

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Ваулин С. Д.	
Пользователь: vaulinsd	
Дата подписания: 20.12.2021	

С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ДВ.1.01.02 Элементы систем автоматики  
**для направления** 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
**уровень** бакалавр **тип программы** Прикладной бакалавриат  
**профиль подготовки** Мехатронные системы в автоматизированном производстве  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Электропривод и мехатроника

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 206

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

М. А. Григорьев

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Григорьев М. А.	
Пользователь: grigoryevma	
Дата подписания: 17.12.2021	

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент

А. С. Кульмухаметова

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Кульмухаметова А. С.	
Пользователь: kymukhametovaas	
Дата подписания: 14.12.2021	

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических и практических знаний в области функционирования и построения датчиков измерения физических параметров объектов и формирование навыков владения основными методами решения прикладных задач измерения физических величин в мехатронных системах. Задачи дисциплины: - изучение физических закономерностей, лежащих в основе функционирования датчика; - изучение принципов работы и конструктивных особенностей датчиков физических величин; - изучение методов измерений и областей применения датчиков физических величин.

## **Краткое содержание дисциплины**

В курсе данной дисциплины раскрываются различные виды датчиков, применяемые в мехатронных системах. Рассматриваются датчики линейной и угловой скорости, положения, тока и напряжения, давления, потока и расхода, толщины и уровня, силы, механических напряжений и прикосновений, световых излучений, температуры и интеллектуальные датчики.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНЫ)
ПК-29 способностью настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств	Знать: основные принципы функционирования и построения датчиков физических величин, принципы и законы формирования измерительной информации датчиком, способы и методы использования датчиков физических величин для различного рода измерений. Уметь: определять оптимальные способы и методы измерения физической величины, использовать разнообразные датчики для решения поставленной задачи измерения, пользоваться справочной и нормативно-технической литературой Владеть: навыками самостоятельной работы с техническим руководством и выбором датчиков

## **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.13 Физика, Б.1.21 Электротехника	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

Б.1.13 Физика	<p>Студент должен знать физические основы механики (понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, инерциальные и неинерциальные системы отсчета, кинематику и динамику твердого тела, жидкостей и газов, основы релятивистской механики), физику колебаний и волн (гармонический осциллятор, свободные и вынужденные колебания, интерференцию и дифракция волн), молекулярную физику и термодинамику (три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, классическую и квантовую статистику, кинетические явления, порядок и беспорядок в природе), электричество и магнетизм (электростатику и магнитостатику в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение непрерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле, принцип относительности в электродинамике), оптику (отражение и преломление света, оптическое изображение, волновую оптику, принцип голограмии, квантовую оптику, тепловое излучение, фотоны). Студент должен уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности. Студент должен владеть методами проведения физических измерений.</p>
Б.1.21 Электротехника	<p>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.</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
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	
Работа с конспектами лекций	10	10	
Подготовка к защите лабораторных работ	14	14	
Подготовка к лабораторным работам	10	10	
Подготовку к диф. зачету	8	8	
Подготовка к практическим работам	18	18	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия и определения	2	2	0	0
2	Датчики	28	12	0	16
3	Программирование контроллеров Omron	18	2	16	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие измерения, средств измерения, метода измерения. Погрешность измерения. Чувствительный элемент, датчик. Классификация датчиков. Функция преобразования, чувствительность и быстродействие.	2
2	2	Основные характеристики оптических датчиков. Тепловые датчики. Режимы работы, основные характеристики, особенности построения, области применения.	2
4	2	Деформация твердого тела. Тензорезистивный эффект. Металлические тензорезисторы, полупроводниковые тензорезисторы. Особенности построения и области применения. Пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрические датчики.	2
5	2	Течение и расход жидкости и газа. Уравнение Бернулли. Электромеханические и электрические датчики расхода. Электромагнитные, тепловые и ультразвуковые датчики расхода. Особенности функционирования, построения, области применения. Датчики уровня жидкости: электромеханические, электрические, ультразвуковые.	2
6	2	Контактные и бесконтактные методы измерения температуры. Металлические датчики температуры: погружаемые и поверхностные. Полупроводниковые датчики температуры: термисторы, монокристаллические, диффузионные.	2
7	2	Электромеханические датчики скорости. Инкрементальный энкодер. Угловое и линейное перемещение. Резистивные датчики: плечевые и проволочные.	2

		Индуктивные датчики: с меняющимся зазором, подвижным сердечником, трансформаторные.	
8	2	Емкостные датчики. Основные характеристики, конструктивные особенности, области применения. Абсолютный энкодер.	2
3	3	Язык программирования LD (LAD)	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Информация и принципы ее преобразования	2
2	3	Знакомство с ZEN	2
3	3	Проверка включения нормально замкнутых, нормально разомкнутых контактов. Проверка последовательного и параллельного включения. Симулятор	2
4	3	Проверка смешанного подключения. Проверка таймеров	2
5	3	Проверка счетчиков	2
6	3	Написание программы "Освещение офиса"	2
7	3	Написание программы "Управление эскалатором"	2
8	3	Практическая работа (по вариантам). Контроль освоения материала	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Выполнение лабораторной работы "Бесконтактные конечные выключатели"	2
2	2	Защита лабораторной работы "Бесконтактные конечные выключатели"	2
3	2	Выполнение лабораторной работы "Датчики линейного перемещения"	2
4	2	Защита лабораторной работы "Датчики линейного перемещения"	2
5	2	Выполнение лабораторной работы "Датчики частоты вращения. Датчики скорости"	2
6	2	Защита лабораторной работы "Датчики частоты вращения. Датчики скорости"	2
7	2	Выполнение лабораторной работы "Датчики углового положения."	2
8	2	Защита лабораторной работы "Датчики 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 1-6	20
Подготовку к диф. зачету	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-6	18
Подготовка к практическим работам	Основная литература: 1-3; Дополнительная литература 1-6	22

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

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

### **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-29 способностью настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное	Текущий (Защита Лабораторной работы)	Вопросы 1-10

	обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств		
Все разделы	ПК-29 способностью настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств	Промежуточный (Диф. зачет)	Вопросы 1-30

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий (Защита Лабораторной работы)	<p>К процедуре защиты лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите.</p> <p>Процедура защиты происходит в форме устного опроса каждого студента. Студенту задаются 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 засчитано: Обучающийся ответил менее чем на 60% поставленных вопросов.</p>
Промежуточный (Диф. зачет)	<p>Диф. 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>Отлично: Студент должен ответить на более 85% заданных вопросов, наиболее полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, четко и правильно дать необходимые определения, привести доказательства, показать навыки решения стандартных задач в области электроники. Ответ должен быть самостоятельный, при ответе использованы приобретенные ранее знания.</p> <p>Хорошо: Студент должен ответить от 75% до 84% заданных вопросов, раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе могут быть допущены неточности, нарушения последовательности изложения, а также могут быть небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвердые.</p> <p>Удовлетворительно: Студент должен ответить от 60% до 74% заданных вопросов, усвоить основное содержание материала в объеме программы дисциплины. При ответе определения и понятия даны не четко, допущены ошибки в выводах, практические навыки слабые.</p> <p>Неудовлетворительно: Студент ответил менее чем на 59% заданных вопросов, не</p>

		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.
--	--	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий (Защита Лабораторной работы)	<p>Типовые контрольные вопросы (задания) к практическим работам</p> <p>Лабораторная работа №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Назовите интегральные (энергетические) физические величины фотометрии.</li> <li>Дайте определения понятий: силы света, светового потока, освещенности, светимости.</li> <li>Что является основной единицей фотометрии?</li> <li>Какая связь между энергетическими и фотометрическими величинами?</li> <li>Приведите основные характеристики оптических датчиков.</li> <li>Объясните зависимость сопротивления полупроводников от параметров светового потока.</li> <li>Как работают и устроены фоторезисторы?</li> <li>Параметры и режимы работы фотодиода.</li> <li>Материалы и конструкции фотоэлементов.</li> <li>Как зависит ток газонаполненного и вакуумного фотоэлемента от приложенного напряжения и светового потока?</li> </ol> <p>Лабораторная работа №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Дайте понятие массового, объемного расхода; ламинарного и турбулентного течения жидкости.</li> <li>Особенности работы электромеханических датчиков расхода.</li> <li>Как работают оптико-механические тахометрические датчики расхода?</li> <li>Достоинства и недостатки электромагнитных расходомеров.</li> <li>Принцип функционирования тепловых измерителей расхода.</li> <li>Устройство и работа ультразвуковых датчиков расхода.</li> <li>Какими датчиками измерить расход агрессивной жидкости?</li> <li>С помощью каких датчиков измеряется уровень жидкости?</li> <li>Как работают и устроены емкостные датчики уровня?</li> <li>Достоинства и недостатки ультразвуковых датчиков уровня.</li> </ol> <p>Лабораторная работа №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Какие приборы необходимо использовать при исследовании принципа работы инкрементального энкодера.</li> <li>Основные характеристики инкрементального энкодера.</li> <li>Вид основных характеристик инкрементального энкодера.</li> <li>Какие устройства называют инкрементальными энкодерами?</li> <li>Объясните принцип работы оптического энкодера.</li> <li>Каковы преимущества инкрементальных энкодеров?</li> <li>За счет чего удваивается разрешающая способность в квадратурном энкодере по сравнению с одноканальным?</li> <li>Как определяются параметры вращения при помощи</li> </ol>

