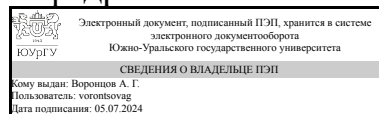


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



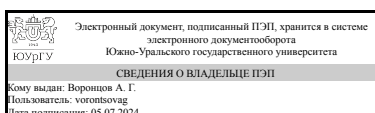
А. Г. Воронцов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.01 Твердотельные интеллектуальные датчики  
для направления 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
уровень Магистратура  
магистерская программа Квантовая инженерия: материалы, электроника,  
коммуникации и вычисления  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем**

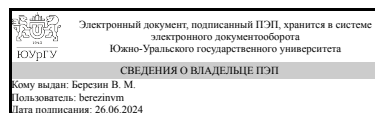
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 959

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



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., проф., профессор



В. М. Березин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение физических принципов работы и типов твердотельных интеллектуальных датчиков, используемых в различных областях науки и техники. Задачи дисциплины: 1) Изучить функциональную схему интеллектуального датчика и областями применения твердотельных интеллектуальных датчиков 2) Изучить физические принципы функционирования функциональных узлов датчика: УПТ, АЦП, мультиплексор. 3) Изучить основные направления в применении интеллектуальных датчиков .

## Краткое содержание дисциплины

Классификация ИД по первичному преобразователю ( чувствительному элементу). Многомерные, многофункциональные, адаптивные датчики. Основные параметры и характеристики ИД. Основные ГОСТ, и их требования к ИД. Рациональное применение ИД в организации и контроле технологических процессов- основа современного автоматизированного производства. Сигналы и шумы. Проблема выделения сигнала на фоне шумов. Усиление первичного сигнала . УПТ и их применение в ИД. Применение АЦП в ИД. АЦП средних значений, интегрирующее АЦП. Подключение ИД к компьютеру. Стандартные интерфейсы. Микропроцессоры в ИД.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                                                                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | Знает: принципы работы интеллектуальных твердотельных датчиков, их классификацию, основные параметры и характеристики; источники шума и способы выделения сигнала на фоне шума; стандартные интерфейсы и микропроцессоры, используемые в интеллектуальных датчиках<br>Умеет: выбирать тип и характеристики твердотельных датчиков для решения поставленной задачи<br>Имеет практический опыт: определения параметров твердотельных датчиков |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана           | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр) | Электроника структур пониженной размерности, Компоненты цифровой электроники, Микропроцессорные системы, Перспективные материалы твердотельной электроники, Квантово-статистические методы нанoeлектроники, Производственная практика (преддипломная) (4 |

|  |                                                                                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  | семестр),<br>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр) |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------|

