

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 и
воспитательной работе
_____ М.В. Темлянецв
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические измерения

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2021

Новокузнецк
2021

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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Основы физики.

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

- Физика;
- Электронная техника.

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
Исследовательская деятельность	ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	– знать: классификацию средств измерений и классы точности. – уметь: проводить измерения электрических и неэлектрических величин. – владеть: основными прин-

			ципами и методами измерений.
		ОПК-2.5 Применяет необходимые способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов проводимых экспериментов	– 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 педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		74	74
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		18	18

Содержание учебной дисциплины

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 $\tan \delta$ 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	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Введение	2	
Раздел 2.	Аналоговые электромеханические приборы	2	
Раздел 3.	Измерительные мосты и потенциометры	1	
Раздел 4.	Аналоговые электронные приборы	1	
Раздел 5.	Цифровые приборы	2	
Итого:		8	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час
-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------

		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Оценка точности измерений. Обработка результатов измерений	4	
Раздел 3.	Измерение электрических величин и параметров электрических цепей	4	
Итого:		8	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	14	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала;	16	

	2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	14	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	14	
Контроль	Подготовка к экзамену	18	
Итого:		92	0

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. – Красноярск : СФУ, 2017. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763836127.html> (дата обращения: 14.04.2021);

2 Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 316 с. – ISBN 978-5-8114-7639-8. – URL: <https://e.lanbook.com/book/163397> (дата обращения: 19.05.2021);

3 Попов, Н. М. Измерения в электрических сетях 0,4...10 кВ : учебное пособие / Н. М. Попов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 228 с. – ISBN 978-5-8114-3598-2. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118629> (дата обращения: 19.05.2021);

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: 19.05.2021);

5 Электротехника и электроника в 3 т. Том 3. Основы электроники и электрические измерения : учебник и практикум для вузов / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культасов, В. П. Лунин ; под общей редакцией В. П. Лунина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 234 с. – ISBN 978-5-9916-8414-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/450784> (дата обращения: 19.05.2021).

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 : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство 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 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- ABBYY FineReader 11;
- 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 лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную наглядными пособиями;
- 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

старший преподаватель Живаго Роман Эдуардович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Электротехники, электропривода и промышленной электроники

Приложение А

**Аннотация
рабочей программы дисциплины «Электрические измерения»
по направлению подготовки (специальности)
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)
форма обучения – Очная 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Основы физики.

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

- Физика;
- Электронная техника.

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
Исследовательская деятельность	ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования	ОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для	– знать: классификацию средств измерений и классы

	ния и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	решения поставленной задачи	<p>точности.</p> <p>– уметь: проводить измерения электрических и неэлектрических величин.</p> <p>– владеть: основными принципами и методами измерений.</p>
		ОПК-2.5 Применяет необходимые способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов проводимых экспериментов	<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

Семестр / курс		ИТОГО	2 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		8	8
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		74	74
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		18	18
в форме практической подготовки		0	0

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 испы-

таниях, 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):

старший преподаватель Живаго Роман Эдуардович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).