

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 15.11.2022 10:50:39  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«МЕТРОЛОГИЯ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

**«Электропривод и автоматика»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Бишард Е.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИИСТ  
27.04.2022, протокол № .3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ИИСТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	2
Семестр	4
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	58
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МЕТРОЛОГИЯ»**

Изучаются основные понятия и определения метрологии, принципы действия аналоговых и цифровых средств измерений; определяются метро-логические характеристики средств измерений, процедуры их нормирования и способы представления результатов измерений; изучаются методы и способы измерений электрических, неэлектрических и магнитных величин; общие сведения о стандартизации, сертификации и обеспечении качества.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«METROLOGY»**

Study the basic concepts and definitions of metrology, the work principles of analog and digital measuring instruments; determine measuring instruments metrological characteristics and their valuation methods and presentation of measuring results; study the methods and techniques for measuring electrical, non-electrical and magnetic quantities; the basic information about standardization, certification and quality.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является изучение основ метрологии и метрологического обеспечения измерительного эксперимента, принципов действия средств измерений, приобретение навыков применения методов измерения физических величин, методов оценки погрешностей результатов измерений, а также основ стандартизации, сертификации и обеспечения качества.

При изучении дисциплины у обучающихся формируются основополагающие теоретические знания в области метрологии и измерительной техники, а также практические навыки грамотного оценивания результатов и погрешностей измерений и умения обоснованного выбора метода и средств измерений различных физических величин при работе на промышленных предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях.

2. Задачей изучения дисциплины является:

- формирование навыков проведения измерительного эксперимента
- формирование навыков работы со средствами измерений различных физических величин для получения обоснованных практических результатов
- знакомство и получение практического опыта составления грамотной технической документации на разработку и внедрение средств измерений.

3. Изучение дисциплины обеспечивает приобретение знаний об основных понятиях метрологии, стандартизации и сертификации, принципах действия и метрологических характеристиках основных видов электро-технических средств измерений; основных способах измерений наиболее часто измеряемых физических величин; стандартной терминологии

4. Студенты приобретают умения:

- грамотно выполнять простой измерительный эксперимент

-выбирать способы и средства измерений

-оценивать результаты и погрешности результатов измерений.

5. По итогам изучения дисциплины у студентов формируются практические умения и навыки использования информации о тенденциях развития метрологии, стандартизации и сертификации, о государственной системе обеспечения единства измерений и применения этих знаний для создания высокотехнологичных современных устройств электротехники и энергетики

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теория вероятностей и математическая статистика»

2. «Физика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электрический привод»

2. «Электрические машины»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<i>УК-1.1</i>	<i>Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи</i>
<i>УК-1.2</i>	<i>Применяет методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывает стратегию действий, принимает конкретные решения для ее реализации</i>
ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности
<i>ОПК-5.1</i>	<i>Знает свойства конструкционных и электротехнических материалов, используемых в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</i>
<i>ОПК-5.2</i>	<i>Умеет проводить расчеты параметров и режимов профессиональной деятельности с учетом технических свойств используемых материалов</i>
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
<i>ОПК-6.1</i>	<i>Знает способы измерения электрических и неэлектрических величин</i>
<i>ОПК-6.2</i>	<i>Умеет проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			1
2	Система основных понятий и определений	2	2		2
3	Объекты измерений и сигналы	2	2		3
4	Общие сведения о средствах измерений	2	2		2
5	Структурные схемы средств измерений	4	2		4
6	Динамический режим средств измерений	2	2		2
7	Общие сведения об электрических измерениях	2	2		2
8	Погрешности измерений	4	2		6
9	Аналоговые средства измерений	3	2		4
10	Цифровые измерительные приборы	3	2		4
11	Измерительно-вычислительные средства	3	2		3
12	Элементы планирования измерительного эксперимента	2	2		2
13	Измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов	2	3		2
14	Измерение параметров электрических цепей (R, C, L, M)	4	3		4
15	Измерение мощности, энергии и количества электричества	2	2		2
16	Электрические измерения неэлектрических величин	4	2		6
17	Методы и средства измерения магнитных величин	2	2		2
18	Основы стандартизации	2	0		2
19	Основы сертификации	2	0		2
20	Надежность и качество продукции в рыночной экономике	2		1	2
21	Заключение	1			1
	Итого, ач	51	34	1	58
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			



## 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Рассматриваются основные вопросы курса, определяется порядок его изучения
2	Система основных понятий и определений	Рассматриваются основные понятия и определения определения средств и методов измерений.
3	Объекты измерений и сигналы	Изучаются характеристики объектов измерений и характеристики сигналов, воздействующих на них.
4	Общие сведения о средствах измерений	Рассматривается классификация средств измерений, особенности их применения, недостатки и достоинства, а также метрологические характеристики
5	Структурные схемы средств измерений	Анализируются структурные схемы средств измерения прямого и компенсационного преобразования и их использование в определенных видах средств измерения
6	Динамический режим средств измерений	Дается определение динамического режима, рассматриваются динамические погрешности и способы их уменьшения. Приводится полный перечень используемых динамических характеристик
7	Общие сведения об электрических измерениях	Приводится классификация электрических измерений. Рассматриваются динамические и статические измерения, однократные и многократные измерения, дистанционные измерения, эталонные измерения.
8	Погрешности измерений	Рассматриваются виды погрешностей: относительная, абсолютная и приведенная; их номирование.
9	Аналоговые средства измерений	Рассматриваются различные виды аналоговых средств измерений, в частности электромеханические приборы, электронные приборы; особенности их применения
10	Цифровые измерительные приборы	Рассматриваются различные виды цифровых приборов; методы преобразования аналоговой величины в дискретную и некоторые виды аналоговых преобразователей
11	Измерительно-вычислительные средства	Приводятся структурные схемы измерительно-вычислительных средств, перечисляются их типы, объясняется их принцип работы и назначение
12	Элементы планирования измерительного эксперимента	Изучаются методы построения планов измерительных экспериментов, даются рекомендации по выбору средств измерений для этих целей
13	Измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов	Перечисляются средства измерения: как аналоговые так и цифровые, позволяющие измерить амплитудные и временные параметры электрических сигналов. Особый упор делается на электронный осциллограф.
14	Измерение параметров электрических цепей (R, C, L, M)	Рассматриваются одинарные мосты постоянного тока, мосты переменного тока. Приводятся условия их равновесия и приводятся примеры работы с ними

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
15	Измерение мощности, энергии и количества электричества	Рассматриваются ваттметры и счетчики различных типов
16	Электрические измерения неэлектрических величин	Приводится классификация измерительных преобразователей неэлектрических величин. Рассматриваются их принципы действия и вопросы согласования с объектом измерения
17	Методы и средства измерения магнитных величин	Изучаются магнитные величины и единицы их измерения. Делается упор на особенностях применения методов измерения постоянных, переменных и импульсных магнитных полей.
18	Основы стандартизации	Подчеркивается важность использования стандартизации при создании сложных измерительных систем. Даются рекомендации по использованию современных стандартов.
19	Основы сертификации	Поясняется суть понятия и процесса сертификации, разбираются этапы ее выполнения. Студенты знакомятся с видами и перечнем документов, которые выдаются сертификационными органами
20	Надежность и качество продукции в рыночной экономике	Показывается связь между качеством и надежностью продукции. Приводятся основные параметры и количественные характеристики применяемые в теории надежности и качества.
21	Заключение	Подводятся итоги курса. Обобщаются полученные знания; делается упор на их взаимосвязь.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование основных метрологических характеристик элек-тромаханических измерительных приборов	3
2. Электронные аналоговые вольтметры	3
3. Цифровые измерительные приборы	4
4. Электронно-лучевой осциллограф	5
5. Обработка результатов прямых и косвенных измерений	3
6. Динамический режим средств измерений	3
7. Измерение параметров сигналов в электронных цепях	3
8. Измерение параметров электрических цепей	3
9. Измерение частоты, периода и фазы	3
10. Измерение температуры с помощью термочувствительных пре-образователей	4
Итого	34

### **4.3 Перечень практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены.

### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников

материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	4
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	2
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	2
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	4
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	4
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>58</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. "Приборостроение", "Оптотехника" / [Б.Я. Авдеев [и др.]] ; под ред. В.В. Алексеева, 2007. -379 с.	1489
2	Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2008. -63 с.	1108
Дополнительная литература		
1	Аналоговые электроизмерительные приборы [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Информ.-измерит. техника" / Е.Г. Бишард [и др.], 1991. -414 с.	49

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Платформа онлайн-обучения СПбГЭТУ "ЛЭТИ". <a href="https://open.etu.ru/courses/coursev1:kafedrainfizmeritelnyhsistemitehнологiy+METROLOGY-">https://open.etu.ru/courses/coursev1:kafedrainfizmeritelnyhsistemitehнологiy+METROLOGY-</a>
2	Электронное учебное пособие "Метрология, стандартизация и сертификация" <a href="http://bourabai.ru/metrology/">http://bourabai.ru/metrology/</a>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Метрология» формой промежуточной аттестации является экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты выполнившие все лабораторные работы, подготовившие отчет и защитившие их.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Предмет и задачи курса Метрология, стандартизация и сертификация.
2	Электронные вольтметры переменного тока
3	Общее представление об измерениях. Понятие об измерении физической величины. Структурная схема процесса измерения.
4	Понятие о детекторах в электронных вольтметрах. Влияние формы кривой измеряемого напряжения на показания прибора.
5	Классификация погрешностей
6	Электронный комбинированный вольтметр
7	Классификация измерений
8	Магнитоэлектрические измерительные механизмы с механическим противодействующим моментом
9	Электродинамические ваттметры
10	Электронные вольтметры постоянного тока
11	Классификация средств измерений
12	Понятие о синхронизации. Амплитуда синхронизации и частота
13	Классификация методов измерений
14	Понятие о развертке. Непрерывная и ждущая развертки
15	Нулевой метод на примере потенциометра постоянного тока
16	Погрешности систематические и случайные. Описание случайных погрешностей. Понятие доверительного интервала погрешности.
17	Нулевой метод на примере моста постоянного тока. Равновесные мосты.
18	Идеи суммирования погрешностей.
19	Потенциометры переменного тока
20	Времяимпульсный вольтметр
21	Дифференциальный метод измерения на примерах.
22	Неравновесные мосты. Электронный миллиомметр
23	Структурные схемы средств измерений компенсационного преобразования с астатической характеристикой
24	Структурные схемы средств измерений с автоматической коррекцией погрешности
25	Электронный комбинированный вольтметр

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Метрология ФЭА

1. Времяимпульсный вольтметр
2. Неравновесные мосты. Электронный миллиомметр

УТВЕРЖДАЮ

ИО Заведующего кафедрой

П.Г.Королев



### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Система основных понятий и определений	
2	Объекты измерений и сигналы	
3	Общие сведения о средствах измерений	Отчет по лаб. работе
4	Структурные схемы средств измерений	
5	Динамический режим средств измерений	
6	Общие сведения об электрических измерениях Погрешности измерений	Отчет по лаб. работе
7	Аналоговые средства измерений	
8	Цифровые измерительные приборы	
9	Измерительно-вычислительные средства Элементы планирования измерительного эксперимента	Отчет по лаб. работе
10	Измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов	
11		
12	Измерение параметров электрических цепей (R, C, L, M) Измерение мощности, энергии и количества электричества	Отчет по лаб. работе
13	Электрические измерения неэлектрических величин	
14	Методы и средства измерения магнитных величин	
15		Отчет по лаб. работе
16	Основы стандартизации	
17	Основы сертификации Надежность и качество продукции в рыночной экономике	Отчет по лаб. работе

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на лабораторных занятиях

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Метрология» студент обязан выполнить 10 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется *в бригадах до 3 человек, при этом каждый из*

*них пишет отчет самостоятельно* в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

#### Система оценивания лабораторных работ

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Если приведенные выше требования выполняются за лабораторную работу ставится "зачтено", в противном случае - "не зачтено".

Примеры контрольных вопросов приведены в п. 6.2.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

#### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, доска, проектор	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска. Лабораторные стенды с метрологическими приборами.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>