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

| Дисциплина                                                              | Требования                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр) | Знает: Основные понятия области своих научных интересов Умеет: Критически читать литературные источники по тематике своих научных интересов Имеет практический опыт: Формулирования цели и задач дипломного исследования, написания литературного обзора |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                           | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                              |             | Номер семестра                     |
|                                                                              |             | 2                                  |
| 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)   | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                     | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                          | 51,5        | 51,5                               |
| Подготовка к экзамену по дисциплине "Твердотельные интеллектуальные датчики" | 31,5        | 31.5                               |
| Подготовка к практическим занятиям                                           | 20          | 20                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                      | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                     | -           | экзамен                            |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                              | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                               | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в предмет. Основные термины и понятия.                               | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 2         | Классификация датчиков и информационно-измерительных каналов.                 | 10                                        | 4 | 6  | 0  |
| 3         | Структурные, функциональные и принципиальные схемы интеллектуальных датчиков. | 18                                        | 4 | 14 | 0  |
| 4         | Виды твердотельных интеллектуальных датчиков и их применение.                 | 14                                        | 4 | 10 | 0  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                   | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Понятие интеллектуального ( адаптивного) датчика. Классификация по назначению и принципу действия первичного преобразователя. Многоступенчатые, многомерные и многофункциональные датчики. Основные параметры и характеристики интеллектуальных датчиков. | 4            |
| 2        | 2         | Функциональные схемы и принцип работы информационных измерительных каналов на основе интеллектуальных датчиков.                                                                                                                                           | 4            |
| 3        | 3         | Принципы работы АЦП в схемах интеллектуальных датчиков. Применение мультиплексоров в схемах с компьютерной регистрацией сигнала.                                                                                                                          | 4            |
| 4        | 4         | Сигналы и шумы в твердотельных датчиках. Усиление первичных сигналов. Применение УПТ. Свойства и характеристики УПТ.                                                                                                                                      | 4            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Понятие ИД. Принципы классификации. Виды первичных преобразователей.                                                                                                                  | 2            |
| 2         | 2         | Виды сигналов и шумов первичного преобразователя.                                                                                                                                     | 2            |
| 3         | 2         | Эффективность первичного усиления. Способы подавления шумов и помех. Усилители по схеме с общим эмиттером и их характеристики. Стандартные микросхемы УПТ и их применение в датчиках. | 4            |
| 4         | 3         | Основные параметры и характеристики ИД. Требования ГОСТ по датчикам. Требования ГОСТ по ИД.                                                                                           | 4            |
| 5         | 3         | Основные термины, определения и требования ГОСТ по ИД. Пассивные и активные преобразователи.                                                                                          | 4            |
| 6         | 3         | Виды датчиков. Дифференциальные усилители. Идеальный УПТ. Виды и назначение АЦП в датчиках.                                                                                           | 6            |
| 7         | 4         | Многоступенчатые и многомерные датчики. Многофункциональные датчики. Выходные каскады УПТ. Эмиттерные (истоковые) повторители.                                                        | 4            |
| 8         | 4         | Интегрирующие АЦП и их характеристики. Мультиплексоры в ИД.                                                                                                                           | 6            |

## 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 экзамену по дисциплине "Твердотельные интеллектуальные датчики" | Фрайден, Д. Современные датчики, Глава 2, с. 32-55, Глава 5, с. 173-250; ГОСТ 22521-85 (СТ СЭВ 2565-80) : Датчики давления, разрежения и разности давлений с пневматическим аналоговым выходным сигналом ГСП. Общие технические условия : введ. в действие | 2       | 31,5         |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |    |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                                    | 01.07.86 : взамен ГОСТ 14764-79, ГОСТ 14796-79, ГОСТ 22521-77 Текст. - М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. - 25 с. ГОСТ Р 8.726-2010 : Государственная система обеспечения единства измерений : Датчики весоизмерительные. Общие технические требования. |   |    |
| Подготовка к практическим занятиям | Фрайден, Д. Современные датчики, Глава 2, с. 32-55, Глава 5, с. 173-250                                                                                                                                                                                                    | 2 | 20 |

## 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    | 2        | Текущий контроль | Контрольная работа №1                      | 20  | 5          | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены.                                      | экзамен          |
| 2    | 2        | Текущий контроль | Контрольная работа №2                      | 20  | 5          | 5 баллов - все задания выполнены верно; 4 балла - задания выполнены верно, но с некритическими ошибками; 3 балла - часть заданий выполнена с грубыми ошибками; 2 балла - все задания выполнены с грубыми ошибками; 1 балл - выполнено с грубыми ошибками одно задание; 0 баллов - задания полностью не выполнены.                                      | экзамен          |
| 3    | 2        | Текущий контроль | Выступление с докладом по заданной теме №1 | 10  | 5          | 5 баллов выставляется за выступление студента с докладом и презентацией; студент хорошо ориентируется в докладываемой теме и ответил на все дополнительные вопросы.<br>4 балла - студент качественно выступил с докладом, но допустил небольшие ошибки в ответах на вопросы, либо не ответил на один вопрос;<br>3 балла - студент выступил с докладом, | экзамен          |

