

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

« 05 » декабря 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Датчики электромеханических систем  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Специальные электрические машины для авиационных  
силовых установок  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области измерений электрических и неэлектрических величин, датчиков электрических и неэлектрических величин, систем измерений электрических и неэлектрических величин.

Задача дисциплины:

изучение основных положений теории и практики электрических измерений с помощью датчиков электрических и неэлектрических величин, устройств и принципов работы средств измерений; основных базовых элементов средств измерений, типовых схемных решений, применяемых при измерении электрических и неэлектрических величин, и основных направлений развития этих систем; современных методов измерения с помощью датчиков электрических и неэлектрических величин и применением датчиков для контроля электрооборудования на предприятиях и в лабораториях;

формирование умения выбирать и применять типовые решения систем измерений электрических и неэлектрических величин, применяемых при проведении работ с электроустановками, на предприятиях и в лабораториях;

формирование навыков анализа измерительной техники и технических измерений; проектирования типовых датчиков; использования типовых датчиков.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- измерительная техника на основе датчиков электрических и неэлектрических величин;
- измерительные преобразователи (ИП) и датчики, схемы построения ИП и датчиков; первичные преобразователи;
- метрологические характеристики датчиков и 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-1.1	ИД-1ПК-1.1	знает: – типовые технические средства измерения с помощью датчиков электрических и неэлектрических величин при применении и разработке электрооборудования на предприятиях, и в лабораториях при экспериментальных исследованиях, – основы современных методов электрических измерений, использования датчиков, измерительных и вычислительных технических средств, при обработке результатов измерений.	Знает цели и задачи проводимых экспериментов, методы и средства планирования экспериментов, методы проведения экспериментов и обработки информации	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	умеет: – выбирать и использовать измерительные технические средства и датчики для экспериментальных исследований электрооборудования, применяемого и проектируемого на предприятиях, и в лабораториях; – выбирать типовые схемные решения подключения датчиков и измерительных устройств технических систем экспериментального электро-оборудования.	Умеет применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов и проведенных исследований и разработок	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	владеет: – навыками экспериментальных исследований и обработки результатов измерений электрических цепей и элементов схем электрооборудования с применением	Владеет навыками проведения экспериментов, навыками оформления технической документации по результатам исследований и экспериментов	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технических средств измерения и датчиков на предприятиях, и в лабораториях.		
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	знает: – основные положения теории и измерения с помощью датчиков электрических и неэлектрических величин, – устройство и принципы работы измерительных преобразователей и датчиков, – метрологические характеристики, способы компенсации погрешности измерений и тарировки ИП и датчиков, приборы и средства измерений, используемых в профессиональной деятельности;	Знает основные методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов в области профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	умеет: – рассчитывать параметры и характеристики исследуемых объектов средств автоматизации – работать с измерительными приборами электрических и неэлектрических величин, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты;	Умеет создавать и анализировать модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	владеет: – Навыками использования датчиков электрических измерений; - навыками исследования характеристик электрических цепей для прогнозирования свойств и поведение	Владеет навыками прогнозирования свойств и поведения объектов в области профессиональной деятельности с использованием современных программно-технических средств	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		регулируемых объектов.		
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	знает: – типовые схемы измерения электрических величин электрооборудования на предприятиях, и в лабораториях, – основы современных методов применения элементов измерительных систем.	Знает методы решения задач инженерной сложности по выбору серийных объектов, основы междисциплинарного подхода и документирования требований при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	умеет: – выбирать и использовать измерительное оборудование электрических величин для анализа процессов в электрооборудовании, на предприятиях, и в лабораториях при исследованиях; – выбирать типовые схемы применения датчиков в измерительных системах электрооборудования.	Умеет решать основные задачи инженерной сложности по выбору серийных объектов, документировать требования при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	владеет: – навыками применения измерительных устройств датчиков электрических и неэлектрических величин при исследовании элементов схем электрооборудования на предприятиях, и в лабораториях. - навыками исследования характеристик электрических цепей для прогнозирования свойств и поведение регулируемых объектов.	Владеет навыками выбора серийных объектов и проектирования отдельных частей новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	28	28	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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	
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы метрологии	4	0	4	6
<p>Тема 1. Общие вопросы измерительной техники. Общие вопросы измерительной техники. Основные понятия и определения. Виды измерений. Погрешности измерений. Основы метрологического обеспечения. Единство измерений. Средства метрологического обеспечения: методы, методики, технические средства.</p> <p>Тема 2. Метрологические нормативы. Метрологические нормативы. Электрические средства измерений. Классификация средств измерений и государственная система приборов. Характеристики средств измерения и их нормирование. Сигналы измерительной информации. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме. Средства измерений в динамическом режиме.</p> <p>Тема 3. Измерение электрических величин. Меры и измерительные преобразователи электрических величин. Методы измерения тока и напряжения. Мгновенное, амплитудное, пиковое, средне-квадратическое, среднее и среднев्यпрямленное значения тока и напряжения. Коэффициенты амплитуды и формы.</p>				
Измерительные преобразователи электрических величин	4	0	8	6
<p>Тема 4. Электромеханические приборы. Электромеханические приборы. Магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, термоэлектрические и выпрямительные приборы. Принцип действия, конструкции, свойства, область применения.</p> <p>Тема 5. Электронные аналоговые приборы и преобразователи. Электронные аналоговые приборы и преобразователи. Электронные вольт-метры. Электронно-лучевые осциллографы, назначение, классификация, структурная схема. Непрерывный и ждущий режимы развертки, синхронизация развертки. Исследование формы и измерение временных параметров сигнала с помощью осциллографа. Цифровые осциллографы.</p> <p>Тема 6. Мосты и компенсаторы. Мосты и компенсаторы. Мостовые методы измерения параметров цепей. Схемы мостовых измерителей постоянного и переменного токов. Схема автоматического компенсатора. Генераторы измерительных сигналов.</p> <p>Тема 7. Цифровые измерительные устройства.</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
Цифровые измерительные устройства. Типы цифровых вольтметров, структурные схемы, принцип работы. Цифровой измеритель сопротивления резисторов и емкости конденсаторов, схема. Принцип действия.				
Измерительные информационные системы	4	0	6	8
Тема 8. Основные направления автоматизации измерений. Измерение частоты методом дискретного счета. Структурная схема электронно-счетного частотомера. Цифровой фазометр. Измерение спектра сигнала. Регистрирующие приборы и устройства. Основные направления автоматизации измерений. Измерительно-вычислительные средства. Классификация информационных измерительных систем. Основные принципы построения информационно-измерительных систем на основе Государственной системы приборов. Стандартные интерфейсы измерительных систем. Структуры интерфейсов, их основные характеристики.				
Подготовка измерительного эксперимента, обработка результатов измерения.	6	0	6	8
Тема 9. Измерение физических величин датчиками. Терморезисторы, неуравновешенный и уравновешенный мосты. Термопары, принцип действия, способы измерения термоэдс. Пирометры: радиационный, яркостный, цветовой. Измерение давления и разряжения. Жидкостные манометры, манометры с упругим преобразователем, вибрационные манометры. Измерение расхода. Расходомеры с сужающими устройствами. Рота-метр. Индукционный и ультразвуковой расходомеры. Скоростные расходомеры. Измерение уровня. Поплавковые, гидростатические и электрические уровнемеры. Измерение геометрических размеров и расстояний. Измерение угловых размеров, синусно-косинусный вращающийся трансформатор, индуктосин, редуктосин, сельсин. Измерение скорости и частоты вращения, тахогенераторы, стробоскопический тахометр. Измерение ускорений и параметров вибрации. Измерение усилий и крутящих моментов. Измерение концентрации и состава вещества. Тема 10. Подготовка измерительного эксперимента, обработка результатов измерения. Основы теории планирования эксперимента. Обработка результатов прямых измерений с				



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>многократными наблюдениями.</p> <p>Идентификация формы закона распределения погрешностей. Обработка результатов наблюдений, содержащих грубые погрешности. Обработка совместных измерений.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	24	28
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	28

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет погрешностей измерений.
2	Расчет характеристики средств измерения и их нормирование.
3	Расчет параметров электрического сигнала. Мгновенное, амплитудное, пиковое, среднеквадратическое, 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.

## 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	Сергеев А. Г., Терегеря В. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов. Москва : Юрайт, 2011. 820 с.	25
2	Теоретическая метрология. Обеспечение единства измерений. 4-е изд. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2012. 238 с. 19,350 усл. печ. л.	12
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов / Б.В.Дворяшин .— М. : Academia, 2005 .— 297 с.	38
2	Метрология, стандартизация и сертификация. Методы и средства измерения физических величин : учебное пособие / Н. Н. Матушкин, Е. Е. Суханов ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001 .— 126 с.	104
3	Электроника и микропроцессорная техника : учебное пособие / В.А. Ива-ницкий ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2000 .— 50 с.	184
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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)
Дополнительная литература	Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / М. С. Волковой [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2761">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2761</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

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>
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
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

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

Описан в отдельном документе
------------------------------