

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 20.03.2023 10:38:56  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Биотехнические и медицинские  
аппараты и системы»



**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 И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»**

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

по профилю

**«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент каф. ИИСТ, к.т.н., доцент Поливанов В.В.

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)	5
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)	94
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»**

Изучаются основные понятия и определения метрологии, принципы действия аналоговых и цифровых средств измерений; определяются метрологические характеристики средств измерений, способы их нормирования и представления; изучаются методы и способы измерений электрических и неэлектрических величин.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUE»**

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; study the methods and techniques for measuring electrical and non-electrical quantities.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Формирование основополагающих знаний, умений и навыков в области метрологии и измерительной техники, необходимых специалисту для будущей профессиональной деятельности.
2. Изучение основ метрологии и метрологического обеспечения измерительного эксперимента, принципов действия средств измерений, методов измерения физических величин, методов оценки погрешностей результатов измерений
3. Формирование основополагающих знаний в области метрологии и измерительной техники и основ метрологического обеспечения современной науки и производства.
4. Умения использовать в измерительном эксперименте различные средства и методы измерения, грамотно обрабатывать и представлять результаты измерения.
5. Навыки планирования и проведения измерительного эксперимента.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Теория вероятностей и математическая статистика»
3. «Физика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Основы организации научных исследований»

### 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>
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</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	Современная метрология. Роль и значение метрологии	4			4
3	Основные понятия и определения	4			4
4	Государственная система обеспечения единства	4			8
5	Погрешности измерений	4	4		8
6	Общие сведения о средствах измерений	3			6
7	Метрологические характеристики (МХ) средств измерения, их нормирование	4	4		8
8	Общие сведения об измерениях физических величин	4	4		8
9	Обработка и представление результатов измерений	4	4		10
10	Аналоговые средства измерений и их применение	4	4		8
11	Электронно-лучевые осциллографы и их применение	4	6		10
12	Цифровые измерительные устройства и их применение	6	4		10
13	Методы и средства измерения неэлектрических величин	4	4		8
14	Заключение	1		1	1
	Итого, ач	51	34	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Роль измерений в общественном производстве. Измерение как неотъемлемая часть современных информационных технологий.
2	Современная метрология. Роль и значение метрологии	Современное понимание метрологии как науки. История развития метрологии. Основные разделы метрологии. Единство измерений. Роль измерений в познании физических явлений и объектов, в научных исследованиях. Взаимодействие метрологии, стандартизации и сертификации в обеспечении качества и безопасности продукции работ и услуг.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Основные понятия и определения	Общее представление об измерении. Основные термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Системы единиц. Система СИ. Основные, производные, кратные дольные, логарифмические единицы. Измерительные шкалы. Метрические измерительные шкалы.
4	Государственная система обеспечения единства	Правовая, техническая и организационная подсистемы обеспечения единства измерений. Виды и формы Государственного метрологического контроля и надзора. Эталоны и стандартные образцы. Передача размеров единиц физической величины. Метрологическая надежность. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологическое обеспечение производства и испытаний продукции.
5	Погрешности измерений	Классификация погрешностей. Методические и инструментальные, систематические и случайные, статические и динамические погрешности. Точечные и интервальные оценки погрешности. Формы представления результатов измерений, правило округления погрешности. Понятие и область применения неопределенности измерения.
6	Общие сведения о средствах измерений	Измерение, как процесс преобразования сигналов измерительной информации. Информационный аспект измерений. Виды измерительных преобразований. Структурные схемы средств измерений. Классификация средств измерений. Меры, их виды. Измерительные преобразователи, их виды. Электро-измерительные приборы, их виды. Измерительные информационные системы, их виды.
7	Метрологические характеристики (МХ) средств измерения, их нормирование	Нормирование МХ средств измерений. Группы МХ. МХ, МХ, предназначенные для определения результата измерений. Нормирование основной погрешности средств измерений. Нормирование чувствительности средств измерений к внешним условиям. Нормирование влияния средства измерения на измеряемую величину. Динамические МХ средств измерений, их нормирование.
8	Общие сведения об измерениях физических величин	Классификация измерений. Прямые, косвенные, совместные, совокупные измерения. Статические и динамические измерения. Методы измерения, их виды. Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой. Основы проведения измерительного эксперимента.
9	Обработка и представление результатов измерений	Применение класса точности для оценки основной погрешности результатов измерений. Оценка погрешностей косвенных измерений. Обработка результатов прямых многократных измерений. Обработка результатов косвенных многократных измерений. Оценка неопределенности измерений.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
10	Аналоговые средства измерений и их применение	Общие сведения об аналоговых средствах измерений. Измерительные преобразователи электрических сигналов. Общие сведения об электронных вольтметрах. Основные метрологические характеристики электронных вольтметров. Применение электронных вольтметров. Особенности измерения переменных напряжений. Электронные омметры, их метрологические характеристики, применение.
11	Электронно-лучевые осциллографы и их применение	Общие сведения об электронно-лучевых осциллографах. Принцип действия и устройство электронно-лучевых осциллографов. Метрологические характеристики осциллографов. Применение для измерения амплитудно-временных параметров сигналов. Применение осциллографов для измерения частоты и фазового сдвига.
12	Цифровые измерительные устройства и их применение	Общие сведения о цифровых измерительных устройствах. Виды цифровых измерительных устройств. Принцип и методы аналого-цифрового преобразования. Метрологические характеристики цифровых измерительных устройств. Способы уменьшения погрешности цифровых измерительных устройств. Цифровые измерительные устройства частотно-временных параметров. Цифровые вольтметры.
13	Методы и средства измерения неэлектрических величин	Общие сведения. Классификация измерительных преобразователей не-электрических величин. Параметрические и генераторные измерительные преобразователи. Средства электрических измерений неэлектрических величин.
14	Заключение	Перспективы развития метрологии и измерительной техники.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование основных метрологических характеристик электромеханических измерительных приборов	3
2. Электронные аналоговые вольтметры	5
3. Цифровые измерительные приборы	5
4. Электронно-лучевой осциллограф	3
5. Обработка результатов прямых и косвенных измерений	4
6. Динамический режим средств измерений	3
7. Измерение параметров сигналов в электронных схемах	3
8. Измерение частоты, периода и фазы	5
9. Исследование характеристик термочувствительных измерительных преобразователей	3
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	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	9
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	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>94</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	Росстандарт. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений <a href="http://www.fundmetrology.ru">http://www.fundmetrology.ru</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10641>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Метрология и измерительная техника» 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, посетившие не менее 70% лекционных занятий, выполнившие и защитившие все лаб. работы

