

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Лаборатория интеллектуальных датчиков Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Юсупов К.М.

**Рецензент(ы):** Акчурин А.Д.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Юсупов К.М. (Кафедра радиоастрономии, Отделение радиофизики и информационных систем), Kamil.Usupov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

знать принципы работы основных функциональных блоков информационной электроники; принципы построения и функционирования этих блоков, собираемых на современных микросхемах различного уровня интеграции; принципы выбора методов анализа и синтеза цифровых и аналоговых устройств с заданными характеристиками; основы электроники;

Должен уметь:

уметь ориентироваться в современных технологиях изготовления и проектирования цифровых, аналоговых и цифро-аналоговых схем, приобрести навыки выбора и расчета цифровых и аналоговых схем, собираемых на микросхемах различного уровня интеграции. Уметь вводить информацию в компьютер через COM порт.

Должен владеть:

владеть теоретическими знаниями о физических принципах работы датчиков, конвертирующих измеряемую величину в электрический сигнал, о принципах работы алгоритмов обработки информации, используемой в системах измерения, контроля и управления реально протекающих процессов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

уметь применять свои знания на практике

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 34 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 20 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Метрологические характеристики сенсоров	5	2	0	0	2
2.	Тема 2. Градуировка датчиков	5	2	0	5	2
3.	Тема 3. Применение датчиков в системах управления технологическими процессами	5	2	0	0	2
4.	Тема 4. Мостовые схемы формирования сигналов	5	2	0	5	2
5.	Тема 5. MEMS технология	5	2	0	0	2
6.	Тема 6. Резистивные датчики	5	1	0	6	2
7.	Тема 7. Цифровой акселерометр	5	2	0	6	2
8.	Тема 8. Цифровой гироскоп	5	2	0	6	2
9.	Тема 9. Магнитометры	5	2	0	6	2
10.	Тема 10. MEMS-актуатор - DLP-проекторы	5	1	0	0	2
	Итого		18	0	34	20

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Метрологические характеристики сенсоров

Сенсоры. Датчик как первый элемент измерительного канала и основной источник электрического сигнала. Метрологические характеристики сенсоров. Виды погрешностей измерений. Систематические погрешности измерений. Случайные погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Разброс результатов измерений.

###### Тема 2. Градуировка датчиков

Типы градуировок датчиков. Градуировка образцовых датчиков. Линейная и нелинейная характеристики сенсоров. Чувствительность сенсоров. Коэффициенты чувствительности. Истинные значения. Средства измерения. Быстродействие. Операция аналитической градуировки датчиков. Операция последовательной переработки измерительной информации.

###### Тема 3. Применение датчиков в системах управления технологическими процессами

Сфера применения автоматизированной системы дистанционного контроля и управления технологическими процессами. Всевозможные технологические машины, аппараты и установки. Системы технологических процессов. Применение датчиков в управлении технологическими процессами. Устройства связи с объектом управления.

###### Тема 4. Мостовые схемы формирования сигналов

Схемы формирования сигналов пассивных датчиков. Потенциметрические схемы с резистивными датчиками. Дифференциальное включение датчиков. Использование мостовых схем. Расчёт мостового чувствительного элемента. Мосты Уитсона. Нелинейность характеристики моста. Четверть/полу/полная мостовые схемы включения датчиков.

###### Тема 5. MEMS технология

Устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты. Основные преимущества. Особенности изготовления датчиков на принципе MEMS-технологий. Уменьшение уровня шума и расширение динамического диапазона. Температурная стабильность. Большая чувствительная масса. Межосевая изоляция. Интеграция MEMS и КМОП в стандартном технологическом процессе.

###### Тема 6. Резистивные датчики

Тензометрические датчики, динамометры, датчики давления, датчики относительной влажности, термометры сопротивления, термисторы - принципы работы и конструктивные особенности. Измерительный преобразователь. Измерительный прибор. Измерительная установка. Измерительная система. Измерительно-вычислительный комплекс.

###### Тема 7. Цифровой акселерометр

Устройство цифрового акселерометра. Применение акселерометров (измерение проекций абсолютного линейного ускорения, измерение проекции гравитационного ускорения, акселерометры в качестве инклинометров, инерциальные навигационные системы, промышленная вибродиагностика, системы управления жестких дисков компьютера). Характеристики. Интерфейс.

### **Тема 8. Цифровой гироскоп**

Устройство цифрового гироскопа. История. Классификация. Механические гироскопы. Свойства трёхстепенного роторного гироскопа. Вибрационные гироскопы. Разновидности. Оптические гироскопы. Применение в технике. Системы стабилизации. Новые типы гироскопов. Перспективы развития гироскопической навигации. Использование в бытовой технике. Игрушки на основе гироскопа. Применение гироскопов. Характеристики. Интерфейс.

### **Тема 9. Магнитометры**

Физические принципы работы магнитометров. Магнитостатические магнитометры. Индукционные магнитометры. Квантовые магнитометры. Феррозондовые магнитометры. Магниторезистивные магнитометры. Сравнение магнитометров. Применение магнитометров в медицине. Калибровка магнитометров. Характеристики. Интерфейс.

### **Тема 10. MEMS-актуатор - DLP-проекторы**

Технология DLP. Устройство DLP-проектора. Основной элемент DLP-проектора. Создание изображения микроскопическими зеркалами. Отражательная способность различных участков. Принцип действия. Цветные проекторы DLP. Одноматричные проекторы. "Эффект радуги". Трёхматричные проекторы. Dolby Digital Cinema 3D. Характеристики. Интерфейс.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного доступа к электронным образовательным ресурсам в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

DLP - <https://ru.wikipedia.org/wiki/DLP>

История развития и области применения технологии MEMS -

<http://www.jurnal.nips.ru/sites/default/files/%D0%90%D0%98%D0%9F%D0%98-3-2013-13.pdf>

МЭМС-устройства - <http://www.npk-photonica.ru/content/products/mems>

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Научный доклад	ОПК-3 , ПК-1 , ПК-2	1. Метрологический характеристики сенсоров 2. Градуировка датчиков 3. Применение датчиков в системах управления технологическими процессами 4. Мостовые схемы формирования сигналов 5. MEMS технология 6. Резистивные датчики 7. Цифровой акселерометр 8. Цифровой гироскоп 9. Магнитометры 10. MEMS-актуатор - DLP-проекторы
2	Письменная работа	ОПК-3 , ПК-1 , ПК-2	1. Метрологический характеристики сенсоров 2. Градуировка датчиков 3. Применение датчиков в системах управления технологическими процессами 4. Мостовые схемы формирования сигналов 5. MEMS технология 6. Резистивные датчики 7. Цифровой акселерометр 8. Цифровой гироскоп 9. Магнитометры 10. MEMS-актуатор - DLP-проекторы
3	Тестирование	ПК-2 , ПК-1 , ОПК-3	1. Метрологический характеристики сенсоров 2. Градуировка датчиков 3. Применение датчиков в системах управления технологическими процессами 4. Мостовые схемы формирования сигналов 5. MEMS технология 6. Резистивные датчики 7. Цифровой акселерометр 8. Цифровой гироскоп 9. Магнитометры 10. MEMS-актуатор - DLP-проекторы
	<b>Зачет</b>	ОПК-3, ПК-1, ПК-2	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Научный доклад**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Форма контроля - зачет

Общее количество баллов - 100 б

Посещаемость и активная работа на занятиях - 20 б

Реферат - 1-17 баллов

Научный доклад/Презентация - 1-17 баллов

Проверка практических навыков - 1-17 баллов

Зачет - 1-50 баллов

**2. Письменная работа**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Форма контроля - зачет

Общее количество баллов - 100 б

Посещаемость и активная работа на занятиях - 20 б

Реферат - 1-17 баллов

Научный доклад/Презентация - 1-17 баллов

Проверка практических навыков - 1-17 баллов

Зачет - 1-50 баллов

**3. Тестирование**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Форма контроля - зачет

Общее количество баллов - 100 б

Посещаемость и активная работа на занятиях - 20 б

Реферат - 1-17 баллов

Научный доклад/Презентация - 1-17 баллов

Проверка практических навыков - 1-17 баллов

Зачет - 1-50 баллов

**Зачет**

Вопросы к зачету:

- 1) Сенсоры. Датчик как первый элемент измерительного канала и основной источник электрического сигнала.
- 2) Метрологические характеристики сенсоров. Виды погрешностей измерений. Систематические погрешности измерений. Случайные погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Разброс результатов измерений.
- 3) Типы градуировок датчиков. Градуировка образцовых датчиков. Линейная и нелинейная характеристики сенсоров. Чувствительность сенсоров. Коэффициенты чувствительности. Истинные значения.
- 4) Средства измерения. Быстродействие. Операция аналитической градуировки датчиков. Операция последовательной переработки измерительной информации.
- 5) Применение автоматизированной системы дистанционного контроля и управления технологическими процессами. Устройства связи с объектом управления.
- 6) Схемы формирования сигналов пассивных датчиков. Потенциметрические схемы с резистивными датчиками. Дифференциальное включение датчиков. Использование мостовых схем. Расчёт мостового чувствительного элемента.
- 7) Мосты Уитсона. Нелинейность характеристики моста. Четверть/полу/полная мостовые схемы включения датчиков.
- 8) Устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты.
- 9) Интеграция MEMS и КМОП в стандартном технологическом процессе.
- 10) Резистивные датчики
- 11) Цифровой акселерометр.
- 12) Цифрового гироскоп.
- 13) Механические гироскопы.
- 14) Физические принципы работы магнитометров.
- 15) Магнитостатические магнитометры.
- 16) Индукционные магнитометры.
- 17) Квантовые магнитометры.
- 18) Магниторезистивные магнитометры.
- 19) Применение магнитометров в медицине.
- 20) Технология DLP.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	1	17



Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	17
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	3	16
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- 1) Кашкаров, А.П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному / А.П. Кашкаров. ? Москва : ДМК Пресс, 2013. ? 200 с. ? ISBN 978-5-94074-953-0. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/50566>
- 2) Рабодзей А.Н. Библиотека электронных компонентов. Выпуск 15: Датчики фирмы 'Honeywell' - Москва: ДМК-пресс, 2016. 48 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940200048.html>
- 3) Страхов В.Б. Figaro: датчики газов - Москва: ДМК-пресс, 2016. 112 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200726.html>
- 4) Игнатов А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: 1-е изд. - Лань, 2011 - 528 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2035](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2035)
- 5) Муханин, Л.Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л.Г. Муханин. ? Санкт-Петербург : Лань, 2019. ? 284 с. ? ISBN 978-5-8114-0843-6. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/111201>

### 7.2. Дополнительная литература:

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЛОКА 14-РАЗРЯДНОГО ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СУБМИКРОННОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ ТИПА 'СИСТЕМА-НА-КРИСТАЛЛЕ' [Электронный ресурс] / Карпович [и др.]. // Вестник СибГУТИ. ? Электрон. дан. ? 2012. ? ◆ 2. ? С. 35-45. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/289596>. ЭБС 'Лань'

Микросхемы АЦП и ЦАП [Электронный ресурс] : справ. ? Электрон. дан. ? Москва : ДМК Пресс, 2010. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60969>. ЭБС 'Лань'

Дэвид, М.Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера [Электронный ресурс] / М.Х. Дэвид, Л.Х. Сара. ? Электрон. дан. ? Москва : ДМК Пресс, 2017. ? 792 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97336>. ЭБС 'Лань'

Магда, Ю.С. Компьютер в домашней лаборатории [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : ДМК Пресс, 2009. ? 200 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/888>. ЭБС 'Лань'

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Микроэлектромеханические системы - <http://www.npk-photonica.ru/content/products/mems>  
 сайт производителя микросхем - <http://www.analog.com/en/index.html>  
 Технология MEMS - <http://www.computer-museum.ru/technlgy/mems.htm>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>
лабораторные работы	<p>Перед подготовкой лабораторных работ пройти инструктаж по технике безопасности и внимательно ознакомится с методическими указаниям, а также с описаниями и инструкциями электронных устройств. При выполнении лабораторной работы четко сформулируйте для себя последовательность действий и цель. По завершению работы сформулируйте или опишите полученные результаты.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.</p> <p>Все эти составляющие образования формируются именно в процессе самостоятельной работы студентов, так как предполагает максимальную индивидуализацию деятельности каждого студента и может рассматриваться одновременно и как средство совершенствования творческой индивидуальности.</p> <p>Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке.</p>
научный доклад	<p>При подготовке презентации, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. В ходе семинарского занятия внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы. Принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания семинарского занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения, доску и мел.</p>
тестирование	<p>Тестирование для студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.</p> <p>Все эти составляющие образования формируются именно в процессе при выполнении тестирования, так как предполагает максимальную индивидуализацию деятельности каждого студента и может рассматриваться одновременно и как средство совершенствования творческой индивидуальности.</p> <p>Основным принципом тестирования является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента, а также запоминанию базовых знаний.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
письменная работа	<p>Письменная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.</p> <p>Все эти составляющие образования формируются именно в процессе при выполнении письменной работы студентов, так как предполагает максимальную индивидуализацию деятельности каждого студента и может рассматриваться одновременно и как средство совершенствования творческой индивидуальности.</p> <p>Основным принципом организации письменной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента.</p>
зачет	<p>Изучение темы завершается зачетом (в соответствии с учебным планом образовательной программы).</p> <p>Зачет как форма промежуточного контроля и организации обучения служит приемом проверки степени усвоения учебного материала и лекционных занятий, качества усвоения обучающимися отдельных разделов учебной программы, сформированных умений и навыков.</p> <p>Зачет проводится устно или письменно по решению преподавателя, в объеме учебной программы. Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, помогающие выяснить степень знаний обучающегося в пределах учебного материала, вынесенного на зачет.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Лаборатория интеллектуальных датчиков" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимому для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Лаборатория интеллектуальных датчиков" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки не предусмотрено .