**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/тип.

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ И КОМПОНЕНТЫ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине**

**для специальности**

**1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Богуш  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | **СОГЛАСОВАНО**  Начальник Главного управления профессионального образования Министерства образования  Республики Беларусь  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.А. Касперович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | **СОГЛАСОВАНО**  Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский  институт высшей школы»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.В. Титович  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | Эксперт-нормоконтролер  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Минск 2022

**Составители:**

С.И.Мадвейко, заведующий кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

А.А.Костюкевич, старший преподаватель кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензенты:

Кафедра «Конструирование и производство приборов» Белорусского национального технического университета (протокол № 3 от 27.10.2022);

А.Н.Петлицкий, директор государственного центра «Белмикроанализ» открытого акционерного общества «Интеграл»-управляющей компании холдинга «Интеграл», кандидат физико-математических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 17.10.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»   
(протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом по электронным системам и технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

# **Пояснительная записка**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Электронные датчики и компоненты» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Проектирование программно-управляемых электронных средств, а также технологических процессов их изготовления невозможно без знаний в области электронных датчиков и компонентов, составляющих элементную базу электронных средств.

Наличие знаний о современных электронных датчиках и компонентах позволит разрабатывать современные программно-управляемые электронные средства с наименьшими массогабаритными характеристиками, энергопотреблением и высокой надежностью.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: овладение научными подходами и практическими знаниями по выбору, методам расчета и использованию электронных датчиков и компонентов, знаниями в области физических принципов работы и конструктивно-технологических особенностей изготовления электронных датчиков и компонентов, составляющих современную элементную базу электронных средств.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний в области специфики конструкций электронных датчиков и компонентов различного назначения, ограничений на их конструкции, обусловленных использованием автоматизированных методов проектирования и гибких производственных систем, методов обеспечения технологичности конструкций;

изучение основных тенденций в развитии и конструктивно-технологических особенностей изготовления электронных датчиков и компонентов, составляющих элементную базу электронных средств (ЭС);

освоение физических принципов работы, основных свойств, электрических и вероятностно-статистических характеристик электронных датчиков и компонентов, а также свойств материалов, применяемых при конструировании различных электронных датчиков и компонентов;

знакомство с требованиями к электронным датчикам и компонентам для контроля различных физических величин; методиками метрологического обеспечения и испытания электронных датчиков и компонентов;

приобретение навыков для работы в области проектирования и производства электронных датчиков и компонентов и их грамотного применения при проектировании ЭС;

овладение методами выбора электронных датчиков и компонентов по их параметрам и характеристикам, которые описывают их свойства, как при нормальных условиях эксплуатации, так и при различных воздействиях (климатических, механических, радиационных и др.);

освоение навыков анализа исходных данных для проектирования датчиков и компонентов для ЭС.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Электронные датчики и компоненты» являются «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Электронные приборы» (учебная дисциплина компонента учреждения высшего образования).

В свою очередь учебная дисциплина «Электронные датчики и компоненты» является базой для такой учебной дисциплины, как «Проектирование и производство изделий интегральной электроники», а также ряда учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования. В числе которых «Системы автоматизированного проектирования электронных средств», «Проектирование электронных средств», «Проектирование микромодулей высокоскоростных электронных устройств», «Интегрированные автоматизированные технологические комплексы», «Диагностика и обслуживание технологических комплексов».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Электронные датчики и компоненты» формируется следующая базовая профессиональная компетенция: осуществлять рациональный выбор электронных компонентов и датчиков при проектировании электронных средств.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

принципы действия и физические эффекты, используемые в электронных датчиках и компонентах;

особенности, преимущества и недостатки современных принципов реализации электронных датчиков физических величин и компонентов;

модели и конструктивно-технологические особенности электронных датчиков и компонентов;

основные свойства и вероятностно-статистические характеристики электронных датчиков и компонентов;

тенденции, направлении и перспективы развития электронных датчиков и компонентов;

методы автоматизированного проектирования электронных датчиков и компонентов;

*уметь:*

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности при проектировании и эксплуатации электронных датчиков и компонентов;

анализировать исходные данные для проектирования электронных датчиков и компонентов;

анализировать работу различных типов электронных компонентов и возможности их функционального применения;

выбирать электронные датчики и компоненты по их параметрам и характеристикам;

грамотно применять электронные датчики и компоненты при проектировании ЭС;

осуществлять ремонт и техническое обслуживание электронных датчиков и компонентов, входящие в состав модулей ЭС;

разрабатывать конструкторскую документацию и проектировать технологические процессы изготовления электронных датчиков и компонентов;

*владеть:*

методикой выбора электронных датчиков и компонентов по их параметрам и характеристикам применительно к конкретной научно-технической задаче;

принципами конструирования электронных датчиков и компонентов;

методами оценки параметров электронных датчиков и компонентов.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Электронные датчики и компоненты» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Типовая учебная программа рассчитана на 216 учебных часов, из них – 116 аудиторных. Примерное распределение учебных часов по видам занятий: лекции – 68 часов, лабораторные занятия – 32 часа, практические занятия – 16 часов.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1.** **Элементная база ЭС. Пассивные электронные компоненты** | **22** | **12** | **4** | **6** |
| Тема 1. Элементная база ЭС | 2 | 2 | - | - |
| Тема 2. резисторы | 4 | 2 | - | 2 |
| тема 3. Конденсаторы | 2 | 2 | - | - |
| тема 4. катушки индуктивности и дроссели | 8 | 2 | 4 | 2 |
| тема 5. трансформаторы | 2 | 2 | - | - |
| тема 6. пассивные lc-фильтры и активные Rс-фильтры | 4 | 2 | - | 2 |
| **Раздел 2. Коммутационные устройства и соединители** | **8** | **4** | **4** | **-** |
| тема 7. теория и особенности работы разъемных электрических контактов | 2 | 2 | - | - |
| Тема 8. Основные типы конструкций коммутационных устройств и соединителей | 6 | 2 | 4 | - |
| **раздел 3. Устройства памяти электронных средств** | **4** | **4** | **-** | **-** |
| тема 9. классификация и основные свойства устройств памяти. запоминающие устройства на магнитных и оптических носителях информации | 2 | 2 | - | - |
| тема 10. интегральные микросхемы запоминающих устройств | 2 | 2 | - | - |
| **Раздел 4. Устройства функциональной электроники** | **24** | **14** | **8** | **2** |
| Тема 11. Акустоэлектронные устройства | 14 | 4 | 8 | 2 |
| тема 12. Оптоэлектронные устройства и устройства отображения информации | 4 | 4 | - | - |
| тема 13. Устройства на приборах с зарядовой связью (пзс) | 4 | 4 | - | - |
| тема 14. Криоэлектронные и хемотронные устройства | 2 | 2 | - | - |
| **Раздел 5. Общие вопросы в области электронных датчиков** | **14** | **14** | **-** | **-** |
| тема 15. Основные понятия и классификация электронных датчиков | 2 | 2 | - | - |
| тема 16. Общие свойства электронных датчиков | 2 | 2 | - | - |
| тема 17. Физические принципы преобразования в электронных датчиках | 8 | 8 | - | - |
| тема 18. Оптические компоненты электронных датчиков | 2 | 2 | - | - |
| **Раздел 6. Принципы построения и функционирования основных типов электронных датчиков** | **44** | **20** | **16** | **8** |
| тема 19. Датчики присутствия, движения и положения | 6 | 2 | 4 | - |
| тема 20. Датчики скорости и ускорения | 4 | 2 | - | 2 |
| тема 21. Датчики силы, механического напряжения и давления | 4 | 2 | - | 2 |
| тема 22. Расходомеры | 2 | 2 | - | - |
| тема 23. Акустические датчики | 6 | 2 | 4 | - |
| тема 24. Детекторы световых излучений | 2 | 2 | - | - |
| тема 25. Датчики температуры | 8 | 2 | 4 | 2 |
| тема 26. Электрохимические датчики | 2 | 2 | - | - |
| тема 27. Измерительные схемы электронных датчиков | 10 | 4 | 4 | 2 |
| **Итого** | **116** | **68** | **32** | **16** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Раздел 1. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭС. ПАССИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Тема 1. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭС

Состав учебной дисциплины. Особенности изучения учебной дисциплины. Элементная база ЭС и ее связь с поколениями электронной аппаратуры. Классификация элементной базы ЭС. Использование электронных датчиков и компонентов совместно с приборами вакуумной электроники, полупроводниковыми приборами, гибридными интегральными микросхемами, изделиями интегральной микро-и наноэлектроники и устройствами функциональной электроники. Требования к элементной базе ЭС. Тенденции развития электронных датчиков и компонентов.

Тема 2. РЕЗИСТОРЫ

Резисторы, их классификация. Особенности конструкции резисторов. Основные параметры резисторов. Схема замещения резисторов. Резисторы со специальными свойствами: варисторы, магниторезисторы и др. Переменные резисторы. Резисторы интегральных микросхем.

тема 3. КОНДЕНСАТОРЫ

Классификация конденсаторов. Особенности конструкции конденсаторов. Основные электрические параметры и характеристики конденсаторов. Схема замещения конденсаторов. Основные факторы, определяющие изменение параметров конденсаторов и их отказы. Конденсаторы постоянной емкости. Конденсаторы переменной емкости. Электролитические конденсаторы. Конденсаторы интегральных микросхем.

тема 4. КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И ДРОССЕЛИ

Классификация катушек индуктивности. Катушки индуктивности с сердечниками. Катушки индуктивности без сердечников. Схема замещения, основные и паразитные параметры. Дроссели: особенности конструкции и применение. Конструкции катушек индуктивности и дросселей. Перспективы применения катушек индуктивности и дросселей в ЭС.

тема 5. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Классификация трансформаторов. Принцип действия, схема замещения трансформатора. Трансформаторы питания. Трансформаторы питания для статических преобразователей. Особенности конструкций трансформаторов питания. Импульсные трансформаторы.

тема 6. ПАССИВНЫЕ LC-ФИЛЬТРЫ И АКТИВНЫЕ RС-ФИЛЬТРЫ

Устройство, принцип действия и основные параметры LC-фильтров. Особенности конструирования LC-фильтров. Активные RC-фильтры: классификация, схемы построения и основы функционирования.

Раздел 2. КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА И СОЕДИНИТЕЛИ

тема 7. ТЕОРИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ РАЗЪЕМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ

Основы теории электрических разъемных контактов: поверхности контактных тел, переходное сопротивление. Физико-химические процессы в контактах. Нестабильность переходного сопротивления (статическая и динамическая). Особенности эксплуатации контактов. Электрическая эрозия при размыкании и замыкании контактов. Механическая эрозия. Общий износ контактов при эксплуатации.

Тема 8. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ КОММУТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ И СОЕДИНИТЕЛЕЙ

Устройства коммутации и соединители. Функции соединителей и коммутационных устройств. Базовые типовые конструкции контактно-коммутационных устройств. Реле, герконы и другие коммутационные элементы. Параметры и требования. Оптоэлектронные бесконтактные коммутационные устройства. Полупроводниковые коммутаторы. Особенности конструирования и перспективы развития коммутационных устройств и соединителей.

раздел 3. УСТРОЙСТВА ПАМЯТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

тема 9. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА УСТРОЙСТВ ПАМЯТИ. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА НА МАГНИТНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЯХ ИНФОРМАЦИИ

Запоминающие устройства: определения, классификация и параметры. Основные параметры и характеристики: объем памяти, количество разрядов, способ доступа к информации, время выборки, плотность упаковки, удельная потребляемая мощность, удельная стоимость, энергозависимость.

Элементы запоминающих устройств (ЗУ) на магнитных носителях информации: элементы запоминающих устройств на ферритовых сердечниках, элементы запоминающих устройств на магнитных пленках, элементы запоминающих устройств на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД). Конструкции ЗУ на магнитных носителях информации. Конструкции ЗУ на оптических носителях информации. Перспективы развития ЗУ на магнитных и оптических носителях информации.

тема 10. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Интегральные микросхемы запоминающих устройств. Основные виды полупроводниковых ЗУ на МДП-транзисторах. Основные виды полупроводниковых ЗУ на биполярных транзисторах. Статические и динамические оперативные ЗУ. Постоянные ЗУ и схемотехника их элементов памяти. Перспективы развития полупроводниковых ЗУ.

раздел 3. УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Тема 11. АКУСТОЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Акустоэлектроника как направление функциональной электроники. Базовые эффекты и явления: прямой и обратный пьезоэлектрический эффект, акустоэлектронный эффект, акустопроводимость, усиление звука, акустооптическое взаимодействие. Пассивные и активные линейные устройства. Активные нелинейные устройства и выполняемые ими функции. Объемные и поверхностные акустические волны (ПАВ) и их типы. Материалы для устройств на объемных и поверхностных акустических волнах.

Основные акустоэлектронные устройства (АЭУ): линии задержки, устройства частотной селекции (фильтры, резонаторы), генераторы, усилители, конвольверы, запоминающие устройства. Акустическая линия задержки (АЛЗ). АЛЗ на объемных волнах. АЛЗ на поверхностных акустических волнах. Встречно штыревой преобразователь (ВШП). Акустический фильтр и его принцип действия. Акустический резонатор и его принцип действия.

Тема 12. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА И УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Оптоэлектроника как область науки и техники. Основные элементы оптоэлектроники. Физические основы оптоэлектроники. Основные материалы оптоэлектроники. Оптоэлектронные устройства: оптические среды (активные и пассивные); приемники оптического излучения (фотодиоды, фототранзисторы, фоторезисторы); светоизлучающие диоды; приборы на гетероструктурах; оптоэлектронная пара; оптоэлектронная микросхема и другие оптоэлектронные устройства.

Элементы индикации устройств отображения информации. Классификация элементов индикации, характеристики, параметры. Конструктивно-технологические разновидности индикаторов. Физические основы функционирования жидкокристаллических индикаторов. Основные типы жидкокристаллических индикаторов. Технические и эксплуатационные характеристики жидкокристаллических индикаторов. Конструктивно-технологические разновидности и основные характеристики других типов индикаторов: полупроводниковых, газоразрядных, катодолюминесцентных, электролюминесцентных.

Тема 13. УСТРОЙСТВА НА ПРИБОРАХ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ (ПЗС)

Принципы функционирования, основные характеристики и параметры приборов с зарядовой связью. Классификация ПЗС. Построение ПЗС. Методы ввода и детектирования заряда. Конструктивные варианты линеек ПЗС: однонаправленные, ПЗС с объемным каналом и др. Технология изготовления ПЗС.

Линии задержки на ПЗС: структура, типы, характеристики. Дискретные фильтры на ПЗС: структура, типы, характеристики. Сравнение основных параметров устройств обработки сигналов на ПЗС и ПАВ. Принципы работы и основные параметры линейных и матричных формирователей видеосигнала на ПЗС.

Тема 14. КРИОЭЛЕКТРОННЫЕ И ХЕМОТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Область криогенных температур. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость. Эффект Джозефсона. Криотрон, принцип функционирования. Квантовые усилители, параметрические усилители: принципы функционирования. Сверхпроводниковые усилители.

Хемотроника как раздел электроники. Принципы функционирования хемотронных устройств. Структура электрохимического управляемого со-противления, электрохимическая ячейка памяти.

Раздел 4. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

тема 15. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Основные понятия и определения в области электронных датчиков. Место и роль электронных датчиков в ЭС. Классификация электронных датчиков. Требования к электронным датчикам. Общие принципы выбора датчиков.

тема 16. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Передаточная функция. Максимальный входной сигнал. Диапазон выходных значений. Чувствительность. Точность. Нелинейность. Воспроизводимость. Мертвая зона. Разрешающая способность. Выходной импеданс. Сигнал возбуждения. Динамические характеристики. Гистерезис. Факторы окружающей среды. Надежность.

тема 17. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКАХ

Электрические заряды, поля и потенциалы. Емкость (конденсатор, диэлектрическая постоянная). Магнетизм (Закон Фарадея, соленоид, тороид, постоянные магниты). Индукция. Сопротивление (удельное сопротивление, термочувствительность, тензочувствительность, влагочувствительность). Эффект Холла. Эффект Зеебека и Пельтье. Световое излучение. Динамические модели чувствительных элементов (механические, тепловые, электрические элементы).

тема 18. ОПТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Радиометрия. Фотометрия. Светопропускающие окна. Зеркала. Оптические волокна и волноводы. Концентраторы.

Раздел 5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

тема 19. ДАТЧИКИ ПРИСУТСТВИЯ, ДВИЖЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ

Предъявляемые требования к датчикам присутствия, положения и перемещения. Резистивные датчики движения и положения. Электромагнитные датчики движения и положения. Оптоэлектронные детекторы движения и положения. Емкостные датчики присутствия. Электростатические датчики движения и положения.

тема 20. ДАТЧИКИ СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ

Характеристики акселерометров. Инерционная масса. Емкостные акселерометры. Пьезорезистивные акселерометры. Тепловые акселерометры.

тема 21. ДАТЧИКИ СИЛЫ, МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ

Тензодатчики. Тактильные чувствительные элементы. Пьезоэлектрические датчики силы. Общие понятия о давлении. Сильфоны, мембраны и тонкие диафрагмы. Пьезорезистивные датчики. Емкостные датчики. Датчики переменного магнитного сопротивления. Оптоэлектронные датчики давления. Вакуумные датчики давления.

тема 22. РАСХОДОМЕРЫ

Датчики скорости потока по перепаду давления. Тепловые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Электромагнитные расходомеры. Микрорасходомеры. Детектор изменения скорости потока газа. Кариолисовские расходомеры. Твердотельные акустические детекторы.

тема 23. АКУСТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ

Твердотельные акустические детекторы. Твердотельные акустические датчики мембранного типа. Термодатчик на ПАВ. Датчик давления на ПАВ. Датчик крутящего момента на ПАВ.

тема 24. ДЕТЕКТОРЫ СВЕТОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Фотодиоды. Фототранзисторы. Фоторезисторы. Детекторы излучения на основе термоэлементов.

тема 25. ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Резистивные детекторы температуры. Кремниевые резистивные датчики. Термисторы. Термоэлектрические контактные датчики. Термопары и термопарные сборки.

тема 26. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ

Схема работы химического сенсора. Классификация химических датчиков. Характеристики химических сенсоров. Проблемы измерений в агрессивных средах.

тема 27. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Измерительные схемы датчиков: параметрические, генераторные. Много-канальная генераторная измерительная схема. Мостовая схема.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ЛИТЕРАТУРА

###### Основная

1. Бишоп, О. Б. Электронные схемы и системы / О. Б. Бишоп : пер. с англ. Рабодзей Л. Н. – Саратов : Профобразование, 2017. – 576 с.
2. **Кушнер, Д. А.** Основы автоматики и микропроцессорной техники : учебное пособие / Д. А. Кушнер, А. В. Дробов, Ю. А. Петроченко. – Минск : РИПО, 2019. – 245 с.
3. **Родионов, Ю. А.** Микроэлектронные датчики и сенсорные устройства : учебное пособие / Ю. А. Родионов. – Минск : БГУИР, 2019. – 300 с.
4. **Миловзоров, О. В.** Электроника : учебник / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 344 с.
5. Платт, Ч. Энциклопедия электронных компонентов : в 3 т. / Ч. Платт. : пер. с англ. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017. – Т. 1 : Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, переключатели, преобразователи, реле, транзисторы. – 352 с.
6. Смирнов, В. М. Системы отображения информации. Дискретные индикаторы : учебник для вузов / В. М. Смирнов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 188 с.
7. Электрические и электронные компоненты устройств и систем : учеб.-метод. пособие / В. В. Баранов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – 136 с.

Дополнительная

1. Игумнов, В. Н. Устройства функциональной электроники : учебное пособие / В. Н. Игумнов, А. П. Большаков. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2013. – 160 с.
2. **Вавилов, В. Д.** Микросистемные датчики физических величин : монография : в 2 ч. / В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенков, А. С. Тимошенков. – Москва : Техносфера, 2018. – 2 ч.
3. **Сенсоры технического зрения** : учебное пособие / Е. Р. Муратов [и др.]. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. – 74 с.
4. **Шишмарев, В. Ю.** Автоматика : учебник / В. Ю. Шишмарев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 280 с.
5. Бондаренко, И. Б. Электрорадиоэлементы : в 2 ч. / И. Б. Бондаренко. – Санкт-Петербург : СПб НИУИТМО, 2012. – Ч. 2 : Резисторы. – 108 с.
6. Смирнов, В. М. Системы отображения информации. Инженерная психология : учебник / В. М. Смирнов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 172 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ

И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

самостоятельная работа в виде решения индивидуальных заданий, в том числе разноуровневых;

оформление отчетов по выполненным лабораторным работам;

изучение вынесенного на самостоятельную проработку теоретического материала.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Типовым учебным планом по специальности 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств, в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Электронные датчики и компоненты» рекомендуются зачет и экзамен. Оценка учебных достижений студентов производится системе «зачтено/не зачтено» и по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

устный опрос;

тесты;

контрольные работы;

письменные отчеты по выполненным лабораторным работам с их устной или письменной защитой.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

объяснительно-иллюстративный метод;

физический эксперимент;

информационно-коммуникационные технологии;

технология модульного обучения.

Примерный перечень ТЕМ лабораторных ЗАНЯТИЙ

1. Исследование фильтров на поверхностных акустических волнах;
2. Исследование характеристик слаботочных электрических реле и бесконтактных полупроводниковых реле;
3. Исследование характеристик пьезоэлектрических трансформаторов и преобразователей;
4. Исследование катушек индуктивности;
5. Исследование потенциометрических измерительных преобразователей в составе автоматизированного оборудования;
6. Исследование импульсных датчиков положения;
7. Исследование ультразвуковых датчиков измерения расстояния;
8. Исследование индуктивных измерительных преобразователей;
9. Исследование аналоговых сигналов датчиков температуры.

Примерный перечень ТЕМ практических занятий

1. Проектирование проволочных резисторов переменного сопротивления;
2. Проектирование фильтров на ПАВ;
3. Расчет параметров LC-фильтров;
4. Расчет параметров катушек индуктивности;
5. Расчет трансформаторов для вторичных источников электропитания;
6. Датчики тока и напряжения;
7. Датчики положения и перемещений;
8. Датчики температуры;
9. Датчики скорости и ускорения;
10. Датчики силы, механического напряжения и давления;
11. Детекторы световых излучений;
12. Типовые электрические схемы электронных датчиков.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

(*технических средств обучения, оборудования, методических указаний и материалов, наглядных и других пособий)*

1. Учебная телевизионная система с мультимедийным проектором;
2. Персональные компьютеры;
3. Теле-, видеофильмы по темам учебной дисциплины;
4. Стенд «Резисторы и резистивные датчики»;
5. Стенд «Конденсаторы и конденсаторные датчики»;
6. Стенд «Катушки индуктивности и индуктивные датчики»;
7. Стенд «Трансформаторы»;
8. Стенд «Фильтры»;
9. Стенд «Линии задержки»;
10. Стенд «Устройства индикации»;
11. Стенд «Устройства функциональной электроники»;
12. Лабораторный стенд НТЦ-09.12.1 «Автоматизация производственных процессов и автоматика».