ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 09.02.2022

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.08 Датчики физико-химических величин
для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Наноэлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Воронцов А. Г.
Пользователь: vorontsovag
Дата подписания: 08.02.2022

А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Поляков А. А.
Пользователь: poliakovaa
Дата подписания: 08.02.2022

А. А. Поляков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы
д.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Воронцов А. Г.
Пользователь: vorontsovag
Дата подписания: 08.02.2022

А. Г. Воронцов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение различных типов датчиков, используемых для детектирования физико-химических величин Задачами дисциплины являются: 1) изучение физических принципов функционирования различных типов датчиков и детекторов 2) изучение принципиальных схем и технической реализации используемых в промышленности детекторов 3) проведение лабораторных занятий с целью практического изучения физических принципов работы измерительных приборов.

Краткое содержание дисциплины

1) Общие характеристики детектирующих устройств, их классификация, возможные схемы подключения, используемые единицы измерения 2) Характеристики датчиков: передаточная функция, диапазон измеряемых значений, точность, калибровка, гистерезис, нелинейность, насыщение, воспроизводимость, мёртвая зона, динамические характеристики, надёжность 3) Физические принципы функционирования: электрические поля, ёмкость, диэлектрическая проницаемость, магнетизм, индукция, сопротивление, пьезоэлектрический эффект 4) Оптические компоненты датчиков: радио- и фотометрия, светопропускающие окна, зеркала, линзы, концентраторы, покрытия, электрооптические и акустооптические модуляторы 5) Детекторы присутствия и движения объектов: ультразвуковые, микроволновые, ёмкостные, оптоэлектронные, фасетные фокусирующие элементы, детекторы движения в ИК-диапазоне 6) Детекторы положения, перемещений и уровня: гравитационные и потенциометрические датчики, ёмкостные, индуктивные и магнитные датчики, трансформаторы, вихретоковые датчики, датчики на эффекте Холла, магниторезистивные, магнитострикционные датчики.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен проводить НИР и ОКР по частным разделам заданного направления разработок	Умеет: выбрать и реализовать адекватные методы обработки результатов экспериментов и способы их интерпретации Имеет практический опыт: атомистического моделирования наносистем

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к практическим занятиям	20,75	20.75
Подготовка к зачету	15	15
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид 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	Общие сведения о датчиках	4	2	2	0
2	Характеристики датчиков	4	2	2	0
3	Динамические характеристики, оценка погрешности измерений	4	2	2	0
4	Законы электромагнитных явлений; светопропускающие окна и зеркала	4	2	2	0
5	Линзы, покрытия, модуляция	4	2	2	0
6	Ультразвуковые, микроволновые, ёмкостные, электростатические датчики присутствия и движения; составные датчики, искажение изображения, фокусировка, фасетный фокусирующий элемент	4	2	2	0
7	Потенциометрические, гравитационные и ёмкостные датчики. Инфракрасные детекторы	4	2	2	0
8	Индуктивные, магнитные датчики, магнитострикционный детектор	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие сведения о датчиках - классификация, единицы измерения величин Передаточная функция, диапазоны значений, точность, калибровка	2
2	2	Гистерезис, нелинейность, насыщение, воспроизводимость; мёртвая зона,	2