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

### Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Основные понятия и постулаты метрологии. Единство измерений. Физические величины, их виды
2	Единицы физических величин. Система единиц физических величин. Кратные, дольные, основ-ные, производные единицы
3	Измерительные шкалы, их виды. Метрические измерительные шкалы
4	Эталоны единиц физических величин, их виды. Стандартные образцы
5	Поверка и калибровка средств измерений
6	Виды измерений, их классификация
7	Методы измерений
8	Классификация погрешностей измерений
9	Применение электронно-лучевых осциллографов для наблюдения сигналов и измерения амплитудных и временных параметров сигналов. Погрешности измерения
10	Выбор шага дискретизации при аналого-цифровом преобразовании
11	Классификация кодов, применяемых в ЦИУ. Примеры кодов
12	Погрешность квантования ЦИУ. Характеристики погрешности квантования
13	Термоэлектрические преобразователи
14	Классификация измерительных преобразователей неэлектрических величин
15	Электронные вольтметры, их характеристики и применение
16	Цифровые частотомеры
17	Цифровой время-импульсный вольтметр
18	Мосты постоянного тока
19	Мосты переменного тока
20	Классификация средств измерений
21	Метрологическая надежность
22	Нормирование метрологических характеристик
23	Класс точности, его применения для оценки погрешности результатов измерений
24	Обработка результатов многократных измерений
25	Государственный метрологический контроль и надзор
26	Принцип работы электронно-цифрового осциллографа
27	Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование
28	Метрологическое обеспечение производства и испытаний продукции

29	Классификация средств измерений
30	Виды нормируемых метрологических характеристик

### 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. Классификация средств измерений.
2. Обработка результатов многократных измерений.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.В. Алексеев

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

**Коллоквиум по теме 6** "Общие сведения о средствах измерений" (5 недель). Примерные вопросы

1. Классификация средств измерений.
2. Чем отличается аналоговый прибор от цифрового?
3. Виды электроизмерительных приборов.
4. Виды мер.
5. Виды измерительных преобразователей.

**Коллоквиум по теме 7** "Метрологические характеристики (МХ) средств

измерения, их нормирование” (10 неделя). Примерные вопросы:

1. Виды нормируемых метрологических характеристик (МХ).
2. Нормирование МХ основной погрешности средств измерений.
3. Нормирование внутреннего сопротивления вольтметра.
4. Виды частных динамических МХ средств измерений.
5. Нормирование МХ влияния внешних условий на средства измерений.

**Коллоквиум по теме 9** ”Обработка и представление результатов измерений” (16 неделя). Примерные вопросы:

1. Какова цель обработки результатов многократных измерений?
2. Какие погрешности называются случайным?
3. Что такое доверительная вероятность и доверительный интервал?
4. В каких случаях для оценки вероятности границ доверительного интервала погрешностей нужно пользоваться распределением Стьюдента?
5. Чему равна погрешность косвенных измерений при измерении сопротивления с помощью амперметра и вольтметра?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3



### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
5	Общие сведения о средствах измерений	Коллоквиум
10	Метрологические характеристики (МХ) средств измерения, их нормирование	Коллоквиум
16	Обработка и представление результатов измерений	Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### 1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70% занятий), по результатам которого студент получает допуск к экзамену.

#### 2. Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

2.1 Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения студент обязан выполнить 9 лабораторных работ. под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиум. после 3, 6, и 10 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума, на которых осуществляется защита отчетов. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (в бригадах до 3 человек). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения работ и представляет преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

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 об-

суждении ответа преподаватель может задать уточняющие вопросы. в случае, если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать:

- понимание методики исследования и знание особенностей ее 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 лабораторных работ.

Примеры контрольных опросов приведены к методическим указаниям по выполнению лабораторных работ.

2.2. Текущий контроль включает в себя:

- выполнение и сдачу в срок отчетов по всем лабораторным работам;
- защиту на коллоквиуме всех лабораторных работ, по итогам защиты каждого отчета по выполненной лабораторной работе выставляется оценка:

”Зачтено” - представлен отчет, выполненных по установленной форме и даны корректные ответы на заданные вопросы;

”не зачтено” - по содержанию и оформлению отчет по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям или даны некорректные ответы на заданные вопросы.

Оценка ”зачтено” по каждой из контрольных точек ставится, если по итогам защиты каждой выполненной лаб. работы - оценка ”зачтено”.

При оценке ”не зачтено” студент не допускается к сдаче экзамена.

### **3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях по методикам, описанным в п.п. 1-2.

## 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, доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочие места включают лабораторные стенды и стандартное оборудование (измерительные приборы, источники питания, генераторы сигналов.)	
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>