**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.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

**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 2023

**Составители:**

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

О.И.Тихон, ассистент кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

**Рецензенты:**

Кафедра химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 4 от 14.11.2022);

Н.К.Толочко, профессор кафедры технологии и организации технического сервиса учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙА:**

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 05.12.2022);

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 № 4 от 12.12.2022)

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

**Пояснительная записка**

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Технология производства деталей электронных средств» 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.

Программно-управляемые электронные средства входят как важнейшие элементы в системы комплексной автоматизации сложных технологических процессов, используются в научных исследованиях, применяются в медицине и во многих других областях деятельности человека. Учебная дисциплина «Технология производства деталей электронных средств» дает обучающемуся знания и сведения по технологии изготовления деталей конструктивных элементов электронных средств (ЭС), необходимые для формирования технико-экономического подхода к решению вопросов конструирования и технической подготовки производства деталей ЭС с учетом обеспечения охраны окружающей среды.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение вопросов технологии деталей конструкций электронных средств, необходимых для конструирования электронных средств и при проектировании технологических процессов изготовления деталей электронных средств.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний о базовых методах обработки материалов и изготовления деталей электронных средств (литьем, резанием, обработкой давлением, порошковой металлургии, технологией формообразования керамических и пластмассовых изделий, электрофизикохимическими методами обработки и др.) и их технологических возможностях;

изучение наиболее распространенных процессов изготовления типовых деталей электронных средств (контакты, пружинные элементы, подложки интегральных схем, корпуса полупроводниковых приборов, магнитопроводы и др.), а также характерных деталей конструкций (оси, валы, зубчатые колеса, ходовые винты и др.);

освоение навыков оформления технологической документации на изготовление деталей, соблюдая государственные и отраслевые стандарты.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Технология производства деталей электронных средств» являются «Физика», «Химия», «Материаловедение». В свою очередь учебная дисциплина «Технология производства деталей электронных средств» является базой для таких учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования, как «Технология производства электронных средств», «Проектирование электронных средств», «Проектирование микромодулей высокоскоростных электронных устройств».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ

СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Технология производства деталей электронных средств»формируется следующая базовая профессиональная компетенция: применять базовые технологические процессы обработки материалов, разрабатывать технологии изготовления деталей электронных средств.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

технологические возможности различных методов обработки материалов деталей, в том числе с позиций энергоресурсосбережения;

основы технологии изготовления деталей конструкций электронных средств;

основные правила оформления технологической документации на изготовление деталей конструкций электронных средств, соблюдая государственные и отраслевые стандарты;

*уметь:*

анализировать исходную информацию для проектирования технологического процесса изготовления деталей;

проектировать или выбирать типовой технологический процесс изготовления деталей радиоэлектронных средств;

обосновывать выбор технологического оборудования, оснастки и инструмента;

оформлять технологическую документацию на изготовление деталей, соблюдая государственные и отраслевые стандарты;

*владеть:*

правилами оформления технологической документации на изготовление деталей конструкций электронных средств;

методикой автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей и технологической оснастки.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Технология производства деталей электронных средств»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 282 учебных часа, из них – 118 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 64 часа, лабораторные занятия – 36 часов, практические занятия – 18 часов.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

| Наименование раздела, темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1. Основы проектирования технологических процессов изготовления деталей электронных средств** | **38** | **22** | **16** | **-** |
| Тема 1. Введение. Производственный и технологический процессы, их структура, особенности организации | 2 | 2 | - | - |
| Тема 2. Основные характеристики технологического процесса | 2 | 2 | - | - |
| Тема 3. Технологичность конструкции и технологическое обеспечения качества изделий | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 4. Основы теории точности и устойчивости технологических процессов | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 5. Качество обрабатываемой поверхности | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 6. Взаимосвязь качества поверхности деталей и их эксплуатационных характеристик | 2 | 2 | - | - |
| Тема 7. Технологическая подготовка производства с учетом вопросов энергоресурсосбережения | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 8. Проектирование технологических процессов изготовления деталей электронных средств | 4 | 4 | - | - |
| Тема 9. Технологическая документация на технологические процессы изготовления деталей электронных средств | 4 | 4 | - | - |
| **Раздел 2. Методы изготовления деталей конструкций электронных средств** | **58** | **28** | **16** | **14** |
| Тема 10. Общая характеристика методов изготовления и обработки деталей электронных средств. Изготовление деталей литьем | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 11. Обработка металлов давлением. Изготовление деталей методами холодной листовой штамповки | 8 | 2 | 4 | 2 |
| Тема 12. Обработка деталей резанием. Основы процесса обработки резанием | 10 | 2 | 4 | 4 |
| Тема 13. Обработка деталей резанием. Токарная обработка | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 14. Обработка деталей резанием. Обработка отверстий | 2 | 2 | - | - |
| Тема 15. Обработка деталей резанием. Фрезерование | 2 | 2 |  | - |
| Тема 16. Отделочные методы обработки деталей резанием | 2 | 2 | - | - |
| Тема 17. Изготовление деталей из пластмасс | 4 | 2 | - | 2 |
| Тема 18. Изготовление деталей из керамики | 2 | 2 | - | - |
| Тема 19. Изготовление деталей из металлокерамических порошков | 2 | 2 | - | - |
| Тема 20. Методы электрофизикохимической размерной обработки. Методы, основанные на химическом действии электрического тока | 2 | 2 | - | - |
| Тема 21. Методы электрофизикохимической размерной обработки. Методы, основанные на тепловом действии электрического тока | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 22. Методы, основанные на импульсном механическом воздействии электромагнитных полей и комбинированные методы обработки | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 23. Покрытия и антикоррозионная защита деталей электронных средств | 4 | 2 | - | 2 |
| **Раздел 3. Типовые технологические процессы изготовления специфических деталей электронных средств** | **22** | **14** | **4** | **4** |
| Тема 24. Изготовление типовых точных деталей электронных средств | **4** | 2 | - | 2 |
| Тема 25. Изготовление деталей корпусов полупроводниковых приборов и интегральных схем | **2** | 2 | - | - |
| Тема 26. Изготовление упругих элементов и контактов | 2 | 2 | - | - |
| тема 27. Изготовление элементов техники СВЧ | 2 | 2 | - | - |
| Тема 28. Изготовление магнитопроводов | 2 | 2 |  | - |
| Тема 29. Изготовление шкал, шильдиков и надписей. Маркирование деталей | 6 | 2 | 4 | - |
| Тема 30. Изготовление подложек из полупроводниковых материалов. Обработка подложек из полупроводников материалов | 4 | 2 | - | 2 |
| **Итого:** | **118** | **64** | **36** | **18** |

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

Раздел 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ, ИХ СТРУКТУРА, ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Производственный и технологический процессы. Технологическая операция и ее элементы. Тип производства. Коэффициент закрепления операций. Единичное, серийное и массовое производство.

Тема 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Основные характеристики технологического процесса: производительность, точность, технологическая норма времени, трудоемкость, экономичность.

Тема 3. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Понятие о технологичности. Виды технологичности. Производственная и эксплуатационная технологичность. Основные и дополнительные показатели технологичности. Комплексный показатель. Качественная и количественная оценка технологичности конструкции изделия. Последовательность анализа технологичности конструкции изделия. Технологическое обеспечение качества изделий. Показатели качества продукции.

Тема 4. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Производственные погрешности, причины возникновения, законы распределения. Первичные производственные погрешности: теоретические, настройки, установки, обработки. Анализ точности технологических процессов. Устойчивость технологического процесса.

Тема 5. КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шероховатость поверхности детали. Параметры и характеристики. Классы чистоты поверхности.

Тема 6. ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Влияние шероховатости поверхности на износостойкость, коррозионную стойкость, усталостную прочность и другие характеристики изделия. Методы измерения шероховатости поверхности деталей.

Тема 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Этапы работ технологической подготовки производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕС ТПП). Автоматизированная система технологической подготовки производства (АС ТПП). Модели АС ТПП.

Тема 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Исходная информация для проектирования. Выбор технологического маршрута, оборудования, оснастки, заготовок и технологических баз, назначение и расчет припусков и режимов обработки. Единая система технологической документации (ЕСТД). Проектирование технологических процессов изготовления деталей в условиях автоматизированного производства. Использование САПР при проектировании технологических процессов. Пакет прикладных программ «Techno-Pro».

Тема 9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Виды и формы технологической документации. Стадии разработки технологической документации. Виды технологических документов. Общие правила оформления технологических документов. Основные надписи технологических документов, требования к их оформлению. Формы и правила оформления документов общего назначения.

Раздел 2. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Тема. 10. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЛИТЬЕМ

Классификация методов обработки радиоэлектронных средств. Размерная (формообразующая) и неразмерная (упрочняюще-чистовая) обработки и их особенности. Литьевые процессы и их классификация. Общая характеристика методов литья. Особенности конструкции литьевых форм. Одно- и многоместные формы. Литниковая система. Литье под давлением, литье в кокиль, литье по выплавляемым моделям и др. Дефекты литья деталей. Литье постоянных магнитов.

Тема 11. Обработка металлов давлением. Изготовление деталей методами холодной листовой штамповки

Общая характеристика методов обработки давлением и их классификация. Сущность холодной и горячей обработки давлением. Обработка деталей и заготовок методами прокатки, волочения, прессования, ковки, штамповки. Классификация и основная технико-экономическая характеристика операций холодной листовой штамповки. Разделительные операции. Формообразующие операции. Резка. Гибка. Вытяжка. Формовка. Штамповка листовых пластмасс. Раскрой материала при холодной листовой штамповке. Штамповка на штампах последовательного и совмещенного действия.

Тема 12. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ. ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Способы обработки материалов резанием и элементы режима резания. Физические основы процесса обработки резанием. Характеристика оборудования и инструментов.

Тема 13. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

Виды токарной обработки деталей. Прецизионное точение. Базирование. Припуски.

Тема 14. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ. ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

Обработка отверстий. Сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, протягивание и прошивание, внутреннее шлифование на специальных и токарных станках. Инструменты. Обработка резьбовых отверстий. Нарезание резьбы плашками, метчиками, гребенками. Технология, инструмент, оборудование. Нарезание резьбы на токарных станках.

Тема 15. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ. ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Фрезерование. Характеристика технологических процессов, примеры деталей. Основные виды фрезерных работ.

Тема 16. ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ РЕЗАНИЕМ

Содержание отделочных операций обработки деталей радиоэлектронных средств резанием. Шлифование в центрах и бесцентровое шлифование, их характеристики и технологические возможности. Обработка отверстий и плоских деталей шлифованием. Отделочные методы обработки: притирка, алмазное выглаживание, хонинг-процесс, шевенг-процесс, суперфинишпроцесс. Их характеристика и технологические возможности. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ.

Тема 17. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Виды пластмасс. Технологические свойства пластмасс. Методы изготовления изделий из пластмасс. Обычное прессование, литьевое прессование, литье под давлением, экструзия, формование. Обработка пластмасс резанием.

Тема 18. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КЕРАМИКИ

Общие сведения о керамических материалах. Технология изготовления керамических деталей: подготовка шихты, тонкий помол порошка, формование, сушка, обжиг, глазурование, металлизация.

Тема 19 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Сущность технологии изготовления металлокерамических деталей. Этапы технологического процесса. Методы производства порошков, их свойства. Формование заготовок из порошковых материалов. Спекание и окончательная обработка изделий.

Тема 20. МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИКОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ. МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ХИМИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Классификация методов электофизикохимической и комбинированной обработки, область применения и их эффективность. Методы, основанные на химическом действии электрического тока. Катодные и анодные процессы. Анодная электрохимическая обработка (отделка) поверхностей. Анодная электрохимическая размерная обработка.

Тема 21. МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИКОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ. МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ТЕПЛОВОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ТЕПЛОВОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Электроэрозионная обработка: электроискровая, электроимпульсная, высокочастотная электроимпульсная, электроконтактная. Фотонно-корпускулярная технология. Светолучевая (лазерная) обработка. Плазменная обработка. Электронно-лучевая и ионно-лучевая обработки.

Тема 22. МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ИМПУЛЬСНОМ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Методы, основанные на импульсном механическом воздействии электромагнитных полей. Ультразвуковая размерная обработка. Ультразвуковая очистка. Ультразвуковое упрочнение. Электрогидравлическая обработка. Магнитно-импульсная обработка. Комбинированные методы обработки. Электрохимическая комбинированная обработка. Электроэрозионная комбинированная обработка.

Тема 23. ПОКРЫТИЯ И АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Классификация и назначение покрытий. Химическая, электрохимическая и биохимическая коррозия и методы защиты от нее. Особенности получения защитно-декоративных покрытий. Химические и гальванические способы получения покрытий. Негальванические покрытия.

Раздел 3. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Тема 24. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТИПОВЫХ ТОЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Изготовление деталей типа осей и валов. Получение заготовок. Этапы механической и термической обработок. Покрытия. Изготовление зубчатых деталей механизмов электронных средств. Технология изготовления цилиндрических зубчатых колес: получение заготовки, механическая обработка, образование зубьев, отделка зубьев. Технология изготовления точных ходовых винтов механизмов электронных средств. Методы нарезания внешних и внутренних резьб.

Тема 25. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Изготовление металлических деталей корпусов полупроводниковых приборов. Заготовительные операции при холодной штамповке. Изготовление фланцев и баллонов. Изготовление проволочных выводов и выводных рамок. Изготовление деталей из припоя. Обработка деталей после штамповки. Изготовление изолирующих деталей корпусов из стекла и керамики. Нанесение и вжигание металлизации.

Тема 26. ИЗГОТОВЛЕНИЕ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНТАКТОВ

Понятие контактных и упругих элементов радиоэлектронных средств. Конструктивно-технологическая характеристика упругих элементов. Технологические методы достижения заданных физических свойств, точности размеров и качества поверхности контактных и упругих элементов. Изготовление витых пружин. Изготовление плоских пружин. Покрытие контактных площадок. Изготовление плоских контактов и лепестков.

Тема 27. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ СВЧ

Общие положения. Особенности изготовления волноводов и полых резонаторов. Методы изготовления волноводных звеньев: прямых и изогнутых из труб, литых, наращенных, гибких и др. Профилированные волноводы. Полосковые волноводы. Изготовление антенных отражателей: со сплошной поверхностью, сетчатых и решетчатых.

Тема 28. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАГНИТОПРОВОДОВ

Материалы, применяемые для магнитопроводов. Конструктивно-технологическая характеристика магнитопроводов. Технология изготовления пластинчатых и ленточных магнитопроводов. Технология магнитопроводов из ферритов и магнитодиэлектриков.

Тема 29. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШКАЛ, ШИЛЬДИКОВ И НАДПИСЕЙ. МАРКИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Конструктивно-технологические характеристики шкал и шильдиков. Способы нанесения шкалы на основание: фотохимический способ, декалькомания, фотопечать, литографический способ, тиснение, шелкография, гравировка. Изготовление планок с рельефными надписями на алюминиевых сплавах. Отделочные операции. Маркирование деталей.

Тема 30. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОДЛОЖЕК ИЗ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. ОБРАБОТКА ПОДЛОЖЕК ИЗ ПОЛУПРОВОДНИКОВ МАТЕРИАЛОВ

Материалы, применяемые для подложек. Изготовление подложек из полупроводниковых материалов. Крепление слитков и пластин. Резка полупроводниковых слитков и пластин. Шлифовка подложек. Полировка подложек. Очистка пластин и кристаллов. Строение нарушенных поверхностей подложек.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Достанко, А. П. Технология производства ЭВМ : учебник / А. П. Достанко, М. И. Пикуль, А. А. Хмыль. – Минск : Вышэйшая школа, 1994. – 347 с.
2. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры : учебное пособие для вузов / под ред. С. Е. Ушаковой. – Москва : Радио и связь, 1986. – 256 с.
3. Технология конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / под ред. А. М. Дальского. – Москва : Машиностроение, 2005. – 516 с.
4. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / под ред. Ю. М. Барона. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 512 с.

Дополнительная

1. Материаловедение и технология деталей : учебник для вузов / под ред. Г. П. Фетисова. – Москва : Высшая школа, 2001. – 638 с.
2. Кенько, В. М. Неметаллические материалы и методы их обработки / В. М. Кенько. – Минск : Дизайн-ПРО, 1998. – 240 с.
3. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / под ред. О. С. Комарова. – Минск : Дизайн-ПРО, 2002. – 416 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой [и др.]. – Москва : Машиностроение, 2001. Т. 1. – 912 с. ; Т. 2. – 944 с.
5. Машиностроение : энциклопедия : в 40 т. / под общ. ред. А. Г. Суслова. – Москва : Машиностроение, 2002. – Т. III-3 : Технология изготовления деталей машин. – 840 с.
6. Проектирование технологических процессов мехобработки в машиностроении / под ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйшая школа, 1987.–255 с.
7. Киселев, М. Г Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов : учебное пособие / М. Г. Киселев, Ж. А. Мрочек, А. В. Дроздов. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. – 389 с.
8. Технологическая оснастка : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Антонюк [и др.]. – Минск : Издательство Гревцова, 2011. – 376 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И

ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

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 СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Технология производства деталей электронных средств» 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.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Курсовой проект предназначен:

для систематизации и закрепления теоретических знаний по основным разделам курса;

для углубленного изучения методики проектирования технологических процессов формообразующей и отделочной обработки материалов;

для получения практических навыков работы технологической документацией, стандартами ЕСТПП, ЕСТД, отраслевыми и нормативно-технической документацией.

Темы курсовых проектов должны быть направлены на разработку и оптимизацию технологического процесса (ТП) изготовления деталей конструктивной базы электронных средств, конструирование технологической оснастки или станочного приспособления, выполнение научно-исследовательских работ технологического характера по тематике госбюджетных, хозяйственно-договорных научно-исследовательских работ и заказов предприятий.

Примерный перечень ТЕМ курсовых ПРОЕКТОВ

1. Разработка ТП изготовления типовых деталей электронных средств (валы, втулки, зубчатые колеса и т. д.) и конструирование технологической оснастки.

2. Разработка технологии производства деталей несущих конструкций электронных средств (корпусные детали, шасси, кронштейны, панели и т.д.) из металлов, пластмасс и порошковых материалов, проектирование оснастки станочных приспособлений.

3. Разработка ТП производства магнитопроводов (ферритовых, пластинчатых и т.д.) и конструирование специальной технологической оснастки.

4. Разработка технологии производства подложек интегральных микросхем (керамических, полупроводниковых, металлических и др.), специальной оснастки и инструмента.

5. Разработка ТП производства упругих и контактных элементов электронных средств (цилиндрических, спиральных и плоских пружин, контактов разного назначения) из цветных, черных и благородных металлов, необходимой технологической оснастки, приспособлений и инструмента.

Примерный перечень ТЕМ лабораторных ЗАНЯТИЙ

1. Оценка технологичности конструктивных форм деталей.
2. Исследование точности и настроенности технологических процессов изготовления деталей электронных средств.
3. Исследование качества обрабатываемой поверхности деталей.
4. Планирование технологической подготовки производства.
5. Исследование технологического процесса изготовления деталей листовой штамповкой.
6. Исследование процесса электроэрозионной обработки материалов.
7. Исследование процесса получения прецизионных металлических лент методом ультразвукового плющения.
8. Исследование процесса изготовление надписей методом ударно-точечной маркировки.

Примерный перечень ТЕМ практических занятий

1. Методы выбора схем базирования заготовок, расчеты погрешностей базирования.
2. Расчет припусков на обработку табличным и расчетно-аналитическим методами.
3. Методика разработки технологической документации на технологические процессы обработки материалов при массовом, серийном и единичном производствах.
4. Проектирование операционной технологии изготовления деталей методами холодной листовой штамповки.
5. Проектирование операционной технологии изготовления деталей методом резания.
6. Проектирование операционной технологии изготовления подложек из полупроводниковых материалов.
7. Расчеты и проектирование технологической оснастки и станочных приспособлений.
8. Расчеты режимов и нормирование операций механической обработки материалов.
9. Выбор и обоснование покрытий и антикоррозионной защиты деталей электронных средств.

Примерный перечень компьютерных программ

1. Учебная телевизионная система с мультимедийным проектором.

2. Теле-, видеофильмы по темам учебной дисциплины.

3. Microsoft Office.

4. Пакет прикладных программ «Techno-Pro».