	<p>инкрементальных энкодеров с использованием микропроцессорных систем?</p> <p>9. Как можно увеличить разрешающую способность инкрементального энкодера?</p> <p>10. Постройте код Грэя для десятичных чисел от 0 до 15.</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды и разновидности энкодеров.</li> <li>2. Методы подключения энкодеров к микропроцессору. Схемы.</li> <li>3. Измерение положения с помощью инкрементного энкодера.</li> <li>4. Измерение скорости с помощью инкрементного энкодера.</li> <li>5. Основные характеристики абсолютного энкодера.</li> <li>6. Вид основных характеристик абсолютного энкодера.</li> <li>7. Какие устройства называют абсолютными энкодерами?</li> <li>8. Объясните принцип работы абсолютного энкодера.</li> <li>9. Каковы преимущества абсолютного энкодера?</li> <li>10. Как определяются параметры положения при помощи абсолютного энкодера с использованием микропроцессорных систем?</li> </ol>
Промежуточный (Диф. зачет)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятия: датчик, чувствительный элемент.</li> <li>2. Какие задачи выполняет датчик?</li> <li>3. Основные характеристики (параметры) датчиков физических величин.</li> <li>4. Какие погрешности возникают при измерении физической величины датчиком?</li> <li>5. В чем суть понятий: порог реагирования, гистерезис, разрешающая способность датчиков?</li> <li>6. Классификация датчиков.</li> <li>7. Генераторные и параметрические датчики</li> <li>8. Динамический и статический режим работы датчиков</li> <li>9. Как влияет датчик на измеряемый объект?</li> <li>10. Объясните влияние внешних условий, измерительной аппаратуры на погрешности измерения датчиком</li> <li>11. Что определяет погрешность резистивных датчиков?</li> <li>12. Какие датчики позволяют измерить перемещения от 0,1 до 10 мм с погрешностью 1%?</li> <li>13. Как работают индуктивные датчики перемещения?</li> <li>14. Принцип работы емкостных датчиков перемещения</li> <li>15. Особенности работы оптических полупроводниковых датчиков перемещения</li> <li>16. Как функционирует датчик угловых перемещений?</li> <li>17. Чем определяется быстродействие датчиков перемещения?</li> <li>18. Укажите преимущества дифференциальных датчиков перемещения</li> <li>19 Тензоэлектрический эффект в полупроводниках</li> <li>20. Как работают и устроены полупроводниковые тензодатчики?</li> <li>21. Пьезоэлектрический эффект</li> <li>22. Особенности функционирования и конструкции пьезоэлектрических датчиков</li> <li>23. Особенности работы электромеханических датчиков расхода</li> <li>24. Конструкции термопар и области применений?</li> <li>25. В чем отличия и преимущества бесконтактных методов измерения температуры от контактных?</li> <li>26. Объясните зависимость сопротивления полупроводников от параметров светового потока</li> <li>27. Как работают и устроены фоторезисторы?</li> <li>28. Объясните принцип работы оптического энкодера.</li> <li>29. Объясните принцип работы инкрементального энкодера.</li> <li>30. Объясните принцип работы абсолютного энкодера.</li> </ol>

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Печатная учебно-методическая документация**

#### **a) основная литература:**

1. Водовозов, А. М. Элементы систем автоматики Текст учеб. пособие для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" А. М. Водовозов. - М.: Академия, 2006. - 224 с.
2. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики Текст Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М.: Техносфера, 2007. - 380 с. ил.
3. Фрайден, Д. Современные датчики Текст справочник Д. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной ; под ред. Е. Л. Свинцова. - М.: Техносфера, 2006. - 588 с. ил.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Датчики [Текст] справ. пособие В. М. Шарапов и др.; под общ. ред. М. В. Шарапова, Е. С. Полищук. - М.: Техносфера, 2012. - 616, [2] с. ил.
2. Агейкин, Д. И. Датчики контроля и регулирования [Текст] справ. материалы Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н. Н. Кузнецова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1965. - 928 с. ил.
3. Агейкин, Д. И. Датчики систем автоматического контроля и регулирования [Текст] справ. материалы Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н. Н. Кузнецова ; под ред. Б. С. Сотского. - М.: Машгиз, 1959. - 579 с. ил., 2 л. табл.
4. Виглеб, Г. Датчики: Устройство и применение Пер. с нем. М. А. Хацернова. - М.: Мир, 1989. - 196 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ "Датчики механических величин"

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

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ "Датчики механических величин"

### **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-EBSCHost 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
Лабораторные занятия	473 (3)	Лабораторный комплекс "Датчики механических величин"
Практические занятия и семинары	812-2 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Лекции	815 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением