МИНОБРНАУКИ РОССИИ АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ДАТЧИКИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

|  |  |
| --- | --- |
| Составитель(-и) | **Петрова И.Ю., д.т.н., профессор кафедры**  **информационных технологий** |
| Направление подготовки | **27.06.01 Управление в технических системах** |
| Направленность (профиль) ОПОП | **Информационно-измерительные и управляющие системы (в научных исследованиях)** |
| Квалификация | **«Исследователь. Преподаватель-исследователь»** |
| Форма обучения | **очная** |
| Год приема | **2017** |

Астрахань – 2020

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

* 1. **Целями освоения дисциплины (модуля)** «Датчики для информационно-измерительных и управляющих систем» являются: формирование профессиональной культуры проведения измерений различных физических величин, систематизированных знаний о средствах построения измерительных преобразователей (ИП) и их метрологических характеристиках для использования в информационно-измерительных и управляющих системах (ИИУС).

## Задачи освоения дисциплины (модуля):

* + - сформировать у аспирантов общее представление о многообразии физических принципов построения элементов ИИУС;
    - ознакомить с физическими принципами функционирования элементов ИИУС;
    - ознакомить со всей линейкой микроэлектронных датчиков и МЭМС для использования их в качестве информационно-измерительных модулей и датчиков обратной связи в ИИУС;
    - научить аспирантов на практике применять базовые методы расчета и проектирования элементов информационно-измерительных и управляющих систем (ИИУС);
    - подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЕВСТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1 Учебная дисциплина (модуль)** датчики для информационно-измерительных и управляющих систем относится к вариативной части.

## Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами*:*

Для успешного освоения данной дисциплины аспиранту необходимы знания и навыки в области метрологии, стандартизация и сертификация, основ САПР средств измерений, полученных аспирантами при обучении на программах высшего обучения, а также знания в области основ теории построения информационно-измерительных и управляющих систем.

Эффективное освоение дисциплины предполагает владение фундаментальными методами высшей математики и физики, а также подготовку аспирантов в области владения информационно-коммуникационными технологиями, т.е. дисциплиной:

-Информационные технологии в научных исследованиях.

Знания:

основные типы моделей, задачи и методы моделирования информационно-измерительных и управляющих систем, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ;

Умения:

* уметь разрабатывать модели реальных систем, формулировать и решать задачи анализа и синтеза информационно-измерительных и управляющих систем, используя современные методы исследования;
* уметь анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах;
* уметь ставить и решать задачи оптимизации систем с учетом требований, предъявляемых к качеству их функционирования;

Навыки:

* владеть современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования сложных систем, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

## Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной необходимы для *научно- исследовательской деятельности* аспиранта, *подготовке к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «И*нформационно-измерительные и управляющие системы*»* и написания научной квалификационной работы. Подготовка к ГИА.

## КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

### в) профессиональных (ПК):

Способность к исследованию возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов, частей, образцов ИИиУС, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений (ПК 1);

Способность обобщать отечественный и зарубежный опыт в области перспективных ИИиУС, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения (ПК 3);

Способность проводить обоснование и выбор рационального решения по вопросам патентной защищенности новых элементов, частей, образцов ИИиУС (ПК 4).

## Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код компетенции | Планируемые результаты освоения дисциплины | | |
| Знать | Уметь | Владеть |
| ПК 1 - способность к исследованию возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов, частей, образцов ИИиУС, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов  построения и технических решений | физические принципы построения элементов ИИУС  (микроэлектронных датчиков и МЭМС), реализующих измерения физических параметров или реализацию элементов управления в ИИУС; | рассчитывать и проектировать варианты топологии и конструкции чувствительных элементов ИИУС. делать постановку задач расчетов, математического и физического моделирования при проектировании элементов ИИУС, уметь применять компьютерные технологии с использованием пакетов прикладных программ; | методами и методиками исследования возможных путей совершенствования существующих и создания новых элементов ИИУС; способами улучшения их технических и эксплуатационных характеристик; |
| ПК 3 - способность  обобщать | классификацию компонентов | применять МЭМС при синтезе и реализации | современными  отечественными и |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| отечественный и зарубежный опыт в области перспективных ИИиУС, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения | микросистемной техники (датчиков и МЭМС);  базовые конструкции и основные технические характеристики элементов ИИУС. | ИИУС и в экспериментальных исследованиях. | зарубежными методиками построения и отладки ИИиУС |
| ПК 4 - способность проводить обоснование и выбор рационального решения по вопросам патентной защищенности новых элементов, частей,  образцов ИИиУС | методы выбора и согласования информационных модулей с устройствами ИИУС; | разрабатывать новые методы и технические средства контроля и испытания элементов информационно- измерительных и управляющих систем; | приемами разработки новых принципов построения и технических решений элементов ИИУС. |

1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (4 ЗЕ) 144 академических часов. На контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) – 20 часов и на самостоятельную работу обучающихся – 124 часа.

## Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела (темы) | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа  (в часах) | | | Самостоят. работа | Формы текущего контроля успеваемости  *(по неделям семестра)*  Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* |
| Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Тема 1. Основные  понятия и определения | 3 |  | 2 | 2 |  | 30 | Устный опрос. Практическая  работа 1 |
| 2 | Тема 2. Первичные  измерительные преобразователи | 3 |  | 2 | 2 |  | 30 | Устный опрос. Практическая работа 2 |
| 3 | Тема 3. Виды первичных измерительных  преобразователей | 3 |  | 3 | 3 |  | 32 | Устный опрос. Практическая работа 3 |
| 4 | Тема 4. Принципы миниатюризации элементов ИИУС и технологии  производства МЭМС | 3 |  | 3 | 3 |  | 32 | Устный опрос. Практическая работа 4. Опрос на зачете |
| **ИТОГО** | |  |  | 10 | 10 |  | **124** | Диф.зачет |

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы.

## Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Темы, разделы дисциплины | Кол-во часов | Компетенции | | | |
| ПК 1 | ПК 3 | ПК 4 | общее количество  компетенций |
| Тема 1. Основные понятия и  определения | *34* | + | + | + | 3 |
| Тема 2. Первичные измерительные  преобразователи | *34* | + | + | + | 3 |
| Тема 3. Виды первичных  измерительных преобразователей | *38* | + | + | + | 3 |
| Тема 4. Принципы миниатюризации элементов ИИУС и технологии  производства МЭМС | *38* | + | + | + | 3 |

**Содержание дисциплины**

## Тема 1. Основные понятия и определения

Измерение как процесс познания окружающего мира. Сущность измерений. Классификация измерений. Принципы построения измерительных систем. Основные функции измерительной системы. Идеализированная блок-схема измерительной системы. Важнейшие функциональные блоки измерительной системы. Измерительные преобразователи. Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Классификация измерительных преобразователей. Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.

## Тема 2. Первичные измерительные преобразователи

Классификация первичных преобразователей: назначение, вид преобразования, условия эксплуатации. Характеристики: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность. Погрешности измерений: температурный и временной дрейф параметров, шумы. Стандартизация и сертификация первичных преобразователей.

## Тема 3. Виды первичных измерительных преобразователей

Датчики на основе микромеханических преобразователей: давления, расхода, пульсаций, смещения, силы, ускорения, крена, микрогироскопы, микрофоны. Термоэлектрические датчики: терморезисторы, термоэлектрические, термомеханические, пироэлектрические преобразователи.

Датчики: температуры, потока, уровня жидкости, вакуума; термопары, анемометры, болометры, термисторы, кондуктометры.

Оптические датчики: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фотосчетчики.

Датчики: светового потока (энергетические, спектральные), оптического поглощения, смещения, положения.

Магнитоэлектрические датчики: индуктивные преобразователи, магниторезисторы, магнитотранзисторы; датчики магнитного поля.

Химические датчики: электрохимические, термокаталитические, адсорбционные преобразователи; датчики состава жидкостей и газов; датчики влажности.

## Тема 4. Принципы миниатюризации элементов ИИУС и технологии производства МЭМС

Микромеханические приводы движения: пьезоэлектрические, емкостные, термомеханические, электромагнитные, пневматические актюаторы. Устройства микросмещения, микропозиционирования, микрозахвата. Термоактюаторы: микронагреватели, микрохолодильники. Микроизлучатели: светодиоды, полупроводниковые лазеры. Управляемые микроэлементы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, микроантенны; микроэлектромеханические и микропневматические реле и коммутаторы. Управляемые оптоэлектромеханические микроэлементы: резонаторы, зеркала, линзы, затворы, фильтры. Микромеханизмы: механические зубчатые и фрикционные микропередачи, микрорычаги, муфты. Микросистемы для генерации и преобразования энергии и движения: электростатические и электромагнитные микродвигатели, пьезодвижетели, микроэлектрогенераторы, микротурбины, микросопла, пневматические и оптомеханические микроприводы движения, микроприводы движения на эффекте "памяти формы". Микросистемы хранения и рекуперации энергии: микро-пружины и маховики, микротеплоаккумуляторы.

## ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* 1. **Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения**

Учебная деятельность аспиранта в процессе изучения строится из контактных форм работы с преподавателем (аудиторные занятия, зачет) и самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение всех занятий, выполнение задания на творческий проект и иных форм самостоятельной работы, которые назначаются преподавателем.

Методическая поддержка дисциплины обеспечивается использованием дистанционных технологий. Аспирантам предлагается информационный ресурс, расположенный по адресу: [http://moodle.asu.edu.ru,](http://moodle.asu.edu.ru/) на сервере дистанционного обучения АГУ.

На сервере размещен методический материал по данной дисциплине, в содержание которого входит:

* теоретический материал;
* мультимедийные презентации;
* задания и указания по выполнению лабораторно-практических работ, требования к содержанию и их оформлению, рекомендации по их защите;
* тестовые вопросы, предназначенные всех видов контроля, включая самоконтроль освоения учебного материала.

Аудиторные занятия проводятся на основе теоретического материала, опубликованного на образовательном портале, это позволяет Аспирантам изучить пропущенный материал или

самостоятельно разобраться с темой, не освоенной на занятии. Для исключения отрыва Аспирантов от учебного процесса проводится учет посещаемости аудиторных занятий.

## Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер  радела (темы) | Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение | Кол-во часов | Формы работы |
| *1.* | Физические принципы создания чувствительных элементов ИИУС. Термоэлектрические явления: Зеебека, Пельтье, Томсона. Терморезистивный эффект. Гальваномагнитные  эффекты: эффект Холла, Эттинсгаузена, Нернста, магниторезистивный. Квантовый эффект Холла и др. | 30 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий |
| *2.* | Знакомство с программой Intellect-Pro. Изучение структуры базы знаний по физико-техническим эффектам.  Практическая работа с программой. Подготовка паспорта физико-технического эффекта для ввода в базу знаний (по заданию преподавателя). | 30 | Внеаудиторная, изучение учебных пособий |
| *3.* | Проведение патентного поиска по одному из видов датчиков (по заданию преподавателя). Выявление приемов  улучшения конструкции на основе анализа собранной информации. | 32 | Внеаудиторная, изучение  учебных пособий |
| *4.* | Подготовка морфологической матрицы всего многообразия конструктивных реализаций физико-технического эффекта для ввода в базу знаний. | 32 | Внеаудиторная, изучение учебных  пособий |

## Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Задания для самостоятельной работы:

* + 1. Подготовка тезисов, статьи и выступления на заданную тему; работа с Интернет-сайтами (поиск журналов, рекомендованных ВАК, по специальности).
    2. Составление реферата на заданную тему; тренинг устного выступления на заданную тему.

## Правила оформления письменных работ

На титульном листе прописываются: название университета, факультета, кафедры, название дисциплины, темы реферата, Ф.И.О. студента, номер группы, Ф.И.О. преподавателя и оставляется место для проставления оценки и подписи преподавателя . Внизу пишется город и год написания.

## Текстовая часть

Изложение текста и оформление работы следует выполнять в соответствии с требованиями.

Текст ПЗ оформляется на одной стороне листа формата А4.

Основной текст набирается шрифтом *Times New Roman 12,* с выравниванием *по ширине*, абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен *1,25 см*; строки разделяются *полуторным интервалом*.

Поля страницы: верхнее -2,5см, нижнее – 2,5 см, левое – 3,5 см, правое – 1,0 см.

Структурные элементы пояснительной записки **СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ, ПРИЛОЖЕНИЕ**

должны начинаться с нового листа.

Их заголовки оформляются ***прописными буквами, шрифтом 14 Ж***, располагаются *в середине строки без точки в конце*. Дополнительный *интервал после* заголовка - 12 *пт*.

Основную часть работы разделяют на разделы, подразделы и, при необходимости, на пункты.

Каждый раздел необходимо начинать с нового листа. Разделы нумеруют арабскими цифрами в пределах всего текста. После номера и в конце заголовка раздела *точка не ставится*.

Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. *Переносы слов в заголовках не допускаются.*

Заголовки разделов оформляются ***с прописной буквы, шрифтом 14 Ж,*** с абзацного отступа *1,25* см. Дополнительный *интервал после заголовка - 6 пт.*

(Если заголовок раздела занимает две и большее число строк, то интервал между этими строками – *полуторным*).

Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела точку не ставят.

Заголовки подразделов печатаются с абзацного отступа, ***с прописной буквы шрифтом 12 Ж,*** без точки в конце заголовка.

Дополнительный *интервал перед* заголовком подраздела – *6 пт*, *после* заголовка - 6 *пт*.

Пункты нумеруются в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой. После номера пункта точку не ставят.

Нельзя писать заголовок в конце страницы, если на ней не умещаются, по крайней мере, две строки текста, идущего за заголовком.

Пример оформления заголовков текста:

## Разработка аппаратных средств

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ 7.32-2001 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Изменением N 1) | **Нумерация пунктов первого раздела отчета** |

1. **Технические характеристики**

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ 7.32-2001 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Изменением N 1) | **Нумерация пунктов второго раздела отчета** |

В пояснительной записке после титульного листа помещается лист **СОДЕРЖАНИЕ**, в котором указываются номера и наименования разделов, подразделов и приложений ТД с указанием номеров страниц, где они начинаются.

Разделы, подразделы записываются в содержании в точном соответствии с их наименованиями без сокращений *строчными буквами кроме первой прописной.*

## Перечисления

В тексте пояснительной записки перечисления производятся с абзацного отступа, каждое с новой строки с *дефисом****.***

Примеры написания:

* текст пояснительной записки (ПЗ) (с рисунками, таблицами и т. п.);
* приложения;
* перечень терминов;
* перечень сокращений;
* перечень литературы.

При необходимости ссылки в тексте отчета на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв з, й, о, ч, ъ, ы, ь).

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

При необходимости дальнейшей детализации перечислений используются арабские цифры и строчные буквы русского алфавита, после которых ставятся скобки:

а)…;

б)…;

1)…;

2)…;

в).

Примеры написания:

* 1. текст пояснительной записки (ПЗ) (с рисунками, таблицами и т. п.);
  2. приложения;
  3. перечень терминов;
  4. перечень сокращений;
  5. перечень литературы.

Примеры написания:

а) текст пояснительной записки (ПЗ) (с рисунками, таблицами и т. п.); б) приложения;

в) перечень терминов;

г) перечень сокращений; д) перечень литературы.

## Сокращения слов

Сокращение слов в тексте, как правило, не допускается. Исключение составляют сокращения, общепринятые в русском языке: т. е. (то есть), и т. п. (и тому подобное), и т. д. (и так далее), и др. (и другие).

При необходимости применения специфических терминов или сокращений нужно дать их разъяснение при первом упоминании. Например «…создание систем автоматического проектирования (САПР)». В последующем тексте принятые сокращения пишутся без скобок.

## Формулы

Составной частью текста пояснительной записки являются математические формулы и соотношения. Формулы создаются в редакторе формул.

Формулы располагают в середине строки и выделяют из текста свободными строками.

Пример оформления расчетов:

Количество населения в заданном пункте и подчиненных окрестностях с учетом среднего прироста населения определяется по формуле (3.1):

(3.1)



где *H*0 – число жителей на время проведения переписи населения, тыс. чел.;

*H –* средний годовой прирост населения в данной местности, % (принимается 2…3%);

*t* – период, определяемый как разность между назначенным годом перспективного проектирования и годом проведения переписи населения, год.





Расшифровка формулы, при необходимости, приводится непосредственно под формулой. В конце формулы ставится запятая, пояснение значений символов дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле.

Формулы нумеруются в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в этом разделе. Номер формулы в круглых скобках помещается в крайнем правом положении на строке.

Ссылка в тексте на формулу: «…в формуле (3.1)».

## Таблицы

Цифровой материал оформляется в виде таблиц. Таблицу следует располагать непосредственно после ссылки на нее.

Размеры таблиц выбираются произвольно, в зависимости от представляемого материала.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм Таблица 2.1 – Наименование таблицы

Заголовки граф Подзаголовки граф

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Строки (горизонтальные ряды)

Заголовки граф и строк таблицы должны начинаться с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком. Если подзаголовки граф имеют самостоятельное значение, то их начинают с прописной буквы.

Заголовки указывают в единственном числе. В конце заголовков и подзаголовков таблицы точки не ставят.

Разделять заголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Графу

«Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

Таблицы нумеруются в пределах раздела. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в этом разделе. Номер и наименование таблицы следует помещать над таблицей слева через тире.

Пример оформления таблицы:

Таблица 3.1– Длина участков трассы

|  |  |
| --- | --- |
| Протяженность участка проектируемой  трассы, км | Тип кабеля |
| 0,084 | ДПС-04-24А06-7,0 |

|  |  |
| --- | --- |
| 0,167 | ДПС-04-24А06-7,0 |
| 0,301 | ДПС-04-24А06-7,0 |
| 0,779 | ДПС-04-24А06-7,0 |
| Общая длина кабеля: 1,331 км | ДПС-04-24А06-7,0 |

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другой лист. При этом в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию не проводят. Над второй частью слева пишут: «Продолжение Таблицы 2.1».

Продолжение Таблицы 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Наименование | Стоимость |
|  |  |  |

## Рисунки

Графический материал располагают, возможно, ближе к тексту, в котором о нём упоминается.

Все рисунки нумеруются в пределах раздела и должны иметь наименование, Номер рисунка и его наименование располагают под рисунком следующим образом:

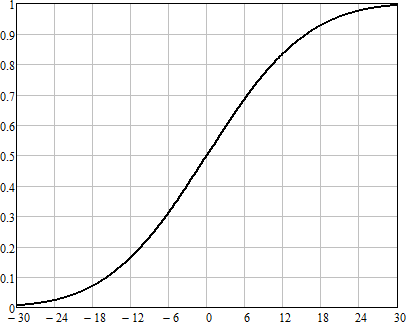


Рисунок 2.12 – Кривая коэффициента восприятия речи

Ссылка в тексте на рисунок: «…в соответствии с рисунком 4.3».

Если в разделе ВВЕДЕНИЕ есть рисунки, то они нумеруются как :

Рисунок В.1 – Название рисунка

## Список использованных источников

Список использованных источников приводится в конце пояснительной записки. Список использованных учебников, справочников, статей, стандартов и др. следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте работы и нумеровать арабскими цифрами без точки, печатать с абзацного отступа.

Список литературы должен быть составлен в алфавитном порядке. Список адресов серверов Internet указывается после литературных источников. При указании веб-адреса рекомендуется давать заголовок данного ресурса (заголовок веб-страницы).

При составлении списка литературы в алфавитном порядке следует придерживаться следующих правил:

1. законодательные акты и постановления правительства РФ;
2. специальная научная литература;
3. методические, справочные и нормативные материалы, статьи периодической печати.

Для многотиражной литературы при составлении списка указываются: полное название источника, фамилия и инициалы автора, издательство и год выпуска (для статьи – название издания и его номер). Полное название литературного источника приводится в начале книги на 2-3 странице.

Для законодательных актов необходимо указывать их полное название, принявший орган и дату принятия.

При указании адресов серверов Internet сначала указывается название организации, которой принадлежит сервер, а затем его полный адрес.

Примеры записей:

1. Глухов В. А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. – 18 с.
2. Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007, Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и муждунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007.

– 39 с.

1. Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказкого региона : дис. … канд. полит. наук. – М., 2002. – с. 54–55.
2. Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб], 200520076. URL: <http://www.nlr.ru/lawcrnter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).
3. Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=366> (дата обращения: 17.04.07).
4. Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html>(дата обращения: 17.10.08).

## Оформление приложений

Нумерация приложений осуществляется русскими буквами, кроме букв Ё, Й, Ъ, Ь, Ы, О. В разделе СОДЕРЖАНИЕ название приложения оформляется следующим образом:

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Диаграмма классов

В самом приложении слово **ПРИЛОЖЕНИЕ А** пишется жирным шрифтом по центру, на следующей строке пишется название приложения, по центру жирным шрифтом, например,

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Диаграмма классов**

Если приложение продолжается на следующей странице, то необходимо сверху по центру, нежирным шрифтом написать слова:

Продолжение Приложения А

Если в приложении, например, в приложении А есть таблицы, то они нумеруются как:

Таблица А.1– Название таблицы

Если в приложении есть рисунки, например, в приложении А, то они нумеруются как:

Рисунок А.1 – Название рисунка

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

## Образовательные технологии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название образовательной  технологии | Темы, разделы  дисциплины | Краткое описание  применяемой технологии |
| Презентация материала | Модули 1,2,3,4 (лекции) | Сопровождение занятий визуальным материалов в виде презентаций позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами,  формулами, чертежами, рисунками. |
| Использование специального программного обеспечения (Intellect-PRO) | Модули 2,3,4 (практика) | Авторское программное обеспечение позволяет практически демонстрировать этап концептуального проектирования элементов информационно-измерительных систем и систем управления, синтезировать варианты принципов действия проектируемого датчика и отбирать лучшие по совокупности эксплуатационных  характеристик |
| Технология проблемного обучения | Модуль 3 (практика) | Самостоятельная работа Аспирантов предполагает следующие формы активности:   * самостоятельное проведение патентного поиска по одному из видов датчиков; * выявление приемов улучшения конструкции на основе анализа собранной информации и составление таблицы приемов. |

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно- телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др)

## Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

* + - использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
    - использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
    - использование электронной почты преподавателя;
    - использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LМS Moodle) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название информационной  технологии | Темы, разделы  дисциплины | Краткое описание  применяемой технологии |
| Использование  возможностей Интернета в учебном процессе | По всем темам | Проведение входного, текущего и  рейтингового контроля знаний учащихся (в системах электронного обучения) |
| Использование средств  представления учебной информации | По всем темам | Использование мультимедийной презентации |

* 1. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем а) Перечень лицензионного учебного программного обеспечения:

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование программного обеспечения | Назначение |
| Adobe Reader | Программа для просмотра электронных документов |
| Mozilla FireFox | Браузер |
| Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013,  Microsoft Office Visio 2013 | Пакет офисных программ |
| 7-zip | Архиватор |
| Microsoft Windows 7 Professional | Операционная система |
| Kaspersky Endpoint Security | Средство антивирусной защиты |
| Платформа дистанционного  обучения LМS Moodle | Виртуальная обучающая среда |

б) Информационные справочные системы:

* Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ- систем»: [https://library.asu.edu.ru.](https://library.asu.edu.ru/)
* Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
* Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
* Электронно-библиотечная система elibrary. [http://elibrary.ru](http://elibrary.ru/)
* Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) [http://mars.arbicon.ru](http://mars.arbicon.ru/)
* Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com/)
* Справочная правовая система КонсультантПлюс: [http://www.consultant.ru](http://www.consultant.ru/)
* Информационно-правовое обеспечение «Система ГАРАНТ»: [http://garant-astrakhan.ru](http://garant-astrakhan.ru/)

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

* 1. **Паспорт фонда оценочных средств.**

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Датчики для информационно-измерительных и управляющих систем» проверяется сформированность у обучающихся компетенций*,* указанных в разделе 3 настоящей программы*.*

Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

## Таблица 5. Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины  (модуля) | Код контролируемой  компетенции (компетенций) | Наименование  оценочного средства |
| 1 | Тема 1. Основные понятия и определения | ПК 1, ПК 3, ПК 4 | Вопросы для обсуждения. Практическая работа  1 |
| 2 | Тема 2. Первичные измерительные преобразователи | ПК 1, ПК 3, ПК 4 | Вопросы для обсуждения.  Практическая работа 2 |
| 3 | Тема 3. Виды первичных измерительных преобразователей | ПК 1, ПК 3, ПК 4 | Вопросы для обсуждения. Практическая работа  3 |
| 4 | Тема 4. Принципы миниатюризации элементов ИИУС и технологии производства  МЭМС | ПК 1, ПК 3, ПК 4 | Вопросы для обсуждения. Практическая работа  4. Вопросы к зачету |

* 1. **Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

При решении комплексной ситуационной задачи можно использовать следующие критерии оценки

## Таблица 6. Критерии оценивания результатов обучения

|  |  |
| --- | --- |
| 5  «отлично» | -дается комплексная оценка предложенной ситуации;  -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;  - последовательное, правильное выполнение всех заданий;  -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы. |
| 4  «хорошо» | -дается комплексная оценка предложенной ситуации;  -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;  - последовательное, правильное выполнение всех заданий;  -возможны единичные ошибки, исправляемые самим аспирантом после замечания преподавателя;  -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы. |
| 3  «удовлетвор ительно» | -затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;  -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;  -выполнение заданий при подсказке преподавателя;  - затруднения в формулировке выводов. |
| 2  «неудовлетв | - неправильная оценка предложенной ситуации;  -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий. |

|  |  |
| --- | --- |
| орительно» |  |

**Таблица 7 Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

|  |  |
| --- | --- |
| Шкала  оценивания | Критерии оценивания |
| 5  «отлично» | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет  обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы |
| 4  «хорошо» | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает  единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя |
| 3  «удовлетвор ительно» | демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке  выводов |
| 2  «неудовлетв орительно» | не способен правильно выполнить задание |

## Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Тема 1. Основные понятия и определения**

### Вопросы для обсуждения:

1. Назначение информационно-измерительных устройств в системах управления.
2. Обобщенные структурные схемы.
3. Классификация технических средств, входящих в управляющие системы.
4. Общие понятия теории информация в применений к информационно-измерительным устройствам.
5. Перспектива развития информационно-измерительных устройств систем управления.
6. Классификация измерений. Методы измерений, область их применения, их достоинства и недостатки.
7. Принципы построения измерительных систем.
8. Основные функции измерительной системы.
9. Идеализированная блок-схема измерительной системы.
10. Важнейшие функциональные блоки измерительной системы.
11. Измерительные преобразователи.
12. Преобразование неэлектрических сигналов в электрические.
13. Классификация измерительных преобразователей.

### 2. Практическая работа 1

Провести расширенный патентный поиск в соответствии с темой исследования. Данные оформить в таблицу:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № патента | Эксплуатационные характеристики | | | |
| 1 | 2 | // | N |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |
| N |  |  |  |  |

## Тема 2. Первичные измерительные преобразователи

### 1. Вопросы для обсуждения:

*2.*

1. Классификация первичных преобразователей: назначение, вид преобразования, условия эксплуатации.
2. Характеристики: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность.
3. Погрешности измерений: температурный и временной дрейф параметров, шумы.
4. Стандартизация и сертификация первичных преобразователей.
5. Датчики давления и микрофоны. Преобразование смещения диафрагмы в информационный сигнал.
6. Упругие емкостные чувствительные элементы перемещения, силы и веса. Технологические аспекты изготовления емкостных МЭМС.
7. Энерго-информационный метод концептуального проектирования элементов ИИУС.
8. Основные характеристики (параметры) датчиков физических величин.
9. Какие погрешности возникают при измерении физической величины датчиком?
10. Классификация датчиков. Генераторные и параметрические датчики
11. Динамический и статический режим работы датчиков.

### 2. Практическая работа 2

Подготовить паспорта физико-технических эффектов в соответствии с темой исследования по образцу:

# Паспорт эффекта

|  |  |
| --- | --- |
| **Название эффекта** | |
| Формула эффекта согласно ЭИМЦ | Параметрическая структурная схема ФТЭ |
| Физические формулы описания ФТЭ | |
| Формула коэффициента межцепной (внутрицепной) связи или формула параметра | |
| Описание обозначений в формулах [единицы измерений] | |
| Числовые значения физических констант, свойств материалов, геометрические размеры, входящие в формулу коэффициента | Эксплуатационные характеристики ФТЭ |
| Литература | |
| Рисунок технической реализации ФТЭ | Описания особенности ФТЭ и другие его  характеристики. |

## Тема 3. Виды первичных измерительных преобразователей

### 1. Вопросы для обсуждения:

1. Датчики на основе микромеханических преобразователей: давления, расхода, пульсаций, смещения, силы, ускорения, крена, микрогироскопы, микрофоны.
2. Термоэлектрические датчики: терморезисторы, термоэлектрические, термомеханические, пироэлектрические преобразователи.
3. Датчики: температуры, потока, уровня жидкости, вакуума; термопары, анемометры, болометры, термисторы, кондуктометры.
4. Оптические датчики: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фотосчетчики.
5. Датчики: светового потока (энергетические, спектральные), оптического поглощения, смещения, положения.
6. Магнитоэлектрические датчики: индуктивные преобразователи, магниторезисторы, магнитотранзисторы; датчики магнитного поля.
7. Химические датчики: электрохимические, термокаталитические, адсорбционные преобразователи; датчики состава жидкостей и газов; датчики влажности.

### 2. Практическая работа 3

Разработать таблицу «Классификация приемов улучшения эксплуатационных характеристик» в соответствии с темой исследования по образцу:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обобщенные методы | Обобщенные цели | | | |
| Улучшение 1-й квалификационн ой  характеристики | Улучшение 2-й квалификационн ой  характеристики | ….. | Улучшение N-й квалификационно й характеристики |
| 1. Метод… |  |  |  |  |
| 2. Метод… |  |  |  |  |
| ….. |  |  |  |  |
| N Метод… |  |  |  |  |

## Тема 4. Принципы миниатюризации элементов ИИУС и технологии производства МЭМС

### 1. Вопросы для обсуждения:

1. Микромеханические приводы движения: пьезоэлектрические, емкостные, термомеханические, электромагнитные, пневматические актюаторы.
2. Устройства микросмещения, микропозиционирования, микрозахвата.
3. Термоактюаторы: микронагреватели, микрохолодильники.
4. Микроизлучатели: светодиоды, полупроводниковые лазеры. Управляемые микроэлементы: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, микроантенны; микроэлектромеханические и микропневматические реле и коммутаторы.
5. Управляемые оптоэлектромеханические микроэлементы: резонаторы, зеркала, линзы, затворы, фильтры.
6. Микромеханизмы: механические зубчатые и фрикционные микропередачи, микрорычаги, муфты.
7. Микросистемы для генерации и преобразования энергии и движения: электростатические и электромагнитные микродвигатели, пьезодвижетели, микроэлектрогенераторы, микротурбины, микросопла, пневматические и оптомеханические микроприводы движения, микроприводы движения на эффекте "памяти формы".
8. Микросистемы хранения и рекуперации энергии: микро-пружины и маховики, микротеплоаккумуляторы.

### 2. Практическая работа 3

Подготовить морфологические матрицы физико-технических эффектов в соответствии с темой исследования по образцу:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Признаки | Значения признаков | | | |
| 1 характеристика | 2 характеристика | ….. | N  характеристика |
| 1 Признак… |  |  |  |  |
| 2 Признак… |  |  |  |  |
| …. |  |  |  |  |
| N Признак.. |  |  |  |  |

Практические занятия призваны закрепить полученные аспирантами знания на лекционных занятиях, всесторонне расширить представления о конструкциях, областях применения конкретных типовых датчиков физических величин. Итогом практических занятий служит подготовка учебной заявки на полезную модель датчика (по заданию преподавателя).

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме зачета.

**Примерные вопросы к зачету**

1. Основные понятия и определения микромеханического устройства, МЭМС.
2. Классификация МЭМС.
3. Принципы миниатюризации технических систем.
4. Датчики давления и микрофоны. Преобразование смещения диафрагмы в информационный сигнал.
5. Упругие емкостные чувствительные элементы перемещения, силы и веса. Технологические аспекты изготовления емкостных МЭМС.
6. Энерго-информационный метод концептуального проектирования элементов ИИУС.
7. Основные характеристики (параметры) датчиков физических величин.
8. Какие погрешности возникают при измерении физической величины датчиком?
9. Классификация датчиков. Генераторные и параметрические датчики
10. Динамический и статический режим работы датчиков.
11. Погрешности измерения. Как влияет датчик на измеряемый объект?
12. Принцип работы индуктивных датчиков перемещения.
13. Принцип работы емкостных датчиков перемещения.
14. Датчик на основе дифференциального трансформатора: достоинства, области применения, преимущества дифференциальных датчиков перемещения
15. Особенности работы оптических полупроводниковых датчиков перемещения.
16. Датчик угловых перемещений?
17. Быстродействие датчиков перемещения?
18. Тензоэлектрический эффект в металлах. Принцип действия металлических тензодатчиков.
19. Тензоэлектрический эффект в полупроводниках. Принцип действия полупроводниковых тензодатчиков.
20. Пьезоэлектрический эффект. Особенности функционирования и конструкции пьезоэлектрических датчиков
21. Электромеханические датчики расхода.
22. Оптико-механические тахометрические датчики расхода.
23. Термоанемометры с нагревающейся спиралью: принцип работы, области применения
24. Достоинства и недостатки электромагнитных расходомеров
25. Принцип функционирования тепловых измерителей расхода
26. Устройство и работа ультразвуковых датчиков расхода
27. Какими датчиками измерить расход агрессивной жидкости?
28. С помощью каких датчиков измеряется уровень жидкости?
29. Как работают и устроены емкостные датчики уровня?
30. Достоинства и недостатки ультразвуковых датчиков уровня
31. Термоэлектрические явления (эффекты Зеебека, Пельтье, Томпсона). Датчики на их основе.
32. Фоторезистивный эффект. Параметры и режимы работы фоторезисторов.
33. Как изменяются свойства полупроводникового р-n перехода под действием света? Параметры и режимы работы фотодиода
34. Пироэлектрический эффект, устройство и работа тепловых приемников излучения?
35. Применение различных физических эффектов для проектирования интегральных датчиков.
36. Принципы построения чувствительных элементов датчиков давления на основе тензорезистивного эффекта, измерительный мост Уитстона.
37. Варианты топологии и конструкции чувствительных элементов интегральных датчиков физических величин.
38. Конструктивно – технологический и схемотехнический способы компенсации температурной погрешности интегральных датчиков.
39. Емкостные полупроводниковые датчики давления.
40. Микромеханические акселерометры.
41. Датчики Холла.
42. Химические датчики.

Учитывая творческий характер работы аспиранта, формулировка вопросов может отличаться от предполагаемого перечня.

* 1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

## Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Критерии оценки зачета:**

* + - оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если аспирант продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы;
    - оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если аспирант продемонстрировал глубокие знания теоретического материала и умение их применять, обоснованно изложил свои мысли, сделал необходимые выводы, допущены некоторые неточности, имеется одна негрубая ошибка;
    - оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если аспирант ответил на вопросы преимущественно верно, имеются затруднения в формулировке выводов, имеются одна или две негрубые ошибки;
    - оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если аспирант не дал ответы на поставленные вопросы, обоснования неверные, либо дан верный ответ без его обоснования, сделаны грубые ошибки, отсутствуют знания по математическим основам.

## Проведение зачета

Оценивание аспирантов осуществляется в соответствие с требованиями и критериями 5- балльной шкалы. Зачет основан на итоговой оценке, включающий в себя следующее: суммы баллов по результатам текущего контроля (устные опросы, контрольные задания, комплексное задание творческого (проблемного) характера; результаты работы на занятиях в процессе обучения (инициативность, качество выполнения текущих заданий и пр.); результаты итогового тестирования; количества пропусков занятий; публикационная активность по теме учебного курса.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**а) Основная литература:**

* 1. Мазин, В. Д. Датчики автоматических систем. Сборник задач : учебное пособие / В. Д. Мазин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. — 36 c. — ISBN 978-5-7422-5798-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83296.html>(Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
  2. Немченко, В. И. Проектирование установки датчиков и средств автоматизации на технологическом оборудовании : учебное пособие / В. И. Немченко, Г. Н. Епифанова, А. Г. Панкратова. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 57 c. — ISBN 978-5-7964-1659-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90884.html> (Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
  3. Введение в измерительный практикум (Измерительный практикум) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Косинов А.Д. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443705453.html> (ЭБС «Консультант студента»).
  4. Современные методы и средства формирования измерительных сигналов в АСУТП [Электронный ресурс]: учебник / Кузьмин В. В. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222233.html> (ЭБС

«Консультант студента»).

* 1. Вавилов В.Д., Микросистемные датчики физических величин / Вавилов В.Д., Тимошенков С.П., Тимошенков А.С. - М. : Техносфера, 2018. - 550 с. - ISBN 978-5- 94836-498-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364988.html> (ЭБС «Консультант студента»).
  2. Топильский В.Б., Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие

/ В. Б. Топильский. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 496 с. - ISBN 978-5-9963-3020-1

- Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330201.html> (ЭБС «Консультант студента»).

## б) Дополнительная литература:

1. Датчики : справочное пособие / В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой [и др.] ; под редакцией В. М. Шарапов, В. С. Полищук. — Москва : Техносфера, 2012. — 624 c.

— ISBN 978-5-94836-316-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html> (Электронно- библиотечная система IPR BOOKS)

1. Грибков, В. А. Виброизмерительная аппаратура. Структура, работа датчиков, калибровка каналов : учебное пособие / В. А. Грибков, Д. Н. Шиян. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 112 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30932.html>(Электронно-библиотечная система IPR BOOKS)
2. Новожилов, Б. М. Исследование динамических свойств датчика температуры : методические указания к лабораторной работе / Б. М. Новожилов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 28

c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30999.html> (Электронно- библиотечная система IPR BOOKS)

1. Ачильдиев В.М., Информационные измерительные и оптико-электронные системы на основе микро- и наномеханических датчиков угловой скорости и линейного ускорения / В.М. Ачильдиев, Ю.К. Грузевич, В.А. Солдатенков - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 260 с. - ISBN 978-5-7038-4351-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703843512.html> (ЭБС «Консультант студента»).

## в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

* 1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». URL: [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru/)
  2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <http://www.iprbookshop.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вуз располагает необходимыми материально-техническими условиями для качественного проведения учебного процесса по реализуемой ОПОП ВО. Материально- техническое обеспечение включает необходимые учебные и вспомогательные площади для учебного процесса, достаточную инфраструктуру, обеспечение учебного процесса вычислительной и оргтехникой, достаточным количеством учебных материалов. Все учебные помещения оборудованы соответствующей мебелью, досками, техническими средствами обучения, что позволяет качественно осуществлять учебный процесс.

При необходимости рабочая программа практики может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление аспиранта (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).