

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Электрические и компьютерные измерения в электромеханике  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний в области электрических и компьютерных измерений; формирование умений в области измерений электрических величин, типовых решений в области электрических измерений; формирование навыков применения систем измерений электрических величин.

Задача дисциплины:

изучение основных положений теории и практики электрических измерений, устройств и принципов работы электрических и компьютерных средств измерений; основных базовых элементов средств электрических измерений, типовых схемных решений, применяемых при измерении электрических величин, и основных направлений развития этих систем; формирование умения выбирать и применять типовые решения систем электрических измерений, применяемых при проведении работ с электроустановками, на предприятиях и в лабораториях; формирование навыков расчета современными методами электрических и компьютерных измерений и применением приборов электрических измерений для контроля электрооборудования на предприятиях и в лабораториях.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- измерительная техника электрических величин;
- измерительные преобразователи (ИП), схемы построения ИП; первичные преобразователи;
- метрологические характеристики ИП: погрешности измерений; выходные характеристики датчиков; быстродействие датчиков;
- схемы формирования сигналов пассивных датчиков: основные типы схем, параметры схем формирования сигналов, характеристики выходного сигнала измерительной схемы;
- устройства обработки измерительного сигнала: согласование датчиков с измерительной схемой, преобразователи измерительного сигнала;
- части схем для выделения полезной составляющей измерительного сигнала.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	знает: – основные положения теории и измерения электрических величин, – устройство и принципы работы измерительных преобразователей, – метрологические характеристики, способы компенсации погрешности измерений и тарировки ИП, приборы и средства электрических измерений, используемых в профессиональной деятельности;	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Дифференцированный зачет
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	умеет: – анализировать и объяснять явления и процессы в электрических цепях схем электрооборудования; – работать с измерительными приборами электрических величин, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	владеет: – навыками исследования и анализа процессов в электрических цепях с помощью средств измерения электрических величин; – делать описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы.	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	знает: – типовые схемы измерения электрических величин электрооборудования;	Знает основные принципы планирования, способы подготовки и методы выполнения экспериментальных	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		– основы современных методов применения элементов измерительных систем при экспериментальных исследованиях.	исследований объектов профессиональной деятельности; способы обработки полученных результатов экспериментальных исследований и представления полученной информации в соответствии с требованиями нормативной документации.	
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	умеет: – выбирать и использовать измерительное оборудование электрических величин для анализа процессов в электрооборудовании, при проведении экспериментальных исследований; – выбирать типовые схемные решения измерительных систем электрооборудования.	Умеет применять методы экспериментальных исследований при решении профессиональных задач; обрабатывать результаты экспериментальных исследований с представлением их в требуемом формате.	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	владеет: – навыками применения измерительных устройств электрических величин при исследовании элементов схем электрооборудования; - способностью выбирать схемные решения типовых измерительных систем электрооборудования при проведении экспериментальных исследований.	Владеет навыками исследований объектов профессиональной деятельности и практической обработки полученных результатов.	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	5	5	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
8-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие сведения об измерениях и их погрешностях	5	9	2	30
<p>Тема 1. Роль и значение электрических измерений. Роль и значение электрических измерений и средств измерений в народном хозяйстве, в развитии науки и техники. Значение объективных измерений в общем познании человеком природы. Перспективы развития и совершенствования электрических измерений и приборостроения.</p> <p>Тема 2. Измеряемые физические величины и их классификация.</p> <p>Измеряемые физические величины и их классификация. Виды электрических сигналов. Виды измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные. Методы измерений: непосредственной оценки, сравнения и т.п. Средства измерения и их основные элементы. Измерительные преобразователи, приборы, устройства, установки, системы. Классификация приборов по форме и характеру представления информации.</p> <p>Измерительные приборы в Государственной системе промышленных приборов.</p> <p>Тема 3. Сведения о погрешностях средств измерений.</p> <p>Классификация погрешностей: абсолютная, относительная, приведенная; аддитивная и мультипликативная; систематическая и случайная. Нормирование метрологических характеристик средств измерений, классы точности. Статистические характеристики погрешностей. Оценка погрешностей косвенных измерений. Расчет суммарной погрешности цепочки измерительных преобразователей. Способы повышения точности средств измерения.</p>				
Аналоговые измерительные приборы	5	8	1	30
<p>Тема 4. Структура электромеханических измерительных приборов.</p> <p>Назначение составляющих элементов. Уравнение движения измерительного механизма. Узлы и детали измерительных приборов. Типы измерительных механизмов, их условные обозначения. Знаки на шкалах и щитках приборов.</p> <p>Тема 5. Устройство, принцип действия и основные характеристики измерительных приборов магнитоэлектрической системы.</p> <p>Уравнение шкалы. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров.</p> <p>Комбинированные аналоговые измерительные приборы. Измерительные приборы электромагнитной и электростатической систем.</p> <p>Тема 6. Электродинамические</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>измерительные приборы. Уравнения шкал амперметра и вольтметра. Измерение мощности. Схемы включения. Особенности измерительных приборов ферродинамической системы. Тема 7. Измерительные приборы индукционной системы. Устройство и принцип действия. Уравнение шкалы. Счетчики электрической энергии. Логометры. Особенности. Применение логометров для электрических измерений. Аналоговые электронные вольтметры. Структурные схемы. Виды преобразователей. Влияние формы кривой измеряемого напряжения на показания аналогового электронного вольтметра. Сравнение с электромеханическими измерителями.</p>				
Цифровые измерительные приборы	4	5	1	14
<p>Тема 8. Устройство и принцип работы цифровых приборов. Устройство и принцип работы цифровых приборов. Структура. Дискретизация. Цифровое кодирование. Методы преобразования непрерывной величины в дискретную. Кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное преобразования. Основные технические характеристики ЦАП и АЦП. Отличительные особенности и преимущества цифровых средств измерения перед аналоговыми.</p>				
Методы измерения электрических величин	4	5	1	16
<p>Тема 9. Измерение сопротивления Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра. Схема с одним вольтметром. Схема с одним амперметром. Схема с амперметром и вольтметром. Измерение больших сопротивлений. Измерение сопротивления омметром. Мостовые схемы для измерения параметров электрических цепей. Одинарный и двойной мосты. Тема 10. Метрологические характеристики. Метрологические характеристики. Измерение индуктивности и емкости методом замещения. Измерение полной проводимости, активного сопротивления и добротности. Куметр. Измерение напряжения, тока и мощности в цепях постоянного и переменного токов.</p>				
ИТОГО по 8-му семестру	18	27	5	90
ИТОГО по дисциплине	18	27	5	90

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет погрешностей прямых и косвенных измерений.
2	Моделирование уравнения движения измерительного механизма.
3	Моделирование работы АЦП и ЦАП.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Рассмотрение видов электрических сигналов.
2	Проведение оценки погрешностей косвенных измерений.
3	Сравнение экспериментальных показаний прибора с теоретическими по уравнению движения шкалы.
4	Исследование влияния формы кривой измеряемого напряжения на показания аналогового и электронного вольтметра.
5	Измерение напряжения, тока и мощности в цепях постоянного и переменного токов.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.



## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Правиков Ю. М., Муслина Г. Р. Метрологическое обеспечение производства : учебное пособие для вузов. Москва : КНОРУС, 2011. 237 с.	5
2	Теория измерений : учебное пособие для вузов / Мурашкина Т.И., Мещеряков В.А., Бадеева Е.А., Шалобаев Е.В. М. : Высш. шк., 2007. 151 с.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Дворяшин Б. В. Основы метрологии и радиоизмерения : учебное пособие для вузов. Москва : Радио и связь, 1993. 319 с.	6
2	Иваницкий В. А. Электроника и микропроцессорная техника : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2000. 50 с.	161
3	Матушкин Н. Н., Суханов Е. Е. Метрология, стандартизация и сертификация. Методы и средства измерения физических величин : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 126 с.	29
4	Метрология и электрические измерения : методические указания к лабораторной работе. Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. 28 с.	1
5	Метрология, стандартизация и сертификация : практикум учебное пособие / Кайнова В. Н., Гребнева Т. Н., Тесленко Е. В., Куликова Е. А. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. 367 с. 19,32 усл. печ. л.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность : производственно-технический журнал. Москва : Электрозавод, 2000 - .	
2	Электротехника : научно-технический журнал. Москва : Знак, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		

	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Мурашкина Т.И., Мещеряков В.А., Бадеева Е.А. и др. Теория измерений // Учебное пособие. — ФГУП. - М.: Высшая школа, 2007. - 78 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks115575">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks115575</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лабораторный стенд	5

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Электрические и компьютерные измерения в электромеханике»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Электроэнергетика и электротехника

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** ЭТиЭМ

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4 **Семестр:** 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 3Е  
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Диф. зачет: 8 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, выполнения практических заданий, курсового проекта и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Диф зачет
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>ИД-1ПК-1.2.</b> Знает: основные положения теории и измерения электрических величин, устройство и принципы работы измерительных преобразователей, метрологические характеристики, способы компенсации погрешности измерений и тарировки ИП, приборы и средства электрических измерений, используемых в профессиональной деятельности.		ТО		T1 ... T4	ТВ
<b>ИД-1ПК-1.4.</b> Знает: типовые схемы измерения электрических величин электрооборудования; основы современных методов применения элементов измерительных систем при экспериментальных исследованиях.		ТО		T1 ... T4	ТВ
<b>Усвоенные умения</b>					
<b>ИД-2ПК-1.2.</b> Умеет: анализировать и объяснять явления и процессы в электрических цепях схем электрооборудования; работать с измерительными приборами электрических величин, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты.			ОЛР1 ... ОЛР5	КР-1 ... КР-4	ПЗ

<b>ИД-2ПК-1.4.</b> Умеет: выбирать и использовать измерительное оборудование электрических величин для анализа процессов в электрооборудовании, при проведении экспериментальных исследований; выбирать типовые схемные решения измерительных систем электрооборудования.			ОЛР1 ... ОЛР5	КР-1 ... КР-4	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>ИД-3ПК-1.2.</b> Владеет: навыками исследования и анализа процессов в электрических цепях с помощью средств измерения электрических величин; делать описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы.			ОЛР1 ... ОЛР5		ПЗ
<b>ИД-3ПК-1.4.</b> Владеет: навыками применения измерительных устройств электрических величин при исследовании элементов схем электрооборудования; способностью выбирать схемные решения типовых измерительных систем электрооборудования при проведении экспериментальных исследований.			ОЛР1 ... ОЛР5		ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

## 2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме письменного выборочного теоретического опроса студентов по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ и рубежного тестирования (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

### 2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины, первое КР по модулю 1 «Общие сведения об измерениях и их погрешностях», второе КР – по модулю 2 «Аналоговые измерительные приборы», третье КР по модулю 3 «Цифровые измерительные приборы», четвертое КР по модулю 4 «Методы измерения электрических величин».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Приведите примеры косвенных методов измерений.
2. Приведите примеры систематической погрешности.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Принцип действия приборов магнитоэлектрической системы.
2. Схема включения приборов магнитоэлектрической системы.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Принцип преобразования АЦП поразрядного взвешивания.
2. Связь частоты дискретизации и объема данных.

#### **Типовые задания четвертой КР:**

1. Схема с одним вольтметром для измерения сопротивления.
2. Измерения мощности в цепях постоянного тока.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы прикладного бакалавриата.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и практических заданий, положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по вопросам (ТВ), составленных для проверки усвоенных знаний и (ПЗ) для контроля уровня приобретенных умений и владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Перечень вопросов формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**



## Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Роль и значение электрических измерений и средств измерений в народном хозяйстве, в развитии науки и техники.
2. Значение объективных измерений в общем познании человеком природы.
3. Перспективы развития и совершенствования электрических измерений и приборостроения.
4. Измеряемые физические величины и их классификация.
5. Виды электрических сигналов.
6. Виды измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные.
7. Методы измерений: непосредственной оценки, сравнения и т.п.
8. Средства измерения и их основные элементы.
9. Измерительные преобразователи, приборы, устройства, установки, системы.
10. Классификация приборов по форме и характеру представления информации. Измерительные приборы в Государственной системе промышленных приборов.
11. Сведения о погрешностях средств измерений.
12. Классификация погрешностей: абсолютная, относительная, приведенная; аддитивная и мультипликативная; систематическая и случайная.
13. Нормирование метрологических характеристик средств измерений, классы точности. Статистические характеристики погрешностей.
14. Оценка погрешностей косвенных измерений.
15. Расчет суммарной погрешности цепочки измерительных преобразователей.
16. Способы повышения точности средств измерения
17. Структура электромеханических измерительных приборов.
18. Назначение составляющих элементов.
19. Уравнение движения измерительного механизма.
20. Узлы и детали измерительных приборов.
21. Типы измерительных механизмов, их условные обозначения. Знаки на шкалах и щитках приборов.
22. Устройство, принцип действия и основные характеристики измерительных приборов магнитоэлектрической системы.
23. Уравнение шкалы. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров.
24. Комбинированные аналоговые измерительные приборы.
25. Измерительные приборы электромагнитной и электростатической систем.
26. Электродинамические измерительные приборы.
27. Уравнения шкал амперметра и вольтметра.
28. Измерение мощности. Схемы включения.
29. Особенности измерительных приборов ферродинамической системы.
30. Измерительные приборы индукционной системы. Устройство и принцип действия.
31. Уравнение шкалы.
32. Счетчики электрической энергии.
33. Логометры. Особенности. Применение логометров для электрических измерений.
34. Аналоговые электронные вольтметры. Структурные схемы.
35. Виды преобразователей.
36. Влияние формы кривой измеряемого напряжения на показания аналогового электронного вольтметра. Сравнение с электромеханическими измерителями.
37. Устройство и принцип работы цифровых приборов. Структура. Дискретизация. Цифровое кодирование.
38. Методы преобразования непрерывной величины в дискретную.
39. Кодоимпульсное, время- и частотно-импульсное преобразования.
40. Основные технические характеристики ЦАП и АЦП.
41. Отличительные особенности и преимущества цифровых средств измерения перед аналоговыми.
42. Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра.
43. Схема с одним вольтметром.
44. Схема с одним амперметром.
45. Схема с амперметром и вольтметром.
46. Измерение больших сопротивлений.
47. Измерение сопротивления омметром.
48. Мостовые схемы для измерения параметров электрических цепей. Одинарный и двойной мосты.
49. Метрологические характеристики.
50. Измерение индуктивности и емкости методом замещения.
51. Измерение полной проводимости, активного сопротивления и добротности. Куметр.
52. Измерение напряжения, тока и мощности в цепях постоянного и переменного токов.

## Типовые практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Расчет погрешностей измерений.
2. Расчет характеристики средств измерения и их нормирование.
3. Расчет параметров электрического сигнала. Мгновенное, амплитудное, пиковое, средне-квадратическое, среднее и средневыпрямленное значения тока и напряжения.
4. Принцип действия, конструкции, свойства, область применения и основная методика использования электромеханических приборов.
5. Исследование формы и измерение временных параметров сигнала с помощью осциллографа.
6. Измерение параметров цепей мостовыми методами.
7. Снятие характеристик цифровыми измерителями сопротивлений резисторов и емкости конденсаторов.
8. Средства метрологического обеспечения: методы, методики, технические средства.
9. Средства измерений в динамическом режиме.
10. Меры и измерительные преобразователи электрических величин.
11. Измерение спектра сигнала. Регистрирующие приборы и устройства.
12. Измерение усилий и крутящих моментов.
13. Измерение геометрических размеров и расстояний. Измерение угловых размеров, синусно-косинусный вращающийся трансформатор, индуктосин, редуктосин, сельсин.
14. Измерение скорости и частоты вращения, тахогенераторы, стробоскопический тахометр. Измерение ускорений и параметров вибрации.

### 2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы. Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.3, 2.4 и 2.5.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного</i>

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
		<i>учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания по 4-х балльной шкале оценивания дают возможность проставить зачет.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций дает зачет.
4. Итоговый зачет по уровню сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговый зачет уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.