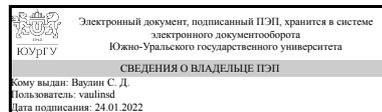


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



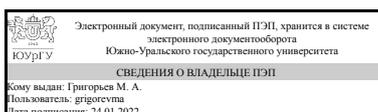
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.02 Метрология  
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Автоматизация технологических процессов в промышленности  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод и мехатроника

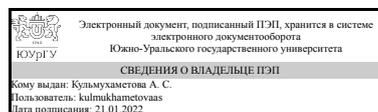
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 200

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. С. Кульмухаметова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метрология» является приобретение студентами знаний в области метрологии: основных параметров и характеристик средств измерения, видов погрешностей, методов обработки результатов измерений, а также методов измерения основных физических величин в электротехнике и основных технических средств для реализации этих методов. Задачи дисциплины: – усвоение методов определения погрешности измерения и обработки результатов измерения; – усвоение методов измерения напряжения, тока, мощности и электрической энергии; – привитие практических навыков работы с электроизмерительными приборами.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе данной дисциплины раскрываются основы метрологии и метрологического обеспечения мехатронных систем, методы определения и нормирования метрологических характеристик типовых средств измерений, методы обработки результатов измерения, основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-10 способностью проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	Знать: понятия и определения, используемые в рамках направления, общие законы и правила измерений, обеспеченность их единства, требуемой точности и достоверности, основы Государственной системы стандартизации, основные метрологические методы и средства измерения линейных и угловых величин, показатели качества продукции и методы ее оценки.
	Уметь: организовывать измерительный эксперимент и правильно, выбрать измерительную технику для конкретных измерений; обоснованно выбирать и применять соответствующие конкретной ситуации положения законодательных актов и основополагающих документов по метрологии, стандартизации, сертификации, применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.
	Владеть: типовыми методами контроля качества продукции и услуг; процедурами утверждения типа средств измерений; методами и средствами разработки и оформления технической документации.
ПК-9 способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать	Знать: основы метрологии, стандартизации и сертификации; работу метрологических служб, обеспечивающих единство измерений; принципы построения международных и отечественных

<p>оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления</p>	<p>стандартов, правила пользования стандартами, комплексами стандартов и нормативной документацией при проведении инженерных расчётов.; методы и средства измерений и контроля, диагностики, испытаний;</p>
	<p>Уметь: применять средства измерений различных физических величин; осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам; выбирать методики испытаний; осуществлять поиск стандартов; разбираться в классификации стандартов; применять средства измерений различных физических величин; осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам; выбирать методики испытаний; разбираться в классификации стандартов;</p>
	<p>Владеть: методами измерений, контроля и испытаний; методами оценивания погрешностей и неопределённостей с применением современных информационных технологий; методами поверки и калибровки; методами расчёта метрологических характеристик средств измерений;</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.12 Физика, Б.1.19 Электротехника, Б.1.13 Информатика и программирование	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.12 Физика	<p>Знать электричество и магнетизм (электростатику и магнитостатику в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение непрерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле, принцип относительности в электродинамике). Уметь решать типовые задачи физики с использованием методов математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности. Владеть методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.</p>
Б.1.13 Информатика и программирование	<p>Знать содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий,</p>

	структуру локальных и глобальных компьютерных сетей. Уметь работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать языки системы для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения. Владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях.
Б.1.19 Электротехника	Студент должен знать основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа и расчёта линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока в стационарных и переходных режимах Студент должен уметь выбирать соответствующие методы расчёта электрических цепей, выявлять физическую сущность явлений и процессов в различных электротехнических устройствах и выполнять применительно к ним простые технические расчёты, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов. Студент должен обладать навыками и методами расчёта переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными электроизмерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для электротехнических расчётов.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Подготовка отчетов по практическим работам	16	16
Подготовка к защите отчетов по практическим работам	16	16
Подготовка к зачету	12	12
Работа с конспектами лекций	16	16
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений. Классификация средств измерений	8	4	4	0
2	Методы и средства измерения тока, напряжений и магнитного поля. Классификация методов измерения. Измерительные трансформаторы	18	6	4	8
3	Измерение параметров электрических цепей. Устройство и принцип действия ваттметра. Цифровые измерительные приборы	12	4	8	0
4	Средства измерения углового положения и частоты вращения	10	2	0	8

