свои мысли.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Освоение дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является одним из основополагающих шагов к формированию будущего специалиста в области электроэнергетики. Приобретенные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки будут углубляться и совершенствоваться в процессе дальнейшего обучения и могут быть применены в профессиональной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перемитина, Т. О. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / Т. О. Перемитина; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2016. – 150 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 144. – Текст: электронный.
2. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие: [16+] / М. Мастепаненко, И. Шарипов, И. Воротников [и др.]; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2020. – 144 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614089> (дата обращения: 27.10.2022). – Текст: электронный.
3. Усманов, Р. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методическое пособие: [16+] / Р. А. Усманов, С. Г. Кондрашева, В. А. Лашков; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 172 с.: ил., табл., схем – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683835> (дата обращения: 27.10.2022). – Библиогр.: с. 168. – ISBN 978-5-7882-2675-0. – Текст: электронный.
4. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: учебник / А. В. Архипов, Ю. Н. Берновский, А. Г. Зекунов [и др.]; под ред. В. М. Мишина. – Москва: Юнити-Дана, 2017. – 448 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684710> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-238-01173-8. – Текст: электронный.
5. Голуб, О. В. Стандартизация, метрология и сертификация: учебное пособие: [16+] / О. В. Голуб, И. В. Сурков, В. М. Позняковский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. – 335 с.: табл., схем. – (Университетская серия). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57452> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-379-00688-4. – Текст: электронный.
6. Сергеев, А. Г. Сертификация: учеб. пособие / А. Г. Сергеев. – Москва: Логос, 2008. – 176 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84871> (дата обращения: 27.10.2022). – ISBN 978-5-98704-302-6. – Текст: электронный.
7. Технологические измерения и приборы: метод. указ. по вып. лаб. раб. для студ. вузов / В. П. Петелин, Н. С. Будченко, Н. А. Долгий; КГТУ. – Калининград: КГТУ, 2006. – 120 с.

Локальный электронный методический материал

Наталья Сергеевна Будченко

Метрология, стандартизация и сертификация

Редактор Г. А. Смирнова

Уч.-изд. л. 1,6. Печ. л. 1,5

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1