|   |   |                          |                                            |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |
|---|---|--------------------------|--------------------------------------------|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                                            |    |   | но допустил грубые ошибки в докладе и неполно осветил тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные;<br>2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе;<br>1 балл - представлена информация несоответствующая теме доклада;<br>0 баллов - студент не подготовил доклад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| 4 | 2 | Текущий контроль         | Выступление с докладом по заданной теме №2 | 10 | 5 | 5 баллов выставляется за выступление студента с докладом и презентацией; студент хорошо ориентируется в докладываемой теме и ответил на все дополнительные вопросы.<br>4 балла - студент качественно выступил с докладом, но допустил небольшие ошибки в ответах на вопросы, либо не ответил на один вопрос;<br>3 балла - студент выступил с докладом, но допустил грубые ошибки в докладе и неполно осветил тему; студент ответил не на все вопросы/ ответы студента неполные;<br>2 балла - тема доклада не раскрыта, докладчик плохо ориентируется в докладе;<br>1 балл - представлена информация несоответствующая теме доклада;<br>0 баллов - студент не подготовил доклад. | экзамен |
| 5 | 2 | Промежуточная аттестация | Экзамен                                    | -  | 5 | 5 баллов выставляется за полное и исчерпывающее ответы на все задания билета;<br>4 балла - выполнены все задания, ответы содержат не принципиальные ошибки и неточности;<br>3 балла - ответы даны с грубыми ошибками;<br>2 балла - ответы на задания даны неверно, студент не понимает сути вопросов заданий;<br>1 балл - частично выполнено только одно задание из билета с грубыми ошибками;<br>0 баллов - задания не выполнены.                                                                                                                                                                                                                                              | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                | Критерии оценивания           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| экзамен                      | Прохождение контрольного мероприятия промежуточной аттестации не является обязательным. Контрольное | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|  | мероприятие промежуточной аттестации проводится в форме письменного экзамена. Студенты получают задания, представленные в билетах. Билет состоит из двух заданий в виде вопросов. Максимальный балл за два задания равен 5 баллам. В течение полутора-двух часов студенты излагают ответы в письменном виде на выбранные билеты, после чего сдают их на проверку экзаменатору. После проверки, экзаменатор выставляет баллы за выполненную работу. Если студент не согласен с полученными баллами, ему предоставляется возможность ответить на дополнительные вопросы по всему материалу курса. В течение экзамена студентам запрещается пользоваться мобильными телефонами, другими средствами связи, вычислительной техники и другими средствами информации и материалами. | Положения |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                | № КМ |    |    |    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|----|----|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1    | 2  | 3  | 4  | 5  |
| ПК-2        | Знает: принципы работы интеллектуальных твердотельных датчиков, их классификацию, основные параметры и характеристики; источники шума и способы выделения сигнала на фоне шума; стандартные интерфейсы и микропроцессоры, используемые в интеллектуальных датчиках | ++   | ++ | ++ | ++ | ++ |
| ПК-2        | Умеет: выбирать тип и характеристики твердотельных датчиков для решения поставленной задачи                                                                                                                                                                        | ++   | ++ |    |    | +  |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: определения параметров твердотельных датчиков                                                                                                                                                                                             | ++   | ++ | ++ | ++ | ++ |

Типовые контрольные задания по каждому 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.

#### 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. 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.

#### 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. Твердотельные интеллектуальные датчики: методические указания / составители: Березин В.М. – Челябинск:, ЮУрГУ, 2021

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

1. Твердотельные интеллектуальные датчики: методические указания / составители: Березин В.М. – Челябинск:, ЮУрГУ, 2021

### **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 / А. П. Кашкаров. — Москва : ДМК Пресс, 2013. — 200 с.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/50566">https://e.lanbook.com/book/50566</a>    |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Датчики : справочное пособие / В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой, Г. Г. Ишанин. — Москва : Техносфера, 2012. — 624 с<br><a href="https://e.lanbook.com/book/73560">https://e.lanbook.com/book/73560</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено