

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ И.В. Зоря  
подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Электрические измерения

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Электроэнергетика и электротехника

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Заочная форма

Срок обучения 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк  
2020

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение средств измерений электрических и неэлектрических величин;
- методов и способов испытаний и оборудования систем электропитания предприятий и учреждений.

Задачами учебной дисциплины являются:

- освоение обучающимися аналоговых электромеханических и электронных приборов, а также цифровых приборов;
- формирование навыков для проведения измерения электрических и неэлектрических величин.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;
- Электротехнические материалы.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Электрические машины;
- Метрология, стандартизация и сертификация.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин	– знать: классификацию средств измерений и классы точности. – уметь: проводить измерения электрических и неэлектрических величин.

			– владеть: основными принципами и методами измерений.
		ОПК-5.2 Применяет методы поверки измерительного, диагностического, технологического оборудования	– знать: классы точности средств измерений. – уметь: пользоваться нормативно-технической документацией на средства измерений. – владеть: методами поверки технологического оборудования.
		ОПК-5.3 Обрабатывает и анализирует результаты измерений и оценивает их погрешность	– знать: порядок обработки результатов измерений. – уметь: использовать математический аппарат для оценки погрешности измерений. – владеть: способами обработки результатов измерений.

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, практических занятий (семинаров). Особое место в овладении

учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

### Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 сессия / 2 курс</b>	<b>2 сессия / 2 курс</b>
Форма промежуточной аттестации				<i>зачет</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>108</b>	18	90
	<i>зачетных единиц</i>	<b>3</b>	0,5	2,5
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	2	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>6</b>	0	6
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>96</b>	16	80
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>4</b>	0	4

### Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение (Виды измерений по областям применений: технологические, коммерческие, измерения при приёмосдаточных испытаниях, измерения при испытаниях электроустановок, при выполнении монтажных и пусконаладочных работ, научные измерения. Технологические измерения на подстанциях и РУ.);

Раздел 2 Аналоговые электромеханические приборы (Электромеханические измерительные преобразователи. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки магнитоэлектрического, электромагнитного, электродинамического и индукционного преобразователей. Вращающий и противодействующий моменты преобразователей. Масштабные преобразователи: шунты, добавочные резисторы. Устройство и принцип действия измерительных трансформаторов тока и напряжения. Источники погрешностей и классы точности трансформаторов.

Измерение тока, напряжения, мощности электромеханическими приборами. Схемы включения приборов измерения тока с шунтом, с трансформатором тока. Схемы включения приборов измерения напряжения с добавочным резистором, с трансформатором напряжения. Определение чувствительности, цены деления прибора, оценка погрешности измерения.

Схемы включения приборов измерения активной и реактивной мощностей в трёхфазной цепи при симметричной нагрузке, при несимметричной нагрузке.

Учёт электроэнергии индукционными счётчиками в трёхфазной цепи. Схемы включения счётчиков с трансформаторами тока и напряжения. Погрешности учёта. Способы поверки. Средства дистанционного учёта электроэнергии. Структурная схема автоматизированной системы контроля учёта электроэнергии.);

Раздел 3 Измерительные мосты и потенциометры (Мостовые схемы постоянного и переменного токов. Основные определения, условия равновесия, источники погрешностей измерительных мостов.

Измерение сопротивления мостом постоянного тока.

Измерение индуктивности катушек мостом переменного тока.

Измерение ёмкости и  $\text{tg}\varphi$  конденсаторов мостом переменного тока.

Потенциометр постоянного тока с нормальным элементом. Схема потенциометра, порядок работы, метрологические характеристики, источники погрешностей.

Потенциометры переменного тока. Схема прямоугольно- координатного потенциометра. Схема потенциометра с фазорегулятором. Порядок работы, метрологические характеристики, источники погрешностей потенциометров.);

Раздел 4 Аналоговые электронные приборы (Масштабные активные преобразователи. Основные характеристики и схемы включения операционного усилителя (ОУ).

Схемы усилителей постоянного тока на ОУ.

Схемы усилителей переменного тока на ОУ.

Структурная схема микровольтметра постоянного тока.

Структурная схема микровольтметра переменного тока. Метрологические характеристики микровольтметров.

Электронные ваттметры. Структурная схема электронного ваттметра серии Е. Метрологические характеристики ваттметра);

Раздел 5 Цифровые приборы (Назначение и виды аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Основные характеристики АЦП.

Принципы построения АЦП.

Структурная схема АЦП последовательного счёта. Графики процесса преобразования.

Структурная схема параллельного АЦП. Графики процесса преобразования.

Основные характеристики интегральных микросхем АЦП.

Цифровые частотомеры и вольтметры.

Структурная схема цифрового частотомера. Основные соотношения и погрешности измерения частотомера.

Структурная схема цифрового вольтметра, использующего метод сравнения с пилообразным напряжением. Погрешности вольтметра.

Структурная схема микропроцессорного вольтметра. Погрешности вольтметра.);

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час
Раздел 1.	Введение	1
Раздел 5.	Цифровые приборы	1
<b>Итого:</b>		<b>2</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час
Раздел 1.	Измерения и их классификация. Единицы физических величин	2
Раздел 3.	Измерение электрических величин и параметров электрических цепей	2
Раздел 4.	Измерение неэлектрических величин электрическими методами	2
<b>Итого:</b>		<b>6</b>

## 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

## 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала. 2. Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе. 3. Прохождение тестирования..	20
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала. 2. Прохождение тестирования..	20
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала. 2. Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о	20

	практической работе. 3. Прохождение тестирования..	
Раздел 4.	1.Изучение теоретического материала. 2. Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе 3. Прохождение тестирования..	16
Раздел 5.	1. Изучение теоретического материала. 2. Прохождение тестирования..	10
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5.	1. Контрольная работа.	10
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к зачёту</i>	4
<b>Итого:</b>		<b>100</b>

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) литература:

1 Секацкий, В. С. Методы и средства измерений и контроля : учебное пособие / В. С. Секацкий, Ю. А. Пикалов, Н. В. Мерзликина. – Красноярск : СФУ, 2017. – 316 с. – ISBN 978-5-7638-3612-7. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763836127.html> (дата обращения: 06.05.2020);

2 Строителев, В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебник для вузов / В. Н. Строителев. – Москва : Европейский центр по качеству, 2002. – 151 с.;

3 Атамалян, Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учебное пособие для вузов / Э. Г. Атамалян. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1989. – 384 с.;

4 Рачков, М. Ю. Технические измерения и приборы : учебник и практикум для вузов / М. Ю. Рачков. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 151 с. – ISBN 978-5-534-07525-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/452767> (дата обращения: 06.05.2020);

5 Волегов, А. С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие для вузов / А. С. Волегов, Д. С. Незнахин, Е. А. Степанова. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 103 с. – ISBN 978-5-534-08498-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/453271> (дата обращения: 06.05.2020).

### б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». –

Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

#### **в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- ABBYY FineReader 11;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7.

#### **г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.



## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

Живаго Роман Эдуардович

## Приложение А

### Аннотация

рабочей программы дисциплины «Электрические измерения»

по направлению подготовки (специальности)  
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

(направленность (профиль) «Электроэнергетика и электротехника»)  
форма обучения – Заочная форма

#### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- изучение средств измерений электрических и неэлектрических величин;
- методов и способов испытаний и оборудования систем электро-снабжения предприятий и учреждений.

Задачами учебной дисциплины являются:

- освоение обучающимися аналоговых электромеханических и электронных приборов, а также цифровых приборов;
- формирование навыков для проведения измерения электрических и неэлектрических величин.

#### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;
- Электротехнические материалы.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Электрические машины;
- Метрология, стандартизация и сертификация.

#### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

##### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая и	ОПК-5: Способен	ОПК-5.1 Выбирает	– знать: класси-

практическая профессиональная подготовка	проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин	<p>фикацию средств измерений и классы точности.</p> <p>– уметь: проводить измерения электрических и неэлектрических величин.</p> <p>– владеть: основными принципами и методами измерений.</p>
		ОПК-5.2 Применяет методы поверки измерительного, диагностического, технологического оборудования	<p>– знать: классы точности средств измерений.</p> <p>– уметь: пользоваться нормативно-технической документацией на средства измерений.</p> <p>– владеть: методами поверки технологического оборудования.</p>
		ОПК-5.3 Обрабатывает и анализирует результаты измерений и оценивает их погрешность	<p>– знать: порядок обработки результатов измерений.</p> <p>– уметь: использовать математический аппарат для оценки погрешности измерений.</p> <p>– владеть: способами обработки результатов измерений.</p>

#### 4 Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 сессия / 2 курс</b>	<b>2 сессия / 2 курс</b>
Форма промежуточной аттестации				
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>108</b>	18	90
	<i>зачетных единиц</i>	<b>3</b>	0,5	2,5
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>2</b>	2	0
Лабораторные работы, <i>академ.</i>		<b>0</b>	0	0

час.			
Практические работы, <i>академ. час.</i>	<b>6</b>	0	6
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>	<b>0</b>	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	<b>0</b>	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	<b>96</b>	16	80
Контроль, <i>академ. час.</i>	<b>4</b>	0	4

## 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение (Виды измерений по областям применений: технологические, коммерческие, измерения при приёмодаточных испытаниях, измерения при испытаниях электроустановок, при выполнении монтажных и пусконаладочных работ, научные измерения. Технологические измерения на подстанциях и РУ.);

Раздел 2 Аналоговые электромеханические приборы (Электромеханические измерительные преобразователи. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки магнитоэлектрического, электромагнитного, электродинамического и индукционного преобразователей. Вращающий и противодействующий моменты преобразователей.

Масштабные преобразователи: шунты, добавочные резисторы. Устройство и принцип действия измерительных трансформаторов тока и напряжения. Источники погрешностей и классы точности трансформаторов.

Измерение тока, напряжения, мощности электромеханическими приборами. Схемы включения приборов измерения тока с шунтом, с трансформатором тока. Схемы включения приборов измерения напряжения с добавочным резистором, с трансформатором напряжения. Определение чувствительности, цены деления прибора, оценка погрешности измерения.

Схемы включения приборов измерения активной и реактивной мощностей в трёхфазной цепи при симметричной нагрузке, при несимметричной нагрузке.

Учёт электроэнергии индукционными счётчиками в трёхфазной цепи. Схемы включения счётчиков с трансформаторами тока и напряжения. Погрешности учёта. Способы поверки. Средства дистанционного учёта электроэнергии. Структурная схема автоматизированной системы контроля учёта электроэнергии.);

Раздел 3 Измерительные мосты и потенциометры (Мостовые схемы постоянного и переменного токов. Основные определения, условия равновесия, источники погрешностей измерительных мостов.

Измерение сопротивления мостом постоянного тока.

Измерение индуктивности катушек мостом переменного тока.

Измерение ёмкости и  $\operatorname{tg} \varphi$  конденсаторов мостом переменного тока.

Потенциометр постоянного тока с нормальным элементом. Схема потенциометра, порядок работы, метрологические характеристики, источники погрешностей.

Потенциометры переменного тока. Схема прямоугольно- координатного потенциометра. Схема потенциометра с фазорегулятором. Порядок работы, метрологические характеристики, источники погрешностей потенциометров.);

Раздел 4 Аналоговые электронные приборы (Масштабные активные преобразователи. Основные характеристики и схемы включения операционного усилителя (ОУ).

Схемы усилителей постоянного тока на ОУ.

Схемы усилителей переменного тока на ОУ..

Структурная схема микровольтметра постоянного тока.

Структурная схема микровольтметра переменного тока. Метрологические характеристики микровольтметров.

Электронные ваттметры. Структурная схема электронного ваттметра серии Е. Метрологические характеристики ваттметра);

Раздел 5 Цифровые приборы (Назначение и виды аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Основные характеристики АЦП.

Принципы построения АЦП.

Структурная схема АЦП последовательного счёта. Графики процесса преобразования.

Структурная схема параллельного АЦП. Графики процесса преобразования.

Основные характеристики интегральных микросхем АЦП.

Цифровые частотомеры и вольтметры.

Структурная схема цифрового частотомера. Основные соотношения и погрешности измерения частотомера.

Структурная схема цифрового вольтметра, использующего метод сравнения с пилообразным напряжением. Погрешности вольтметра.

Структурная схема микропроцессорного вольтметра. Погрешности вольтметра.).

## **6 Составитель(и):**

Живаго Роман Эдуардович