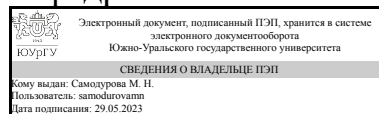


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.05.02 Технологии оценки физического состояния оборудования

для направления 12.04.01 Приборостроение

уровень Магистратура

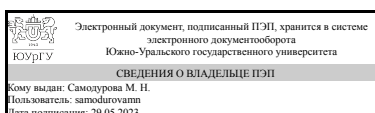
магистерская программа Цифровая индустрия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

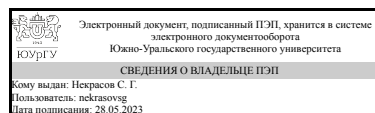
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

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 "Технологии оценки физического состояния оборудования" имеет целью освоение и получение навыков работы с современными технологиями оценки физического состояния оборудования, средствами измерений параметров промышленного оборудования. Упор делается на методы вибродиагностики, диагностики магнитных и тепловых полей объекта на основе миниатюрных датчиков, включающих 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 современных технологий оценки физического состояния оборудования, принципов работы традиционных и новейших сенсоров, их структуры, технологии изготовления, конструкции и 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: "Современные технологии оценки физического состояния оборудования" и "Традиционные датчики 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, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Статистические методы управления качеством, Алгоритмы обработки информации при оценке состояния оборудования, Цифровые двойники технологического 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 лекциям и лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам	40	40
Подготовка к текущим и промежуточным аттестациям	13,75	13,75
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	Современные технологии оценки физического состояния оборудования	6	6	0	0
2	Традиционные датчики и новейшие микросенсоры и датчики на основе полупроводников	42	18	0	24

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие вопросы оценки состояния оборудования на основе методов диагностики. Методы вибродиагностики и акустическая диагностика	3
2	1	Оценка состояния оборудования на основе методов диагностики тепловых и магнитных полей объекта	3
3	2	Пьезоэлектрические преобразователи, схемы и особенности их включения в измерительный канал. Погрешности измерений	2
4	2	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
5	2	Металлические тензорезисторные преобразователи и термометры сопротивления, схемы их включения. Полупроводниковые термосопротивления, термисторы. Погрешности измерений.	3
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.	5
7	2	Механические микросенсоры. Применение кремния для измерения деформации и устройства на основе р-п-переходов. Тензорезистивные приборы и датчики давления. Акселерометры: тензорезистивный метод, емкостной метод, пьезоэлектрический метод, резонансный метод, метод уравнивающей силы. Датчики угловой скорости.	3
9	2	Индуктивные и взаимоиндуктивные преобразователи перемещений. 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	2	Исследование чувствительности мостовой схемы тензорезисторов. Измерение деформаций.	4
2	2	Исследование электрического термометра сопротивления и его схем включения	4
3	2	Исследование схем включения индуктивных и взаимоиндуктивных преобразователей	4
4	2	Исследование сегнетоэлектрического преобразователя на основе цирконата бария, схемы включения. Статические, динамические характеристики преобразователя. Влияющие физические величины и погрешности измерения параметров вибрации	4
5	2	Эффект Холла в примесном полупроводниковом сенсоре. Измерение тока.	2
6	2	Исследование магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла,	2

		измерение перемещений датчиком на эффекте Холла.	
7	2	Исследование температурной зависимости параметров электронно-дырочного перехода в полупроводниках. Погрешности измерения температуры, влияющие физические величины.	2
8	2	Исследование фотоэлектрических преобразователей. Схемы включения и типовые погрешности измерения параметров оптических величин.	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 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
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

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	Учитывается 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

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
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лукьянов, Г. Н. Сенсоры и датчики физических величин : учебное пособие / Г. Н. Лукьянов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2020. — 57 с. https://e.lanbook.com/book/190906
4	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. https://e.lanbook.com/book/110498
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Науменко, А. П. Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль : учебное пособие / А. П. Науменко. — Омск : ОмГТУ, 2019. — 152 с. https://e.lanbook.com/book/149137

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