

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра электромеханики и транспортных систем

М



УТВЕРЖДАЮ:
Директор СИПИ (филиала)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
А.А. Авершин
(подпись)

« 21 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»

по направлению подготовки: 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)

профиль подготовки: «Горное дело. Электромеханическое оборудование,
автоматизация процессов добычи полезных ископаемых и руд»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические измерения» по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические измерения» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 22 февраля 2018 года № 124(с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 27 февраля 2023) г.

СОСТАВИТЕЛИ:

канд.техн. наук, доцент Петров А.Г.

канд. психол. наук, доцент Авершин А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апреля 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой
электромеханики и транспортных систем  А.Г. Петров

Переутверждена: « » _____ 20 г., протокол № _____.

Переутверждена: « » _____ 20 г., протокол № _____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «21» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
СИПИ (филиала) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  Н.В. Банник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – осмысливание, обобщение и использование на практике положений теории воспроизведения единиц физических величин, обработки результатов измерений и метрологического обеспечения измерений.

Основными **задачами** изучения дисциплины «Электрические измерения» являются: изучение особенностей конструкции электроизмерительных приборов, процессов электрических измерений, принципов измерения электрическими методами не электрических величин.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические измерения» входит в часть дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Теоретическая механика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Основы электропривода», «Электроснабжение и электрификация», «Электрические машины», «Основы энерго- и ресурсосбережение», «Горные машины и оборудование».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен выполнить специальные расчеты и составить схемы компоновки насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.	ПК-2.1. – Производит расчеты и выбор оборудования и арматуры насосных станций систем водоснабжения и водоотведения. ПК-2.2. – На основе анализа разрабатывает и составляет схемы компоновочных решений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.	Знать: Основные физические законы, область их практического учёта и использования; основные физические величины их определение, смысл, единицы их измерения; основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах:
		Уметь: Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций физических законов; истолковывать смысл физических величин и понятий; использовать законы и методы расчета электромагнитного поля, электрических, магнитных цепей:
		Владеть: Подходами использования основных общезакономерностей и

		принципов в практических ситуациях; навыками анализа физической сущности явлений; методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессионально-педагогической деятельности:
ПК-3. Эксплуатация стационарных компрессоров и турбокомпрессоров в высокой производительности и с приводом от различных двигателей; стационарных компрессоров и турбокомпрессоров в.	ПК 3.1 – Производит обслуживание стационарных компрессоров, турбокомпрессоров высокой производительности и автоматизированных компрессорных станций	Знать: – смысл, способы и единицы измерения электротехнических величин и констант; фундаментальные электротехнические опыты и их роль в развитии науки и техники;
	ПК 3.2 – Обеспечивает проведение работ по устранению неисправностей узлов и механизмов компрессоров и вспомогательного оборудования компрессорных установок средней и высокой производительности	Уметь: составлять структурные модели (схемы замещения) магнитных, электрических, электронных и электромагнитных цепей; владеть системой эвристических методов и приемов.
		Владеть: - навыками проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	72 (2 зач. ед)	-	72 (2 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	52	-	4
Лекции	18	-	2
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	34	-	2
Лабораторные работы		-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	20		68
Форма аттестации	зачет		зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы метрологии. Электроизмерительные приборы.

Основные понятия. Единицы измерения. Меры электрических единиц. Общие сведения об электроизмерительных приборах.

Тема 2. Измерительные механизмы приборов непосредственной оценки.

Магнитоэлектрическая система. Электромагнитная система. Ферродинамическая система. Индукционная система. Электростатическая система.

Тема 3. Приборы непосредственной оценки для измерения тока и напряжения.

Схемы включения амперметра и вольтметра. Шунты. Добавочные резисторы. Амперметры и вольтметры магнитоэлектрической системы. Амперметры и вольтметры выпрямительной системы. Амперметры и вольтметры термоэлектрической системы. Амперметры и вольтметры электромагнитной системы. Амперметры и вольтметры электродинамической и ферромагнитной систем. Вольтметры электростатической системы. Электронные вольтметры.

Тема 4. Измерительные трансформаторы.

Трансформаторы напряжения. Трансформаторы тока.

Тема 5. Приборы сравнения для измерения напряжения и тока.

Цифровые приборы. Приборы сравнения: компенсационный метод измерения напряжения и электродвижущей силы (Э.Д.С.). Потенциометры постоянного тока. Автоматические потенциометры. Потенциометры переменного тока. Общие сведения о цифровых приборах. Элементы цифровых приборов. Цифровые вольтметры, частотомеры, фазометры.

Тема 6. Измерение сопротивлений.

Приборы и методы измерения непосредственной оценки. Косвенные методы измерений. Приборы и методы сравнения. Измерение сопротивления изоляции установок и определение места повреждения изоляции. Измерение сопротивления заземления.

Тема 7. Измерение индуктивности, взаимной индуктивности и емкости.

Косвенные методы измерений и приборы непосредственной оценки. Методы и приборы сравнения.

Тема 8. Измерение мощности.

Измерение коэффициента мощности и частоты переменного тока. Измерение электрической энергии и количества электричества. Общие понятия. Индукционный однофазный счетчик активной энергии. Измерение активной энергии в трехфазных цепях. Измерение реактивной энергии в трехфазных цепях.

Тема 9. Электронные осциллографы.

Устройство. Принцип действия. Проведение измерений при помощи осциллографа.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Основы метрологии. Электроизмерительные приборы.	2	-	0,5
2	Измерительные механизмы приборов непосредственной оценки.	2	-	0,5
3	Приборы непосредственной оценки для измерения тока и напряжения. Схемы включения амперметра и вольтметра.	2	-	0,5
4	Измерительные трансформаторы. Трансформаторы напряжения. Трансформаторы тока.	2	-	0,5
5	Приборы сравнения для измерения напряжения и тока.	2	-	0,5
6	Измерение сопротивлений.	2	-	0,5
7	Измерение индуктивности, взаимной индуктивности и емкости.	2	-	0,5
8	Измерение мощности. Измерение коэффициента мощности и частоты переменного тока. Измерение электрической энергии и количества электричества	2	-	0,5
9	Электронные осциллографы.	2	-	-
Итого:		18	-	4

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Изучение основных метрологических и эксплуатационных характеристик электроизмерительных приборов	4	-	1
2	Изучение погрешностей электрических измерений	4	-	1
3	Обработка и приведение результатов измерений.	4	-	
4	Расширение пределов измерений измерительных приборов.	2	-	
5	Составление схем для измерения тока, напряжения, мощности, энергии в цепях постоянного и переменного тока.	4	-	
6	Оценка результатов измерений многогранными приборами	4	-	
7	Оценка погрешностей измерений по классу точности.	4	-	
8	Изучение конструкции и принципа действия индукционных и электронных счетчиков электрической энергии.	4	-	1
9	Изучение конструкции и принципа действия	4	-	1

	электронного осциллографа.			
Итого:		34	-	4

4.5. Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Итого:				

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Основы метрологии. Электроизмерительные приборы. Основные понятия. Единицы измерения. Меры электрических единиц. Общие сведения об электроизмерительных приборах.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	8
2	Измерительные механизмы приборов непосредственной оценки. Магнитоэлектрическая система. Электромагнитная система. Ферродинамическая система. Индукционная система. Электростатическая система.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	3	-	8
3	Приборы непосредственной оценки для измерения тока и напряжения. Схемы включения амперметра и вольтметра. Шунты. Добавочные резисторы. Амперметры и вольтметры магнитоэлектрической системы. Амперметры и вольтметры выпрямительной системы. Амперметры и вольтметры термоэлектрической системы. Амперметры и вольтметры электромагнитной системы. Амперметры и вольтметры электродинамической и ферромагнитной систем. Вольтметры электростатической системы. Электронные вольтметры.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	8
4	Измерительные трансформаторы. Трансформаторы напряжения.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск	3	-	8

	Трансформаторы тока.	источников информации. Подготовка к практическим занятиям.			
5	Приборы сравнения для измерения напряжения и тока. Цифровые приборы. Приборы сравнения: компенсационный метод измерения напряжения и Э.Д.С. Потенциометры постоянного тока. Автоматические потенциометры. Потенциометры переменного тока. Общие сведения о цифровых приборах. Элементы цифровых приборов. Цифровые вольтметры, частотомеры, фазометры.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	7
6	Измерение сопротивлений. Приборы и методы измерения непосредственной оценки. Косвенные методы измерений. Приборы и методы сравнения. Измерение сопротивления изоляции установок и определение места повреждения изоляции. Измерение сопротивления заземления.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	7
7	Измерение индуктивности, взаимной индуктивности и емкости. Косвенные методы измерений и приборы непосредственной оценки. Методы и приборы сравнения.	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	8
8	Измерение мощности. Измерение коэффициента мощности и частоты переменного тока. Измерение электрической энергии и количества электричества. Общие понятия. Индукционный однофазный счетчик активной энергии. Измерение активной энергии в трехфазных цепях. Измерение реактивной энергии в трехфазных цепях	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	7
9	Электронные осциллографы. Устройство. Принцип действия. Проведение измерений при помощи осциллографа	Проработка учебников и конспекта лекций, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к практическим занятиям.	2	-	7
Итого:			20	-	68

4.7. Курсовые работы/проекты-не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (-ями), ведущими практические и лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах: вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений); контрольные работы.

Промежуточная аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лабковская Р.Я., Метрология и электрорадиоизмерения / Лабковская Р.Я. - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/intuit_146.html

2. Лютиков И.В., Метрология и радиоизмерения: учебник / Лютиков И.В., Фомин А.Н., Леусенко В.А. - Красноярск: СФУ, 2016. - 508 с. - ISBN 978-5-7638-3477-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834772.html>

б) дополнительная литература:

1. Бабёр А.И., Электрические измерения: учеб. пособие / А.И. Бабёр, Е.Т. Харевская. - Минск: РИПО, 2019. - 106 с. - ISBN 978-985-503-857-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855038574.html>

2. Новикова Н.В., Электрические измерения. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Н.В. Новикова, В.О. Афонько. - Минск: РИПО, 2018. - 215 с. - ISBN 978-985-503-839-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855038390.html>

3. Новикова Н.В., Электрические измерения. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Н.В. Новикова, В.О. Афонько. - Минск: РИПО, 2018. - 215 с. - ISBN 978-985-503-839-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855038390.html>

4. Лукашкин В.Г., Эталоны и стандартные образцы в измерительной технике. Электрорадиоизмерения / Лукашкин В.Г., Булатов М.Ф. - М.: Техносфера, 2018. - 402 с. - ISBN 978-5-94836-512-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365121.html>

5. Новикова Н.В., Электрические измерения. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Н.В. Новикова, В.О. Афонько. - Минск: РИПО, 2018. - 215 с. - ISBN 978-985-503-839-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855038390.html>

в) методические указания:

1. Метрология, стандартизация, сертификация. Конспект лекций для студентов направления подготовки 44.03.04. / Щирова Т.И. – Стаханов: СУНИГОТ ЛНУ им. В. Даля, 2018. –27 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования РФ – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронная библиотека ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова» «МегаПро» <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Основы энерго- и ресурсосбережения» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электрические измерения»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2.	Способен выполнить специальные расчеты и составить схемы компоновки насосных станций систем водоснабжения и водоотведения	<p>ПК-2.1. – Производит расчеты и выбор оборудования и арматуры насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.</p> <p>ПК2.2. – На основе анализа разрабатывает и составляет схемы компоновочных решений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.</p>	<p>Тема 1. Основы метрологии. Электроизмерительные приборы.</p> <p>Тема 2. Измерительные механизмы приборов непосредственной оценки.</p> <p>Тема 3. Приборы непосредственной оценки для измерения тока и напряжения..</p> <p>Тема 4. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы напряжения. Трансформаторы тока.</p> <p>Тема 5. Приборы сравнения для измерения напряжения и тока.</p> <p>Тема 6. Измерение сопротивлений.</p> <p>Тема 7. Измерение индуктивности, взаимной индуктивности и емкости.</p>	3

				<p>Тема 8 Измерение мощности. Измерение коэффициента мощности и частоты тока.</p> <p>Тема 9. Электронные осциллографы.</p>	
2	ПК-3.	<p>Эксплуатация стационарных компрессоров и турбокомпрессоров высокой производительности и с приводом от различных двигателей; стационарных компрессоров и турбокомпрессоров</p>	<p>ПК 3.1 – Производит обслуживание стационарных компрессоров, турбокомпрессоров высокой производительности и автоматизированных компрессорных станций</p> <p>ПК 3.2 – Обеспечивает проведение работ по устранению неисправностей узлов и механизмов компрессоров и вспомогательного оборудования компрессорных установок средней и высокой производительности</p>	<p>Тема 1. Основы метрологии. Электроизмерительные приборы.</p> <p>Тема 2. Измерительные механизмы приборов непосредственной оценки.</p> <p>Тема 3. Приборы непосредственной оценки для измерения тока и напряжения..</p> <p>Тема 4. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы напряжения. Трансформаторы тока.</p> <p>Тема 5. Приборы сравнения для измерения напряжения и тока.</p> <p>Тема 6. Измерение сопротивлений.</p> <p>Тема 7. Измерение индуктивности, взаимной индуктивности и емкости.</p> <p>Тема 8 Измерение мощности. Измерение коэффициента мощности и частоты тока.</p> <p>Тема 9.</p>	3

				Электронные осциллографы.	
--	--	--	--	---------------------------	--

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-2.	<p>ПК-2.1. – Производит расчеты и выбор оборудования и арматуры насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.</p> <p>ПК2.2. – На основе анализа разрабатывает и составляет схемы компоновочных решений насосных станций систем водоснабжения и водоотведения.</p>	<p>Знать: Основные физические законы, область их практического учёта и использования; основные физические величины их определение, смысл, единицы их измерения; основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах.</p> <p>Уметь: Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций физических законов; истолковывать смысл физических величин и понятий; использовать законы и методы расчета электромагнитного поля, электрических, магнитных цепей.</p> <p>Владеть: Подходами использования основных общезначимых законов и принципов в практических ситуациях; навыками анализа физической сущности явлений; методами расчета</p>	<p>Тема 1</p> <p>Тема 2</p> <p>Тема 3</p> <p>Тема 4</p> <p>Тема 5</p> <p>Тема 6</p> <p>Тема 7</p> <p>Тема 8</p> <p>Тема 9</p>	<p>Тестовые задания, разноуровневые контрольные работы и задания, практическое (прикладное задание)</p>

			<p>переходных и установленных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессионально-педагогической деятельности:</p>		
2	ПК-3.	<p>ПК 3.1 – Производит обслуживание стационарных компрессоров, турбокомпрессоров высокой производительности и автоматизированных компрессорных станций</p> <p>ПК 3.2 – Обеспечивает проведение работ по устранению неисправностей узлов и механизмов компрессоров и вспомогательного оборудования компрессорных установок средней и высокой производительности</p>	<p>Знать: – смысл, способы и единицы измерения электротехнических величин и констант; фундаментальные электротехнические опыты и их роль в развитии науки и техники;</p> <p>Уметь: составлять структурные модели (схемы замещения) магнитных, электрических, электронных и электромагнитных цепей; владеть системой эвристических методов и приемов.</p> <p>Владеть: - навыками проведения лабораторных экспериментов по теории электрических цепей и электромагнитного поля.</p>	<p>Тема 1</p> <p>Тема 2</p> <p>Тема 3</p> <p>Тема 4</p> <p>Тема 5</p> <p>Тема 6</p> <p>Тема 7</p> <p>Тема 8</p> <p>Тема 9</p>	<p>Тестовые задания, разноуровневые контрольные работы и задания, практическое (прикладное задание)</p>

Оценочные средства по дисциплине «Электрические измерения»

Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений)

1. Процесс измерения. Результат измерения.
2. Погрешности измерений.
3. Методы измерений.
4. Международная система единиц СИ.
5. Меры электрических единиц.
6. Классификация электроизмерительных приборов.
7. Измерительный механизм магнитоэлектрической системы.
8. Измерительный механизм электродинамической системы.
9. Измерительный механизм ферромагнитной системы.
10. Измерительный механизм индукционной системы.
11. Измерительный механизм электростатической системы.
12. Шунты: применение, расчет.
13. Добавочные резисторы: применение, расчет.
14. Температурная компенсация приборов.
15. Виды гальванометров. Применение гальванометров.
16. Измерительный механизм с термопреобразователем.
17. Расширение предела измерения электростатического вольтметра.
18. Положительные и отрицательные свойства электронных вольтметров.
19. Устройство трансформатора напряжения.
20. Устройство трансформатора тока.
21. Режим работы трансформатора напряжения.
22. Режим работы трансформатора тока.
23. Компенсационный метод измерения напряжения и ЭДС.
24. Работа с потенциометром постоянного тока и его применение.
25. Прямоугольно-координатный потенциометр: принципиальная схема, векторная диаграмма.
26. Элементы цифровых приборов: ключи, логические элементы, триггеры.
27. Шифраторы и дешифраторы, как элементы цифровых приборов.
28. Сравнивающие устройства и счетчики импульсов, как элемент цифровых приборов.
29. Особенности измерения сопротивлений.
30. Особенности измерения малых и больших сопротивлений.
31. Омметры: устройство, принцип действия.
32. Измерение средних сопротивлений методом амперметра и вольтметра.
33. Особенности измерения сопротивления изоляции установок.
34. Методы измерения сопротивления заземления.
35. Измерение индуктивности на переменном токе.

36. Измерение взаимной индуктивности на переменном токе.
37. Методы измерения емкости на переменном токе.
38. Равновесие моста на переменном токе.
39. Измерение индуктивности моста.
40. Измерение емкости моста.
41. Электродинамический ваттметр в цепи переменного тока.
42. Измерение мощности ваттметром с трансформатором тока.
43. Измерение мощности в четырехпроводных цепях.
44. Устройство и принцип действия индукционного однофазного счетчика активной энергии.
45. Устройство электронного осциллографа.
46. Назначение и применение осциллографов.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«доклад, сообщение»**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.).
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.).
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания к практическим занятиям

1. Изучить основные метрологические и эксплуатационные характеристики электроизмерительных приборов, методы их изображения на приборах и правил единой международной системы единиц.
2. Изучить метрологические и эксплуатационные характеристики заданного электроизмерительного прибора и дать письменное определение всех символов и знаков, что находятся на нем.
3. Определить величины максимально возможных абсолютных и относительных погрешностей измерений электрических величин, заданных многогранными приборами на разных границах измерений.
4. Сделать выводы по рациональности выбора границы измерения в многогранном приборе.
5. Изучить виды погрешностей и методы их определения и расчета.

6. Выполнить многократные измерения постоянного тока и результаты занести в таблицу.
7. Обработать результаты измерений и определить вероятную погрешность измерения тока; граничную погрешность, истинное значение измеряемого тока и границы его доверительного интервала.
8. Сделать выводы по результатам проведенных исследований.
9. Изучить принцип действия однофазного счетчика. Схему его подключения и основные метрологические характеристики.
10. Выполнить необходимые для проверки счетчика исследования по определению нагрузочной характеристики счетчика. Самохода и порога чувствительности.
11. Построить нагрузочную характеристику счетчика.
12. Сделать выводы по результатам проведенной проверки заданного счетчика электрической энергии.
13. Изучить принципы устройства мостов переменного тока и фарадметров.
14. Определить индуктивность и добротность заданной катушки. Емкости и угла диэлектрических потерь для заданного конденсатора методом амперметра, вольтметра и ваттметра.
15. Измерить индуктивность. Активное сопротивление и добротность катушки, емкость и тангенс угла диэлектрических потерь конденсатора универсальным мостом переменного тока.
16. Измерить емкость конденсатора фарадометром.
17. Изучит схемы включения ваттметров и счетчиков для измерения активной и реактивной энергии в трехфазных цепях.
18. Измерить в симметричной системе напряжений с активно-индуктивной нагрузкой: активную мощность одним однофазным ваттметром; реактивную мощность одним однофазным ваттметром; активную мощность двухэлементным трехфазным ваттметром;
19. Активной энергии за время t трехфазным двухэлементным счетчиком; реактивной энергии за время t однофазным счетчиком активной энергии.
20. По результатам проведенных измерений определить коэффициент мощности нагрузки и сделать выводы о возможности использования изученных методов измерения.
21. Изучить блок-схему и принцип работы электронно-лучевого осциллографа.
22. Ознакомиться с назначением ручек управления на передней панели осциллографа.
23. Подготовить изучаемый осциллограф к работе.
24. Произвести измерение максимальных значений фазного и линейного напряжения трехфазной цепи.
25. Измерить частоту внешнего сигнала генератора частоты.
26. Ознакомится с основными видами и характеристиками

измерительных преобразователей тока и напряжения.

27. Провести исследование с шунтом.
28. Провести исследование с дополнительным резистором.
29. Провести исследование схемы измерения тока амперметром с трансформатором тока.
30. Провести исследование схем выпрямляющих преобразователей.

Контрольные вопросы к практическим занятиям

1. Перечислите и дайте определение погрешностей электроизмерительных приборов.
2. Что такое класс точности прибора?
3. Назовите классы точности стрелочных приборов.
4. Как выбирается граница измерения в многограничных приборах?
5. Назовите возможные источники дополнительных погрешностей.
6. Что такое поправка?
7. Каковы причины введения системы СИ?
8. Назовите основные единицы в системе СИ.
9. Как классифицируются погрешности измерений?
10. Какая погрешность лучше характеризует качество измерений абсолютная или относительная?
11. Приведите примеры систематических и случайных погрешностей.
12. Перечислите методы исключения систематических ошибок и промахов.
13. Как можно уменьшить случайные погрешности.
14. Поясните сущность коэффициента Стьюдента.
15. Привести примеры законов распределения случайных величин.
16. Что подразумевается под истинным значением измеряемой величины?
17. Поясните принцип устройства и действия однофазного счетчика электрической энергии.
18. Для чего проводится поверка измерительных приборов?
19. Какие лабораторные характеристики счетчика определяются при его поверке?
20. Что такое порог чувствительности счетчика и как он определяется?
21. Что такое самоход счетчика и как он определяется?
22. Изложите порядок проведения поверки однофазного электросчетчика.
23. Что такое нагрузочная характеристика счетчика и для чего она строится?
24. Какие существуют методы измерения индуктивности и емкости?

25. Запишите и поясните условие равновесия моста переменного тока.
26. Чем поясняется высокая точность измерения индуктивности и емкости мостами переменного тока?
27. Достоверность метода трех приборов при измерении индуктивности и емкости.
28. Начертите любую мостовую схему для измерения индуктивности и емкости.
29. Поясните принцип действия фарадметра логометрического типа.
30. Почему и как потребляемая прибором мощность влияет на точность измерений индуктивности и емкости методом трех приборов.
31. В каком случае можно измерять активную мощность в трехпроводной трехфазной цепи одним однофазным ваттметром?
32. В каком случае необходим трехэлементный ваттметр для измерения активной мощности трехфазной нагрузки?
33. Поясните по схеме -как должен быть подключен двухэлементный счетчик активной энергии в трехфазную цепь. Когда возможно измерение энергии таким счетчиком?
34. Как определяется коэффициент мощности по расчетам активной и реактивной мощности, и средневзвешенный коэффициент мощности по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии?
35. Измерение каких электрических величин можно проводить при помощи электронно-лучевого осциллографа?
36. Поясните принцип действия осциллографа по его блок схеме и формирование изображения на экране.
37. Каким образом производится измерение напряжения и частоты при помощи электронно-лучевого осциллографа?
38. Что называется измерительным преобразователем?
39. Назначение шунтов, схемы подключения. Порядок расчетов.
40. Назначение дополнительных резисторов, схема их включения. Порядок расчетов.
41. Назначение измерительных трансформаторов тока и напряжения, схемы их включения.

Критерии и шкала оценивания к оценочному средству
«практическое занятие»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ

	погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.
4	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
3	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
2	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Измерение физической величины. Причины появления погрешности при измерении физической величины.
2. Виды Физическая величина и ее измерение. Истинное и действительное значение измерения: прямые, косвенные, совокупные, совместные.
3. Международная система единиц (СИ) и ее основные единицы.
4. Образцовые и рабочие средства измерений. Аналоговые и цифровые приборы (общая характеристика).
5. Методы измерения: метод непосредственной оценки и метод сравнения.
6. Характеристики средств измерения: функция преобразования, чувствительность, порогочувствительность, диапазон измерений, диапазон показаний.
7. Счетчики электрической энергии в цепях переменного тока.
8. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.
9. Аддитивная и мультипликативная погрешности и причины, их вызывающие.
10. Классы точности средств измерения. Способы увеличения

точности измерения. Поверка средств измерений.

11. Основные метрологические характеристики средств измерения.
12. Основные погрешности измерения и средств измерения.
13. Схема включения амперметра. Методическая погрешность. Расширение пределов измерения амперметром.
14. Генераторные преобразователи – термоэлектрические, индукционные.
15. Приборы для измерения напряжения постоянного тока и их основные характеристики. Схема включения вольтметра, его методическая погрешность.
16. Какие физические величины входят в Международную систему величин (СИ).
17. В чем заключается процесс измерения физической величины?
18. Приборы для измерения переменного (синусоидального) тока и их основные характеристики. Схема включения и методическая погрешность.
19. Приборы измерения сопротивления прямым способом и их основные характеристики.
20. Дайте определения прямого и косвенного измерений.
21. Приборы для измерения мощности прямым способом и их технические характеристики. Схема включения однофазного ваттметра
22. Что понимают под «диапазоном измерений» и «диапазоном показаний» измерительного прибора.
23. Измерение параметров конденсаторов. Прямым и косвенным способом.
24. Что такое «чувствительность» средств измерений?
25. В чем заключается поверка средств измерений.
26. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные.
27. Что понимают под рабочими и образцовыми средствами измерений?
28. Электрические мосты постоянного тока – схема, условие равновесия, принцип действия, применение.
29. Индуктивные преобразователи – назначение, схема, принцип действия преобразователя, работающего на принципе изменения индуктивности L .
30. В чем заключается процесс измерения физической величины?
31. Магнитоэлектрические приборы – конструкция, принцип действия.
32. Электромагнитные приборы – конструкция, принцип действия.
33. Электродинамические приборы – конструкция, принцип действия.
34. Электростатические приборы – конструкция, принцип действия.
35. Мосты постоянного тока – схема, условие равновесия.
36. Индукционные приборы – схема и принцип действия.
37. Прямые и косвенные методы измерения активного

сопротивления.

38. Трансформаторные мосты – схема, условие равновесия.
39. Электрические мосты переменного тока – схема, условие равновесия.
40. Прямые и косвенные методы измерения емкости «С».
41. Реостатные преобразователи – назначение, схема.
42. Тензорезисторные преобразователи – схема, назначение.
43. Емкостные преобразователи – назначение, схема.
44. Методы измерения напряжения. Схема включения вольтметра.
45. Индуктивные преобразователи – назначение, схема.
46. Приборы для измерения напряжения переменного тока и их основные характеристики. Схема включения вольтметра и его методическая погрешность.
47. Приборы для измерения постоянного тока. Их основные характеристики, схема включения и методическая погрешность.
48. Электронные вольтметры постоянного тока – структурная схема.
49. Электронные вольтметры переменного тока – структурная схема.
50. Измерение сопротивления методом амперметра и вольтметра. Методическая погрешность измерения.
51. Электронно-лучевые осциллографы – структурная схема и назначение основных элементов.
52. Измерение мощности методом амперметра и вольтметра. Особенности измерения – методическая погрешность.
53. Компенсаторы постоянного тока – схема, назначение.
54. Структурная схема и назначение основных звеньев структурной схемы и общих узлов электромеханических измерительных приборов.
55. Способы измерения активной мощности в трехфазных электрических цепях.
56. Цифровой вольтметр, реализующий времяимпульсный метод преобразования – структурная схема.
57. Цифровые приборы, назначение и обобщенная структурная схема. Понятие о дискретизации, квантовании и кодировании.
58. Цифровой вольтметр, реализующий кодоимпульсный метод преобразования – структурная схема.
59. Цифровой частотомер – структурная схема.
60. Аддитивная и мультипликативная погрешности измерения.
61. Зависимость угла поворота подвижной части от тока, преимущества и недостатки, применение магнитоэлектрических приборов.
62. Зависимость угла поворота подвижной части от тока, преимущества и недостатки, применение электромагнитных приборов.
63. Функция преобразования, достоинства и недостатки, применение электродинамических приборов.
64. Зависимость угла поворота подвижной части от напряжения, достоинства и недостатки, применение электростатических приборов.

65. Принцип работы, применение мостов постоянного тока.
66. Назначение и область применения индукционных приборов.
67. Методическая погрешность при измерении сопротивлений.
68. Принцип работы, применение трансформаторных мостов.
69. Принцип работы, применение электрических мостов переменного тока.
70. Схема и принцип действия емкостного преобразователя линейных перемещений.
71. Функция преобразования, принцип действия, достоинства и недостатки реостатных преобразователей.
72. Функция преобразования, принцип действия, применение тензорезисторных преобразователей.
73. Функция преобразования, принцип действия, достоинства и применение емкостных преобразователей.
74. Расширение пределов измерения вольтметров электромеханической измерительной системы.
75. Принцип работы, функция преобразования индуктивного преобразователя линейных перемещений.
76. Трансформаторные преобразователи – назначение, схема, принцип работы.
77. Емкостные преобразователи и их применение для измерения уровня жидкости.
78. Принцип действия электронного вольтметра постоянного тока.
79. Принцип действия электронного вольтметра переменного тока.
80. Электронные амперметры – функциональная схема и принцип действия.
81. Принцип работы осциллографа.
82. Электронно-лучевые осциллографы. Принцип синхронизации входного сигнала.
83. Вывод условия равновесия и применение компенсаторов постоянного тока.
84. Прямые и косвенные методы измерения индуктивности L .
85. Основные метрологические характеристики средств измерений.
86. Поясните принцип действия цифрового вольтметра.
87. Тензорезисторные преобразователи: назначения, принцип действия, функция преобразования.
88. Поясните принцип действия цифрового вольтметра.
89. Принцип действия цифрового частотомера.
90. Цифровой фазометр – схема и принцип действия.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной	зачтено

<p>форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.</p>	
<p>Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.</p>	
<p>Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.</p>	
<p>Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.</p>	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)