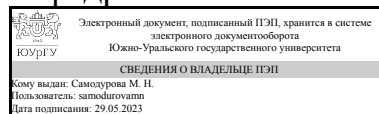


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.05.01 Датчики физических параметров оценки состояния оборудования

для направления 12.04.01 Приборостроение

уровень Магистратура

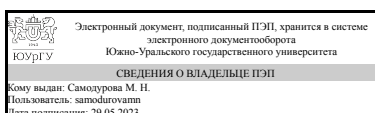
магистерская программа Цифровая индустрия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

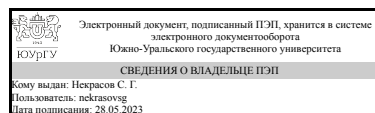
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
д.техн.н., профессор



С. Г. Некрасов

1. Цели и задачи дисциплины

Рост технико-экономических показателей в промышленности обеспечивается совершенствованием существующих и разработкой новых принципов организации и прогнозирования производства. При этом важной тенденцией является разработка цифровых моделей объектов промышленности и, в частности, их “цифровых двойников”, работа которых основана на информации, поступающей от сенсоров. Это позволяет прогнозировать техническое состояние объектов, что важно в области металлургического и тяжелого машиностроения, где вынужденные остановки сопровождаются, иногда, колоссальными потерями. Дисциплина "Датчики физических параметров оценки состояния оборудования" имеет целью освоение и получение навыков работы с современными средствами измерений параметров промышленного оборудования. Упор делается на миниатюрные датчики, включающие микросенсоры деформации и вибрации, магнитного поля, температуры на основе различных химических и физических эффектов, обеспечивая "тихий" мониторинг параметров оборудования. Такие миниатюрные датчики строятся на компонентах, изготовленных на основе кремния, новых полупроводниковых материалов и достаточно просто сочетаются с микропроцессорами. В этой связи, задачами дисциплины являются: изучение принципов работы традиционных и новейших сенсоров, их структуры, технологии изготовления, конструкции и и получение опыта обработки поступающей от них информации.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина читается в течении одного семестра, включая 24 часа лекций и 24 часа лабораторных работ. Рассматриваются темы: "Основные типы датчиков оценки состояния оборудования " и "Новейшие микросенсоры и датчики на основе полупроводников".

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен к правление качеством продукции на всех стадиях производственного процесса с применением необходимых средств измерений в соответствии с нормативными и методическими документами, регламентирующими вопросы качества продукции	Знает: требования нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы качества продукции и средств контроля Умеет: составлять техническую документацию, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства; проводить контроль точности оборудования с применением необходимых средств измерений Имеет практический опыт: создания прогностических моделей в технологических процессах, программ испытаний; элементов метрологического обеспечения датчиков физических параметров

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Нет	Статистические методы управления качеством, Цифровые двойники технологического оборудования, Алгоритмы обработки информации при оценке состояния оборудования

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 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к текущим и промежуточным аттестациям	13,75	13,75	
Подготовка к лекциям и лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам	40	40	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
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	Основные типы датчиков оценки состояния оборудования	24	12	0	12
2	Новейшие микросенсоры и датчики на основе полупроводников	24	12	0	12

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
----------	-----------	---	--------------

1	1	Пьезоэлектрические преобразователи, схемы и особенности их включения в измерительный канал. Погрешности измерений	2
2	1	Термоэлектрические преобразователи и особенности их включения в измерительный канал. Влияние внешней температуры, глубины погружения, изменения сопротивления измерительной цепи и другие влияния. Основные погрешности измерений	2
3	1	Термометры сопротивления и схемы их включения. Полупроводниковые термосопротивления, термисторы. Тепловой датчик инфракрасного излучения, болометры. Погрешности измерений.	4
4	1	Металлические тензорезисторные преобразователи, схемы их включения и вопросы компенсации их погрешностей. Полупроводниковые тензорезисторы	2
5	1	Индуктивные и взаимоиндуктивные преобразователи перемещений. Схемы включения и погрешности измерений	2
6	2	Современные резонансные сенсоры и примеры их применения. Введение. Генератор затухающих гармонических колебаний: свободные колебания системы, возбужденный генератор, добротность и способы управления резонансом. Примеры сенсоров: сенсоры на вибрирующем проводе, крутильно-вибрационный стержень, продольно вибрирующая пластина, резонансные сенсоры на объемных акустических волнах, толстые пленки.	4
7	2	Механические микросенсоры. Применение кремния для измерения деформации и устройства на основе р-n-переходов. Тензорезистивные приборы и датчики давления. Акселерометры: тензорезистивный метод, емкостной метод, пьезоэлектрический метод, резонансный метод, метод уравнивающей силы. Датчики угловой скорости.	2
8	2	Датчики на поверхностных акустических волнах (ПАВ): резонаторные датчики на ПАВ, датчики на основе линий задержки на ПАВ. Примеры: 1) Датчики массы, газовые сенсоры и датчики влажности; 2) Датчики температуры; 3) Датчики деформации; 4) Датчики магнитного поля	3
9	2	Магнитные датчики на основе гальваномагнитных эффектов. Датчики Холла (магнитного поля, перемещений, тока). Магнитодиод. Магнитотранзистор. Магнитометры разных типов	3

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Исследование чувствительности мостовой схемы тензорезисторов. Измерение деформаций.	4
2	1	Исследование электрического термометра сопротивления и его схем включения	4
3	1	Исследование схем включения индуктивных и взаимоиндуктивных преобразователей	4
4	2	Исследование сегнетоэлектрического преобразователя на основе цирконата бария и его статических и динамических характеристик. Пьезоакселерометр.	4
5	2	Изучение эффекта Холла в примесном полупроводниковом сенсоре.	2
6	2	Исследование магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла, измерение перемещений датчиком на эффекте Холла.	2
7	2	Исследование температурной зависимости параметров электронно-	2

		дырочного перехода в полупроводниках: исследование влияния температуры на переход полупроводникового диода, на переход коллектор-эмиттер биполярного транзистора, а также переход база-эмиттер, база-эмиттер с закороченными электродами базы и коллектора. Полупроводниковые датчики температуры и давления.	
8	2	Исследование фотоэлектрических преобразователей	2

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 текущим и промежуточным аттестациям	1. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики [Текст] Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М.: Техносфера, 2007. - 380 с. ил. 2. Кобус, А. Датчики Холла и магниторезисторы [Текст] А. Кобус, Я. Тушинский ; пер. с пол. В. И. Тихонова, К. Б. Макидонской ; под ред. О. К. Хомерики. - М.: Энергия, 1971. - 352 с. ил. 3. Конюхов, Н. Е. Электромагнитные датчики механических величин Н. Е. Конюхов, Ф. М. Медников, М. Л. Нечаевский. - М.: Машиностроение, 1987. - 255 с. ил. 4. 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.	1	13,75
Подготовка к лекциям и лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам	1. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики [Текст] Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М.: Техносфера, 2007. - 380 с. ил. 2. Некрасов, С. Г. Изучение термоэлектрических явлений на термоэлектрическом преобразователе [Текст] учеб. пособие для всех форм обучения по направлению 12.03.01 "Приборостроение" и др. С. Г. Некрасов, А. М. Сухарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Информ.-измер. техника ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. - 45, [2] с. ил. электрон. версия 3. Зубцов, П. А. Измерительные преобразователи неэлектрических величин Учеб. пособие к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Информ.-измер. техника. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 59 с.	1	40

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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	1	Текущий контроль	Проверка выполнения лабораторных занятий 1-2 по разделу 1 с определением общей оценки по разделу	1	10	Отлично: 10 баллов - за полностью выполненную работу и наличие пояснений и выводов. Использовано достаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Хорошо: 7 баллов - за полностью выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Удовлетворительно: 4 балла - за частично выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Неудовлетворительно: 0 баллов - задание не представлено для проверки	зачет
2	1	Текущий контроль	Проверка выполнения лабораторной работы 3 (Исследование схем включения индуктивных и взаимоиндуктивных преобразователей) по разделу 1 с определением общей оценки по разделу	1	10	Отлично: 10 баллов - за полностью выполненную работу и наличие пояснений и выводов. Использовано достаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Хорошо: 7 баллов - за полностью выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Удовлетворительно: 4 балла - за частично выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Неудовлетворительно: 0 баллов - задание не представлено для проверки	зачет
3	1	Текущий контроль	Проверка выполнения лабораторной работы 4 по разделу 2 (Исследование сегнетоэлектрического преобразователя на основе цирконата бария, снятие его	1	10	Отлично: 10 баллов - за полностью выполненную работу и наличие пояснений и выводов. Использовано достаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Хорошо: 7 баллов - за полностью выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано	зачет

			статических и динамических характеристик).			недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Удовлетворительно: 4 балла - за частично выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Неудовлетворительно: 0 баллов - задание не представлено для проверки	
4	1	Текущий контроль	Проверка выполнения и защита лабораторных работ 5 и 6 по разделу 2 с определением общей оценки по разделу	1	9	Отлично: 10 баллов - за полностью выполненную работу и наличие пояснений и выводов. Использовано достаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Хорошо: 7 баллов - за полностью выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Удовлетворительно: 4 балла - за частично выполненную работу без пояснений и выводов. Использовано недостаточное количество ссылок на литературу по предложенной теме. Неудовлетворительно: 0 баллов - задание не представлено для проверки	зачет
5	1	Текущий контроль	Проверка выполнения и защита лабораторных работ 7 и 8 по разделу 2 с определением общей оценки по разделу	1	10	Проверка выполнения и защита лабораторных работ 7 и 8 по разделу 2 с определением общей оценки по разделу	зачет
6	1	Промежуточная аттестация	Зачет по дисциплине	-	1	Зачет происходит в форме тестирования по пройденным разделам. Защита всех лабораторных работ является условием допуска к зачету. При оценивании результатов мероприятия используется бально-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019г. №179). Студенту необходимо ответить на тест, состоящий из 12 вопросов. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% и соответствует 1 баллу Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60% и соответствует 0 баллам	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-2	Знает: требования нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы качества продукции и средств контроля	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: составлять техническую документацию, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства; проводить контроль точности оборудования с применением необходимых средств измерений	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: создания прогностических моделей в технологических процессах, программ испытаний; элементов метрологического обеспечения датчиков физических параметров					+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Джексон, Р. Г. Новейшие датчики [Текст] Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. - М.: Техносфера, 2007. - 380 с. ил.
2. Конюхов, Н. Е. Электромагнитные датчики механических величин Н. Е. Конюхов, Ф. М. Медников, М. Л. Нечаевский. - М.: Машиностроение, 1987. - 255 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. 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.
2. Осипович, Л. А. Датчики физических величин. - М.: Машиностроение, 1979. - 159 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. Зубцов, П. А. Измерительные преобразователи неэлектрических величин Учеб. пособие к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Информ.-измер. техника. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 59 с
2. Некрасов, С. Г. Изучение термоэлектрических явлений на термоэлектрическом преобразователе [Текст] учеб. пособие для всех форм обучения по направлению 12.03.01 "Приборостроение" и др. С. Г. Некрасов, А.

М. Сухарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Информ.-измер. техника ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2019. - 45, [2] с. ил. электрон. версия

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Зубцов, П. А. Измерительные преобразователи неэлектрических величин Учеб. пособие к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Информ.-измер. техника. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 59 с

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вавилов В.Д., Тимошенко С.П., Тимошенко А.С. Микросистемные датчики физических величин: в двух частях. Издательство "Техносфера", 2018, 550 с. https://e.lanbook.com/book/110960
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Заварыкин Б.С., Гаврилова Е.В., Ковалева О.А., Кручек О.А. Датчики в системах автоматики на горных предприятиях. Изд-во СФУ, 2014, 132 с. https://e.lanbook.com/book/64578

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	534 (36)	Проектор, интерактивная электронная доска, компьютер, документ-камера, доступ в Интернет.
Лабораторные занятия	544 (36)	Стенды по сенсорике, датчикам физических величин и схемам их включения. Есть доступ в интернет и суперкомпьютеру