

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
3	3	108	32	16	0	16	60	Зач.
Итого	3	108	32	16	0	16	60	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

З.1 процедуры стандартизации, видов и категорий стандартов, процедур и схем сертификации, видов и методов испытаний, нормативно-законодательной базы стандартизации и сертификации

2) **уметь:**

У.1 организовывать метрологическое обеспечение технологических объектов и процессов, обрабатывать результаты полученных измерений, искать и применять нормативно-технические документы в предметной области

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 выполнять измерения в предметной области в соответствии с реализуемым видом и методом измерений, рассчитывать метрологические характеристики средств измерений, выбирать методики средств измерений

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» являются:

Изучение студентами методов и средств проведения измерений, обеспечения их единства и требуемой точности, освоение принципов стандартизации и сертификации как основных инструментов обеспечения качества продукции

Основными задачами дисциплины являются:

Освоение студентами принципов, методов и средств метрологического обеспечения и основных положений в области стандартизации и метрологии

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» (Б1.В.ДВ.7.1) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	З-ОПК-6 Знать: средства измерения электрических и неэлектрических величин
	У-ОПК-6 Уметь: выбирать средства измерения и проводить измерения
	В-ОПК-6 Владеть: навыками проведения измерений, обработки результатов измерений и оценки их погрешности

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 3, 108 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 3.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Метрология»
- раздел 2 – «Стандартизация»
- раздел 3 – «Сертификация»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
3 семестр (18 недель)								
1	Метрология	16	16		39	5/Дск1, 8/Дск2, 2/Зд1, 6/Зд2, 8/Зд3, 10/Зд4, 12/Зд5, 16/Зд6	16/КР1	50
2	Стандартизация	10			12		13/КР2	5
3	Сертификация	6			9		16/КР3	5
	Зачет							40
Итого за 3 семестр:		32	16		60			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: средства измерения электрических и неэлектрических величин (З-ОПК-6)	1, 2, 3	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)
– Уметь: выбирать средства измерения и проводить измерения (У-ОПК-6)	1, 2, 3	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)
– Владеть: навыками проведения измерений, обработки результатов измерений и оценки их погрешности (В-ОПК-6)	1, 2, 3	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Метрология	
1.1 Основные понятия метрологии. Триада методов и видов деятельности по обеспечению качества, МЕТРОЛОГИЯ. Основные понятия, Физическая величина, Системы физических величин, Основные единицы физических величин СИ, Воспроизведение единиц физических величин	2
1.2 Виды и методы измерений. Виды и методы измерений, Модель измерения	2
1.3 Погрешности измерений. Погрешности измерений. Представление результатов измерений	2
1.4 Выявление грубых погрешностей. Качество измерений. Выявление грубых погрешностей	2
1.5 Методы обработки результатов измерений. Методы обработки результатов измерений. Виды средств измерений. Метрологические характеристики СИ	2
1.6 Классы точности СИ. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ	2
1.7 Государственный метрологический контроль. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНО ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ	2
1.8 Поверка средств измерения. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
Раздел 2 Стандартизация	
2.1 Основные положения стандартизации.	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.2 Российские и Международные организации по стандартизации. Российские и Международные организации по стандартизации	2
2.3 Методы стандартизации. систематизация, кодирование и классификация; унификация и симплификация; типизация; агрегатирование; комплексная и опережающая стандартизация.	4
2.4 Научно-технические принципы стандартизации. Научно-технические принципы стандартизации, Категории и виды стандартов	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>10</i>
Раздел 3 Сертификация	
3.1 Основные понятия сертификации. Основные понятия Система сертификации ГОСТ Р Цели, принципы и формы сертификации Участники сертификации	2
3.2 Оценка и подтверждение соответствия. Оценка и подтверждение соответствия Формы подтверждения соответствия: обязательная сертификация, декларирование соответствия и добровольная сертификация. Участники обязательной сертификации, участники добровольной сертификации, участники декларирования соответствия.	2
3.3 Сертификационные испытания при аккредитации.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>6</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Метрология	
1.1 Основные и производные единицы измерения физических величин системы СИ. Написание физических величин в текстах документов Основные и производные единицы измерения физических величин системы СИ	2
1.2 Обработка прямых однократных измерений. Обработка прямых однократных измерений	4
1.3 Вычисление погрешностей при различных способах задания классов точности средств измерений. Вычисление погрешностей при различных способах задания классов точности средств измерений	2
1.4 Обработка прямых многократных измерений. Обработка прямых однократных измерений	2

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.5 Обработка прямых многократных измерений, выявление грубых промахов. Обработка прямых однократных измерений, выявление грубых промахов	2
1.6 Обработка косвенных измерений. Обработка косвенных измерений	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>16</i>
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Методы проблемного обучения.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Методы проблемного обучения, Обучение на основе опыта.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Методы проблемного обучения, Поисковый метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-6	З-ОПК-6	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)
ОПК-6	У-ОПК-6	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)
ОПК-6	В-ОПК-6	Дск1, Дск2, Зд1, Зд2, Зд3, Зд4, Зд5, Зд6, КР1, КР2, КР3, Зачет (3 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 3 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
Дск1	Дискуссия	2	1.2
Дск2	Дискуссия	3	1.8
Зд1	Задание (задача)	5	3
Зд2	Задание (задача)	10	6
Зд3	Задание (задача)	5	3
Зд4	Задание (задача)	5	3
Зд5	Задание (задача)	5	3
Зд6	Задание (задача)	5	3
КР1	Контрольная работа	10	6
КР2	Контрольная работа	5	3
КР3	Контрольная работа	5	3
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (3 семестр):

- 1 Понятие о качестве, три составные части качества
- 2 Метрология – определение, предмет метрологии, составные части
- 3 Свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира

- 4 Физические величины, их основные свойства
- 5 Понятие измерения, виды измерений.
- 6 Системы физических единиц и принципы построения систем единиц физических величин. Международная система единиц.
- 7 Основные, дополнительные и производные единицы
- 8 Измерительные шкалы (метрические и неметрические).
- 9 Измерения физических величин
- 10 Области, виды и подвиды измерений
- 11 Классификация методов измерений.
- 12 Классификация средств измерений.
- 13 Метрологическое назначение СИ
- 14 Устройство средств измерений, принцип их работы
- 15 Схемы преобразования сигнала измерительной информации (прямое преобразование и преобразование с отрицательной обратной связью)
- 16 Классы точности средств измерений.
- 17 Классификация погрешностей.
- 18 Номинальная, реальная и градуировочная характеристики СИ
- 19 Грубые погрешности (промахи) и методы их исключения.
- 20 Классификация систематических погрешностей.
- 21 Методы и способы устранения систематических погрешностей.
- 22 Математическая модель случайных погрешностей.
- 23 Точечное и интервальное оценивание случайных погрешностей.
- 24 Методика обработки результатов прямых многократных измерений.
- 25 Методика обработки результатов косвенных измерений.
- 26 Метрологические характеристики средств измерений (функция преобразования, номинальная статическая характеристика, градуировочная характеристика; составляющие погрешности средств измерений, формы представления погрешности, вариация).
- 27 Математическое ожидание и дисперсия
- 28 Среднеквадратическое отклонение результата единичного измерения
- 29 Среднеквадратическое отклонение результата измерения среднего арифметического
- 30 Доверительный интервал, коэффициент Стьюдента
- 31 Условия работы средств измерений, основные и дополнительные погрешности
- 32 Расчет метрологических характеристик СИ (общие положения)
- 33 Методы и алгоритмы ориентировочной оценки метрологических и точностных характеристик СИ
- 34 Эталоны единиц физических величин
- 35 Передача информации о размерах единиц
- 36 Поверка и калибровка средств измерений
- 37 Методы поверки и калибровки, поверочные схемы
- 38 Содержание, объекты и цели стандартизации.
- 39 Средства стандартизации, виды нормативных документов. Гармонизация стандартов.
- 40 Правовые основы стандартизации. основополагающие стандарты Государственной системы стандартизации.
- 41 Государственная система стандартизации. Органы и службы стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов.
- 42 Международная стандартизация. Международная организация по стандартизации (ИСО). Применение международных стандартов в России.
- 43 Основные направления развития стандартизации в России.
- 44 Содержание и объекты сертификации. Федеральный закон «О техническом регулировании». Добровольная и обязательная сертификации.

- 45 Органы сертификации, испытательные лаборатории и их аккредитация.
- 46 Схемы и системы сертификации.
- 47 Условия, правила и порядок проведения сертификации.
- 48 Сертификат и знак соответствия.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Карпузов В. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 196 с.

Л1.2 Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев, В. В. Терегера - Москва: Юрайт, 2015 - 838 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебник для вузов: стандат третьего поколения / Ю. В. Димов - Санкт-Петербург: Питер, 2013 - 496 с.

Л2.2 Иванов И. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Иванов И. А., Урушев С. В., Кононов Д. П., Воробьев А. А., Шадрина Н. Ю., Кондратенко В. Г. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 356 с.

Л2.3 Кайнова В. Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] / Кайнова В. Н., Гребнева Т. Н., Тесленко Е. В., Куликова Е. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 368 с.

Л2.4 Тютеева П. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / П. В. Тютеева, Е. В. Бейерлейн, А. В. Киселев - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2019 - 183 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Федеральный закон РФ № 102-ФЗ от 26.06.2008 (с изм. и доп.) "Об обеспечении единства измерений". - Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

Э2 Федеральный закон РФ № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании» (с изм. и доп.). - Режим доступа: <http://base.consultant.ru/>

Э3 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). – Режим доступа: standard.gost.ru

Э4 Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации - Режим доступа: www.vniis.ru -

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса

- Подготовка к контрольным работам
- Выполнение индивидуальных заданий
- Выполнение расчетных работ
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (3 семестр)

В течение 3 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): П.В. Тютёва