		разрешающая способность, специальные характеристики, импеданс	
3	3	Сигнал возбуждения, динамические характеристики, факторы окружающей среды, надёжность	1
4	3	Статистические методы оценки измерений	1
5	4	Электрические поля, заряды и потенциалы, конденсаторы, диэлектрическая проницаемость Магнетизм, типы магнитного упорядочения, закон Фарадея	1
6	4	Радиометрия, фотометрия, светопропускающие окна, зеркала	1
7	5	Линзы, линзы Френеля, оптические волокна и волноводы, концентраторы	1
8	5	Поглощающие покрытия, электрооптические и акустооптические модуляторы, интерферометрическая модуляция	1
9	6	Ультразвуковые, микроволновые, ёмкостные, электростатические датчики приступствия и движения. Составные датчики, искажение изображения, фокусировка, фасетный фокусирующий элемент	2
10	7	Детекторы движения в ближнем и дальнем ИК - дипазонах, детекторы на основе пассивных элементов, анализ эффективности работы ИК-детектора. Потенциометрические, гравитационные и ёмкостные датчики	2
11	8	Индуктивные и магнитные датчики, трансформаторы, вихретоковые датчики. Индуктивные датчики, датчики на основе эффекта Холла, магниторезистивный и магнитострикционный детектор	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Определение удельного сопротивления проводника	2
2	2	Изучение температурной зависимости сопротивления проводника	2
3	3	Контактные явления и термоэлектродвижущая сила	2
4	4	Изучение температурной зависимости полупроводников	2
5	5	Фотопроводимость	2
6	6	Контактные явления в полупроводниках и барьерный эффект	2
7	7	Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твёрдых диэлектриков	2
8	8	Измерение угла зависимости диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости от температуры	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	1. Иванов, И. / И.И. Иванов, Г.И. Соловьёв, В.Я. Фролов. Электротехника и основы электроники – СПб. : Издательство "Лань" 2021. – 736 с. Главы: 9. Электроизмерительные приборы, 10. Электрические измерения, 19. Усилители	7	20,75

	электрических сигналов, 20. Преобразователи 2. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. Текст. Э. Удд и др.; под ред. Э. Удда ; пер. с англ. И. Ю. Шкандиной. - М.: Техносфера, 2008. - 518 с. Разделы: 2.2. Типы оптических волокон, 2.4. Использование свойств оптических волокон для создания датчиков, 7.3. Датчики, основанные на относительном движении находящихся одна напротив другой решеток, 7.4. Датчики, основанные на модуляции периода решетки, 8.3. Датчики на основе эффекта фотоупругости, 8.4. Датчики на основе фазовых пластин, глава 13. Индустриальные приложения оптоволоконных датчиков 3. Фрайден, Д. Современные датчики [Текст] справочник Д. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной ; под ред. Е. Л. Свинцова. - М.: Техносфера, 2005. - 588 с. Главы: 1. Сбор данных, 2. Характеристики датчиков, 3. Физические принципы датчиков, 4. Оптические компоненты датчиков, 5. Интерфейсные электронные схемы, 6. Детекторы присутствия и движения объектов, 7. Детекторы положения, перемещения и уровня, 9. Датчики силы, давления, ускорения, 10. Датчики давления 4. Библиотека электронных компонентов Вып. 15 Датчики фирмы Honeywell Подгот. А. Н. Рабодзей. - М.: ДОДЭКА, 2000. - 47 с, страницы 3 - 39 5. Гидравлическое оборудование: Преобразователи (датчики) давления до 16, 40, 60, МПа Типы ПД и ПРИМ ДИ : отраслевой каталог : Лист № 10.0.08 Текст листовка разраб. ВНИИгидропривод, г. Харьков ; изгот. МГП "Джерело". - М.: ВНИИТЭМР, 1992, 6. Забейворота, Н. Физико - химические основы микроэлектроники: Методические указания. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001 - с. 3 - 19 . 7. Кашкаров, А.П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2013. — 200 с. Главы: 1. Промышленные датчики и их доработки, 2. Всевозможные электронные датчики 8. Джепаров, И.Э. Микромеханический датчик угловой скорости (вибрационный гироскоп L-L типа). [Электронный ресурс] / И.Э. Джепаров, А.П. Соколов. — Электрон.		

	дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — с. 1 - 16.		
Подготовка к зачету	1. Иванов, И. / И.И. Иванов, Г.И. Соловьёв, В.Я. Фролов. Электротехника и основы электроники – СПб. : Издательство "Лань" 2021. – 736 с. Главы: 9. Электроизмерительные приборы, 10. Электрические измерения, 19. Усилители электрических сигналов, 20. Преобразователи 2. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников. Текст. Э. Удд и др.; под ред. Э. Удда ; пер. с англ. И. Ю. Шкандиной. - М.: Техносфера, 2008. - 518 с. Разделы: 2.2. Типы оптических волокон, 2.4. Использование свойств оптических волокон для создания датчиков, 7.3. Датчики, основанные на относительном движении находящихся одна напротив другой решеток, 7.4. Датчики, основанные на модуляции периода решетки, 8.3. Датчики на основе эффекта фотоупругости, 8.4. Датчики на основе фазовых пластин, глава 13. Индустриальные приложения оптоволоконных датчиков 3. Фрайден, Д. Современные датчики [Текст] справочник Д. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной ; под ред. Е. Л. Свинцова. - М.: Техносфера, 2005. - 588 с. Главы: 1. Сбор данных, 2. Характеристики датчиков, 3. Физические принципы датчиков, 4. Оптические компоненты датчиков, 5. Интерфейсные электронные схемы, 6. Детекторы присутствия и движения объектов, 7. Детекторы положения, перемещения и уровня, 9. Датчики силы, давления, ускорения, 10. Датчики давления 4. Библиотека электронных компонентов Вып. 15 Датчики фирмы Honeywell Подгот. А. Н. Рабодзей. - М.: ДОДЭКА, 2000. - 47 с, страницы 3 - 39 5. Гидравлическое оборудование: Преобразователи (датчики) давления до 16, 40, 60, МПа Типы ПД и ПРИМ ДИ : отраслевой каталог : Лист № 10.0.08 Текст листовка разраб. ВНИИгидропривод, г. Харьков ; изгот. МГП "Джерело". - М.: ВНИИТЭМР, 1992, 6. Забейворота, Н. Физико - химические основы микроэлектроники: Методические указания. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001 - с. 3 - 19 . 7. Кашкаров, А.П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному. [Электронный ресурс] — Электрон. дан.	7	15

	— М. : ДМК Пресс, 2013. — 200 с. Главы: 1. Промышленные датчики и их доработки, 2. Всевозможные электронные датчики 8. Джепаров, И.Э. Микромеханический датчик угловой скорости (вибрационный гироскоп L-L типа). [Электронный ресурс] / И.Э. Джепаров, А.П. Соколов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — с. 1 - 16.		

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольная работа 1	2	5	Правильно ответили на 5 вопросов: 5 баллов, правильно ответили на 4 вопроса: 4 балла, правильно ответили на 3 вопроса, или правильно ответили на 2 вопроса и на 2 ответили приблизительно: 3 балла, правильно ответили на 2 вопроса: 2 балла, ответ на 1 вопрос - 1 балл, нет правильных ответов - 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Контрольная работа 2	2	5	Правильно ответили на 5 вопросов: 5 баллов, правильно ответили на 4 вопроса: 4 балла, правильно ответили на 3 вопроса, или правильно ответили на 2 вопроса и на 2 ответили приблизительно: 3 балла, правильно ответили на 2 вопроса: 2 балла, ответ на 1 вопрос - 1 балл, нет правильных ответов - 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Выступление с докладами на семинарских занятиях (с предоставлением материала доклада в электронном виде)	8	5	5 баллов: 1) Посещены лекции и семинарские занятия в количестве более 75% от общего числа лекций и семинарских занятий в семестре, 2) Прочитаны и зачтены один или более докладов по предложенным темам. Доклады удовлетворяют следующим критериям: 1) описаны физические принципы работы датчика; 2) проведено подробное описание работы датчика с использованием иллюстраций; 3) приведены варианты реальных датчиков, буклетов и	зачет

						электронных адресов фирм, производящих данные датчики. 4 балла: 1) Посещены лекции и семинарские занятия в количестве от 50% до 75% от общего числа лекций и семинарских занятий в семестре, 2) Представлен и зачтен доклад. Доклад удовлетворяют следующим критериям: 1) описаны физические принципы работы датчика; 2) проведено подробное описание работы датчика с использованием иллюстраций; 3) приведены варианты реальных датчиков, буклетов и электронных адресов фирм, производящих данные датчики. Однако есть отдельные замечания по форме и содержанию доклада, или виду презентации. 3 балла: 1) Посещены лекции и семинарские занятия в количестве более от 50% до 75% от общего числа лекций и семинарских занятий в семестре, 2) Принимал участие в обсуждении докладов, сделал один доклад, но доклад не был зачтен, так как не полностью удовлетворял критериям описанным выше. 0 баллов: 1) Посещены лекции и семинарские занятия в количестве менее 25% от общего числа лекций и семинарских занятий в семестре, 2) Не делал доклад, не принимал участие в обсуждении докладов	
4	7	Бонус	Учёт наличия конспектов лекций	-	5	5 баллов: представлен конспект лекций за весь семестр в полном объёме. 4 балла: представлен конспект лекций в объёме более 75%. 3 балла: представлен конспект лекций в объёме от 50 до 75%. 2 балла: представлен конспект лекций в объёме от 25 до 50%. 1 балл: представлен конспект лекций в объёме от 10 до 25%. 0 баллов: не представлен конспект лекций	зачет
5	7	Проме-жуточная аттестация	Ответ на вопросы в билетах	-	5	Билеты включают в себя 2 вопроса из списка. 5 баллов: Получены ответы на оба вопроса. Ответы отличаются полным раскрытием тем. 4 балла: Получены ответы на оба вопроса. Однако ответы недостаточно полны. 3 балла: Получен полный ответ только на один вопрос, ответ на второй вопрос является поверхностным или	зачет

						отсутствует. Либо получены ответы на оба вопроса, но глубина раскрытия отдельных вопросов недостаточна. Даны только основные определения. 2 балла: получен поверхностный ответ на один вопрос. 0 баллов: нет правильного ответа ни на один вопрос.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в форме ответа на вопросы в билетах	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Умеет: выбрать и реализовать адекватные методы обработки результатов экспериментов и способы их интерпретации	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: атомистического моделирования наносистем			+		+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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.
2. Датчики и системы науч.-техн. и произв. журн. Ин-т проблем управления Рос. акад. наук, Моск. гос. ин-т электроники и математики, ООО "СенСиДат- Контрол"(ред.) журнал. - М., 2000-
3. Шарапов, В. М. Пьезоэлектрические датчики [Текст] В. М. Шарапов, М. П. Мусиеко, Е. В. Шарапова ; под ред. М. В. Шарапова. - М.: Техносфера, 2006. - 628 с. ил.
4. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики [Текст] Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М.: Техносфера, 2007. - 380 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Осипович, Л. А. Датчики физических величин. - М.: Машиностроение, 1979. - 159 с. ил.
2. Малов, В. В. Пьезорезонансные датчики В. В. Малов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 272 с. ил.

3. Вульвет, Д. Датчики в цифровых системах Д. Вульвет; Пер. с англ. В. В. Малова; Под ред. А. С. Яроменка. - М.: Энергоиздат, 1981. - 199 с. ил.
4. Шмидт, Д. Оптоэлектронные сенсорные системы Пер. с нем. М. М. Гельмана. - М.: Мир, 1991. - 95 с. ил.

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

1. Датчики и системы науч.-техн. и произв. журн. Ин-т проблем управления Рос. акад. наук, Моск. гос. ин-т электроники и математики, ООО "СенСиДат- Контрол"(ред.) журнал. - М., 2000-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Забейворота, Н. Физико - химические процессы в технологии РЭС: Методические указания к лабораторным работам. - Челябинск, Изд. ЧШТУ, 1997 - 28 с.
2. Забейворота, Н. Физико - химические основы микроэлектроники: Методические указания. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001 - 19 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Забейворота, Н. Физико - химические процессы в технологии РЭС: Методические указания к лабораторным работам. - Челябинск, Изд. ЧШТУ, 1997 - 28 с.
2. Забейворота, Н. Физико - химические основы микроэлектроники: Методические указания. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001 - 19 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кашкаров, А.П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2013. — 200 с. https://e.lanbook.com/book/50566
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Джепаров, И.Э. Микромеханический датчик угловой скорости (вибрационный гироскоп L-L типа). [Электронный ресурс] / И.Э. Джепаров, А.П. Соколов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 16 с https://e.lanbook.com/book/52178
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шерстобитова, А. С. Датчики физических величин : учебное пособие / А. С. Шерстобитова. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/110498

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	605 (1б)	Лекционная аудитория, компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	505 (1б)	Аудитория для занятий, компьютер, проектор