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Содержание и структура дисциплины. Погрешности измерений (абсолютная, относительная, приведенная). Класс точности. Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения. Электрический сигнал и формы его представления.	2
2	1	Эталоны, меры, измерительные преобразователи, электромеханические и электронные измерительные приборы, цифровые измерительные приборы, применение вычислительной техники при измерениях. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Основные параметры средств измерения. (Проблемная лекция)	2
3	2	Магнитоэлектрический измерительный механизм. Шунты и добавочные сопротивления – как способы расширения пределов измерения на постоянном токе.	2
4	2	Прямые, косвенные, совмещенные, дифференциальные, компенсационные. Электромагнитный измерительный механизм. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы. Методы и средства измерения напряжений и токов на переменном токе.	2
5	2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения – устройство и принцип действия. Схемы включения измерительных трансформаторов в однофазную и трехфазную цепь.	2
6	3	Аналоговый омметр. Мост постоянного тока для измерения активных сопротивлений. Мегаомметр. Мосты переменного тока для измерения емкостей и индуктивностей.	2
7	3	Угловая погрешность ваттметра. Измерение активной мощности в трехфазных симметричных цепях (метод одного ваттметра). Схема для измерения мощности с искусственной нейтральной точкой.	2
8	4	Методы и средства измерения частоты вращения и углового положения. Энкодеры, вращающиеся трансформаторы	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Выполнение практической работы №1 «Погрешности измерений».	2
2	1	Защита отчета по практической работе №1 «Погрешности измерений».	2

3	2	Выполнение практической работы №2 «Измерения в цепях постоянного тока».	2
4	2	Защита отчета по практической работе №2 «Измерения в цепях постоянного тока».	2
5	3	Выполнение практической работы №3 «Измерения в цепях переменного тока».	2
6	3	Защита отчета по практической работе №3 «Измерения в цепях переменного тока».	2
7	3	Выполнение практической работы №4 «Виртуальный осциллограф».	2
8	3	Защита отчета по практической работе №4 «Виртуальный осциллограф».	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Выполнение лабораторной работы 1 "Изучение датчиков напряжения и тока"	2
2	2	Защита лабораторной работы №1 "Изучение датчиков напряжения и тока"	2
3	2	Выполнение лабораторной работы №2 "Изучение датчиков магнитного поля"	2
4	2	Защита лабораторной работы №2 "Изучение датчиков магнитного поля"	2
5	4	Выполнение лабораторной работы №3 "Изучение датчиков частоты вращения"	2
6	4	Защита лабораторной работы №3 "Изучение датчиков частоты вращения"	2
7	4	Выполнение лабораторной работы №4 "Изучение датчиков углового положения"	2
8	4	Защита лабораторной работы №4 "Изучение датчиков углового положения"	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Работа с конспектами лекций	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-5.	16
Подготовка к зачету	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-5.	12
Подготовка к защите отчетов по практическим работам	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-5	16
Подготовка отчетов по практическим работам	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-5	16

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проблемная лекция	Лекции	Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая	2

		проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязательен диалог преподавателя и студентов.	
Тренинг	Практические занятия и семинары	Проведение защиты ряда отчетов практических работ в форме тренинга. Данная технология направлена на формирование опыта межличностного взаимодействия в будущей профессиональной деятельности. Образовательная результативность тренинга основана на моделировании реальных профессиональных ситуаций, активной включенности его участников в процесс общения и оптимального разрешения ситуаций в доверительной и комфортной обстановке, выработке вариативных сценариев делового взаимодействия и партнерского сотрудничества. Форма проведения тренинга - мозговой штурм, когда в процессе моделирования специально заданных ситуаций студенты имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, изменить свое отношение к собственному опыту и применяемым в предстоящей профессиональной деятельности подходам.	4

### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-9 способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	Защита практической работы	Вопрос 1-5
Все разделы	ПК-10 способностью проводить оценку уровня брака	Защита	Вопросы

	продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	практической работы	5-10
Все разделы	ПК-9 способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	Зачет	Вопрос 1-20
Все разделы	ПК-10 способностью проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	Зачет	Вопрос 21-38
Все разделы	ПК-10 способностью проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	Защита лабораторной работы	Вопрос 1
Все разделы	ПК-9 способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	Защита лабораторной работы	Вопросы 2-3

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Защита практической работы	<p>К процедуре защиты практической работы допускаются студенты, которые выполнили практическую работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите.</p> <p>Процедура защиты практических работ №3-4 проходит с использованием инновационной образовательной технологии "Тренинг", остальные практические работы - в форме устного опроса каждого студента. В не зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее 3-х вопросов на тему практической работы.</p>	<p>Зачтено: Обучающийся самостоятельно и верно ответил на более чем 60% заданных вопросов. При этом уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные термины и понятия.</p> <p>Не зачтено: Обучающийся ответил менее чем на 60% поставленных вопросов.</p>
Зачет	<p>Зачет проводится в устной форме. Каждому студенту выдается билет, в котором присутствует по три теоретических вопроса из любого раздела семестра, за который проводится промежуточная аттестация. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Тема считается освоенной, если студент смог ответить на 60% вопросов, заданных по данной теме.</p>	<p>Зачтено: Студент должен ответить на более 60% заданных вопросов.</p> <p>Не зачтено: Студент ответил менее чем на 59% заданных вопросов, не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки решения стандартных задач в области метрологии.</p>
Защита лабораторной работы	<p>К процедуре защиты лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Процедура защиты проходит в форме устного опроса каждого студента. Студенту должно быть задано не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы.</p>	<p>Зачтено: Обучающийся самостоятельно и верно ответил на более чем 60% заданных вопросов. При этом уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные термины и понятия.</p> <p>Не зачтено: Обучающийся ответил менее чем на 60% поставленных вопросов.</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Защита практической работы	<p>Контрольные вопросы (задания) к практическим работам</p> <p>Практическая работа №1 «Погрешности измерений».</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения: метрология, физическая величина, значение физической величины, единица физической величины, измерение, истинное и действительное значения физической величины, погрешность измерения, точность измерения.</li> <li>2. Электрические сигналы - классификация (детерминированные и случайные, периодические и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные).</li> <li>3. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная</li> </ol>

функция, стационарные и нестационарные сигналы, эргодический сигнал, математическое ожидание и дисперсия.

4. Классификация измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
5. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки. Эталон, образцовое и рабочее средства измерения. Поверка прибора.
6. Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам: электромеханические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и регистрирующие приборы.
7. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена деления, порог чувствительности, диапазон измерений.
8. Погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная, инструментальная и методическая, основная и дополнительная, динамическая.
9. Класс точности, нормирующее значение.
10. Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэффициенты амплитуды и формы.

Практическая работа №2 «Измерения в цепях постоянного тока».

1. Аналоговые электромеханические измерительные приборы: устройство и принцип работы.
2. Условные обозначения систем электроизмерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы.
3. Магнитоэлектрический измерительный механизм.
4. Электромагнитный измерительный механизм.
5. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы.
6. Индукционный измерительный механизм.
7. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформаторы тока и напряжения.
8. Измерения напряжения и тока в цепях постоянного тока: типы используемых измерительных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению.
9. Погрешности измерения тока и напряжения, вносимые включением амперметра и вольтметра.
10. Косвенное измерение токов.

Практическая работа №3 «Измерения в цепях переменного тока».

1. Измерение переменных токов и напряжений: без преобразователей рода тока и с преобразователями рода тока, типы используемых измерительных механизмов и области их использования, расширение пределов измерения по току и напряжению, одно- и двухполупериодные схемы выпрямления.
2. Электронные вольтметры.
3. Измерение мощности. Устройство ваттметра, особенности его использования на постоянном и переменном токе, угловая погрешность. Косвенное измерение мощности.
4. Ваттметр с преобразователем Холла. Электрический счетчик электроэнергии на основе индукционного измерительного механизма, на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ).
5. Измерение активной мощности в трехфазных цепях: методы одного, двух и трех ваттметров, метод одного ваттметра с искусственной нулевой точкой.
6. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках.
7. Электронный частотомер на приборе конденсаторного типа. Фазометр на основе преобразования угла сдвига фаз во временной интервал.
8. Измерение сопротивлений омметром: последовательная и параллельные схемы включения измерительного механизма.
9. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока.

	<p>10. Мегомметр. Практическая работа №4 «Виртуальный осциллограф».</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки.</li> <li>2. Электронный осциллограф: блочная схема электронной части.</li> <li>3. Электронный осциллограф: схема синхронизации.</li> <li>4. Электронный осциллограф: генератор развертки.</li> <li>5. Электронный осциллограф: двух-канальный режим однолучевого осциллографа.</li> <li>6. Цифровые измерительные приборы.</li> <li>7. Дискретизация, квантование и цифровое кодирование.</li> <li>8. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной величины в дискретную.</li> <li>9. Кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное преобразование.</li> <li>10. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием.</li> </ol>
Зачет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение метрологии и физической величины.</li> <li>2. Определения истинного и действительного значения физической величины, погрешности измерения, точности измерения.</li> <li>3. Классификация электрических сигналов (детерминированные и случайные, периодические и непериодические, синусоидальные и несинусоидальные).</li> <li>4. Средневыпрямленное и среднеквадратичные значения сигнала, коэффициенты амплитуды и формы.</li> <li>5. Случайные сигналы: выборочная функция, среднее значение, корреляционная функция, стационарные и нестационарные сигналы, эргодический сигнал, математическое ожидание и дисперсия.</li> <li>6. Классификация измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.</li> <li>7. Классификация средств измерений: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки.</li> <li>8. Эталон, образцовое и рабочее средства измерения. Поверка прибора.</li> <li>9. Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам: электромеханические и электронные приборы, аналоговые и цифровые приборы, показывающие и регистрирующие приборы.</li> <li>10. Метрологические характеристики средств измерений: функция преобразования измерительного прибора, чувствительность, цена деления, порог чувствительности, диапазон измерений.</li> <li>11. Погрешности измерений: абсолютная, относительная и приведенная, инструментальная и методическая, основная и дополнительная, динамическая.</li> <li>12. Класс точности, нормирующее значение.</li> <li>13. Аналоговые электромеханические измерительные приборы: устройство и принцип работы.</li> <li>14. Условные обозначения систем электроизмерительных приборов и значение знаков, наносимых на их шкалы.</li> <li>15. Магнитоэлектрический измерительный механизм.</li> <li>16. Электромагнитный измерительный механизм.</li> <li>17. Электродинамический и ферродинамический измерительные механизмы.</li> <li>18. Индукционный измерительный механизм.</li> <li>19. Масштабные измерители напряжения: шунты, делители напряжения, трансформаторы тока и напряжения.</li> <li>20. Измерения напряжения и тока в цепях постоянного тока: типы используемых измерительных механизмов, расширение пределов измерений по току и напряжению.</li> <li>21. Погрешности измерения тока и напряжения, вносимые включением амперметра и вольтметра.</li> <li>22. Косвенное измерение токов.</li> <li>23. Измерение переменных токов и напряжений: без преобразователей рода тока</li> </ol>

	<p>и с преобразователями рода тока, типы используемых измерительных механизмов и области их использования, расширение пределов измерения по току и напряжению, одно- и двухполупериодные схемы выпрямления.</p> <p>24. Электронные вольтметры.</p> <p>25. Измерение мощности. Устройство ваттметра, особенности его использования на постоянном и переменном токе, угловая погрешность. Косвенное измерение мощности.</p> <p>26. Ваттметр с преобразователем Холла. Электрический счетчик электроэнергии на основе индукционного измерительного механизма, на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ).</p> <p>27. Измерение активной мощности в трехфазных цепях: методы одного, двух и трех ваттметров, метод одного ваттметра с искусственной нулевой точкой.</p> <p>28. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях при симметричной и несимметричной нагрузках.</p> <p>29. Электронный частотомер на приборе конденсаторного типа. Фазомер на основе преобразования угла сдвига фаз во временной интервал.</p> <p>30. Измерение сопротивлений омметром: последовательная и параллельные схемы включения измерительного механизма.</p> <p>31. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока.</p> <p>32. Мегомметр.</p> <p>33. Метод амперметра-вольтметра при измерении сопротивлений.</p> <p>34. Измерение емкостей и индуктивностей. Косвенные и прямые методы.</p> <p>35. Мосты переменного тока для измерений емкостей и индуктивностей.</p> <p>36. Электронный осциллограф: назначение, устройство электронно-лучевой трубки, блочная схема электронной части: схема синхронизации, генератор развертки, двух-канальный режим однолучевого осциллографа.</p> <p>37. Цифровые измерительные приборы: дискретизация, квантование, цифровое кодирование. Классификация цифровых приборов по способу преобразования непрерывной величины в дискретную: кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное.</p> <p>38. Цифровой вольтметр с времяимпульсным преобразованием.</p>
<p style="text-align: center;">Защита лабораторной работы</p>	<p>Типовые вопросы к защите Лабораторной работы №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип работы делителя напряжения</li> <li>2. Основные погрешности датчиков тока и напряжения, причины, способы уменьшения.</li> <li>3. Принцип действия трансформатора напряжения</li> </ol> <p>Типовые вопросы к защите Лабораторной работы №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип работы датчиков Холла, преимущества и недостатки</li> <li>2. Какая предпочтительная область применения датчиков, рассмотренных в лабораторной работе.</li> <li>3. Принцип работы магниторезисторов, преимущества и недостатки.</li> </ol> <p>Лабораторная работа №3 "Датчики частоты вращения. Датчики скорости."</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные погрешности тахогенератора и методы их снижения.</li> <li>2. Принцип работа тахогенератора постоянного тока.</li> <li>3. Принцип действия инкрементального энкодера?</li> </ol> <p>Лабораторная работа №4 "Датчики углового положения."</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как обеспечивается питание выбранного датчика?</li> <li>2. Какой принцип действия абсолютного энкодера?</li> <li>3. В чем отличие двоичного кода от кода Грея?</li> </ol>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника Текст учеб. пособие для вузов по направлениям в обл. техники и технологии К. К. Ким и др.; под ред. К. К. Кима. - СПб. и др.: Питер, 2010. - 367 с. ил.

2. Электротехника Кн. 1 Теория электрических и магнитных цепей. Электрические измерения учеб. пособие : В 3 кн. под ред. П. А. Бутырина и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 503, [1] с. ил.

3. Никифоров, А. Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения Учеб. пособие для вузов по машиностроит. специальностям А. Д. Никифоров. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 509, [1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Левшина, Е. С. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с. ил.

2. Основы метрологии и электрические измерения Учебник для вузов по специальности "Информ.-измерит. техника" Под ред. Е. М. Душина. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1987. - 479 с. ил.

3. Спектор, С. А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений Учеб. пособие для вузов по специальности "Информ.-измерит. техника". - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1987. - 319 с. ил.

4. Хромоин, П. К. Электротехнические измерения Текст учеб. пособие для сред. проф. образования П. К. Хромоин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2013. - 287 с. ил.

5. Шульц, Ю. Электроизмерительная техника: 1000 понятий для практиков Справочник Пер. с нем. Н. А. Домрина; Под ред. Е. И. Сычева. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 288 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. "Метрология" Методические указания по выполнению практических работ

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. "Метрология" Методические указания по выполнению практических работ

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

**9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	471 (3)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Лабораторные занятия	471 (3)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением. Лабораторный комплекс "Датчики механических величин", "Датчики технологической информации"
Лекции	914 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением