

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронной техники и технологии

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальностей

«Экономика и управление на предприятии»,
«Маркетинг»

заочной формы обучения

Минск 2005

УДК 658.512 (075.8)

ББК 30.6 я 73

П 80

С о с т а в и т е л и:

Г.М. Шахлевич, Н.С. Собчук

Производственные технологии: Метод. указания и контрольные задания для студ. спец. «Экономика и управление на предприятии», «Маркетинг» заочной формы обуч. / Сост. Г.М. Шахлевич, Н.С. Собчук.- Мн.: БГУИР, 2005.- 35 с.
ISBN 985-444-822-3

В издание включены: рабочая программа дисциплины, составленная на основе типовой программы курса "Производственные технологии" № ТД - 79/тип от 24.01.2001 г., тематика лабораторных и практических занятий, список литературы, рекомендации по изучению дисциплины и выполнению контрольных заданий, их варианты.

Предназначено для закрепления и углубления теоретических знаний студентов заочной формы обучения, получаемых ими на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельного изучения дисциплины.

УДК 658.512 (075.8)

ББК 30.6 я 73

Программа дисциплины рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры ЭТТ (протокол № 1 от 01.09.2004 г.).

Утверждена по рекомендации Методической комиссии инженерно-экономического факультета (протокол № 1 от 07.09.2004 г.).

ISBN 985-444-822-3

© Шахлевич Г.М., Собчук С.В.,
составление, 2005

© БГУИР, 2005

ВВЕДЕНИЕ

Радиоэлектронная промышленность отличается самой высокой наукоемкостью изделий, производство которых основано на высокоэффективных, прогрессивных технологиях. Используются высокотехнологичные материалы самой широкой номенклатуры от металлических и неметаллических конструкционных до сверхчистых монокристаллических полупроводниковых и материалов с особыми физико-химическими свойствами. При изготовлении конструктивной и элементной базы электронных и функциональных устройств большой удельный вес имеют высокопроизводительные ресурсосберегающие методы обработки давлением и литьем, электрофизикохимические размерные и упрочняюще-чистовые обработки, современные автоматизированные методы сборки, монтажа, контроля и регулировки. Все больший удельный вес занимают технологические процессы изготовления изделий микро-, опто- и функциональной электроники, а в номенклатуре изделий радиоэлектроники (ИРЭ) – приборы 4-го и 5-го поколений. Индивидуальные технологические процессы (ТП) в большинстве случаев разрабатываются на базе прогрессивных, отработанных в производстве унифицированных (групповых и типовых) ТП. Поскольку основная номенклатура ИРЭ изготавливается в условиях массового и крупносерийного производства, широко применяются системы автоматизации проектирования, производства и управления, основанные на информационных технологиях, вычислительной и микропроцессорной технике.

Одной из задач дисциплины "Производственные технологии" является ознакомление студентов экономических специальностей с современными материалами и технологиями производства ИРЭ, оборудованием и средствами автоматизации проектирования, производства и управления. Ее изучение должно обеспечить их технологическую подготовку, а также формирование технологического мышления, подразумевающего научность, конкретность, объективность и системность при рассмотрении и исследовании современных производственных систем.

Методология курса строится таким образом, чтобы студенты могли научиться связывать категории дисциплины с категориями экономической теории и практики, которыми оперируют дисциплины экономического цикла, получили представление о месте технологии в современном обществе, о технологии как базовом звене современного производства.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Цель преподавания дисциплины - дать студентам экономических специальностей представление о современных технологиях производства изделий радиоэлектроники, оборудовании и средствах автоматизации проектирования, производства и управления. В том числе - изучение материалов, ТП и систем производства ИРЭ, включая методы проектирования и управления оптимальными ТП с применением микроЭВМ и микропроцессорных систем, обеспечивающих интенсификацию и эффективность производства, качество продукции; знакомство с оборудованием, средствами автоматизации и механизации.

Задачи изучения дисциплины:

- иметь представление о физико-технологических основах процессов производства изделий радиоэлектроники;
- изучить особенности материалов и технологических процессов изготовления деталей конструктивной базы ИРЭ;
- овладеть принципами проектирования и компоновки гибких производственных систем и их модулей в производстве ИРЭ, организации управления такими системами.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать** классификацию, основные свойства и области применения основных групп конструкционных и электрорадиотехнических материалов, современные производственные технологии, технологическое оборудование и СТО, методику проектирования технологических процессов с применением систем автоматизированного проектирования, технико-экономические особенности новых технологических процессов автоматизированного производства ИРЭ с использованием промышленных роботов и микропроцессорных систем;
- **иметь представление о** физико-технологических основах производственных процессов, методике их проектирования и оптимизации, принципах организации, построения и управления технологическими системами производства ИРЭ в условиях ГАП, структуре и функции ГПС интегрированных производственных комплексов по видам производства ИРЭ;
- **уметь** проектировать оптимальные ТП изготовления ИРЭ на уровне составления технологического маршрута, проводить нормирование технологических процессов и оптимизацию трудовых и материальных затрат.

Дисциплина является специальной в рабочем плане подготовки студентов специальностей «Экономика и управление на предприятии» и «Маркетинг».

Дисциплина базируется на курсах высшей математики, физики, «Физико-химические основы электроники» и служит основой для изучения курсов экономического профиля.

Программа курса «Производственные технологии» рассчитана на 36 часов учебных аудиторных занятий: 12 часов лекций и 8 часов практических и 16 часов лабораторных работ.

1.2. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Пятый семестр

ВВЕДЕНИЕ

Развитие радиоэлектроники на современном этапе и ее роль в ускорении темпов научно-технического прогресса, повышении эффективности производства, качества и надежности ИРЭ.

Основные понятия и определения технологии, её связь с экономикой. История развития и основные проблемы технологии ИРЭ.

Предмет, задачи и структура дисциплины.

1.2.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Тема 1. Конструктивно-технологические особенности изделий радиоэлектроники, системный подход к технологии

Конструктивно-технологические особенности поколений ИРЭ. Состав, структура и характеристика ИРЭ как объектов производства.

Технология ИРЭ как большая система. Иерархические уровни производства ИРЭ. Структура, функции и организация производственной и технологических систем предприятий.

Производственные и технологические процессы, их структура и элементы. Виды и типы ТП.

Тема 2. Технологические системы (ТС) и их основные характеристики

Общая характеристика, структура и показатели эффективности ТС. Функциональные свойства ТС: надежность, качество управления, помехозащищенность, устойчивость. Влияние внешних и внутренних факторов на характеристики ТС. Управление ТС.

Математические модели ТС производства ИРЭ. Математическое моделирование ТС, ТП, технологических операций (ТО). Статистическое и корреляционное моделирование ТС. Методы теории массового обслуживания в задачах оценки производительности и надёжности функционирования ТС.

Тема 3. Оптимизация технологических систем

Методы и критерии оптимизации. Применение аналитических и численных методов оптимизации. Оптимизация ТП методами Гаусса – Зайделя, градиента и др. Центральный ортогональный композиционный план. Поверхности отклика функций оптимума.

Проектирование оптимальных ТС. Определение требований к параметрам элементов, обеспечивающих заданные показатели эффективности ТС. Выбор структуры ТС по экономическим показателям. Технологическая оптимизация.

Тема 4. Технологичность конструкций радиоэлектронных систем

Взаимосвязь конструкции изделий и технологии их производства. Структура и показатели технологичности конструкций изделий (ТКИ) по ЕСТПП. Расчет единичных и комплексных показателей ТКИ ИРЭ и ее узлов. Отработка

конструкций сборочных единиц и блоков ИРЭ на технологичность. Связь ТКИ с типом производства.

Тема 5. Проектирование технологических процессов производства ИРЭ

Исходные данные и этапы разработки ТП: составление технологического маршрута, выбор оборудования, расчет и назначение режимов обработки, СТО и инструмента, проектирование производственных подразделений и др.

Экономичность и производительность ТП. Технологическая себестоимость, её структура и пути снижения. Техническая норма времени. Основные пути повышения производительности труда.

Роль сборочных и монтажных работ в технологии ИРЭ. Технические требования к сборочным работам. Проблемы снижения их трудоемкости. Технологические схемы сборки. Проектирование ТП сборки и монтажа ИРЭ.

Тема 6. Методы анализа производственных погрешностей

Точность производства - основной показатель качества изделий. Физико-технологическая теория размерных параметров - основа научного управления точностью. Производственные погрешности, причины их возникновения, законы распределения, методы анализа.

Размерные сборочные цепи. Обеспечение заданной точности сборки.

1.2.2. ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Тема 1. Химическая связь. Строение вещества

Типы и природа химической связи. Агрегатные состояния. Строение твердых тел. Аморфные, стеклообразные и кристаллические твердые тела. Поли- и изоморфизм. Дефекты кристаллической решетки, строение реальных материалов. Понятие микро- и макроструктуры.

Тема 2. Основы теории сплавов. Кристаллизация

Фазы сплавов. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов. Фазовые превращения в сплавах. Правило фаз Гиббса, определение состава сплавов. Связь между строением сплава и его свойствами.

Процесс кристаллизации, его характеристики и механизмы. Влияние условий кристаллизации на структуру и свойства сплавов. Вторичная кристаллизация. Дефекты роста кристаллов.

Тема 3. Классификация свойств и принципы выбора материалов

Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов. Принципы выбора материалов для конкретного применения по технико-экономическим критериям.

Тема 4. Механические и триботехнические свойства

Механические свойства материалов в условиях статического, динамического и циклического нагружения. Механические испытания.

Триботехнические свойства материалов (износостойкость, прирабатываемость, коэффициент трения).

Тема 5. Электрофизические и тепловые свойства

Электрофизические свойства материалов. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Активные диэлектрики, сверхпроводники.

Теплофизические (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение) свойства, коррозионная стойкость материалов.

Тема 6. Магнитные и технологические свойства

Магнитные свойства материалов. Диа-, пара-, ферро-, ферримагнетики. Функциональные характеристики магнетиков.

Технологические свойства (обрабатываемость, свариваемость, паяемость и др.), технологические испытания.

1.2.3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Тема 1. Конструкционные материалы на основе железа

Диаграмма состояния сплавов системы Fe-C. Физико-химические основы термообработки сталей. Классификация и маркировка сталей и чугунов. Углеродистые, легированные, инструментальные стали и твердые сплавы.

Тема 2. Сплавы цветных металлов и композиты

Конструкционные материалы на основе алюминия, меди, титана, магния и др. Благородные металлы и их применение. Композиционные и порошковые материалы.

Тема 3. Неметаллические конструкционные материалы

Полимеры, классификация и основные физико-химические свойства. Однокомпонентные и многокомпонентные (композиционные) пластмассы.

Неорганические конструкционные материалы: классификация, свойства, применение. Керамика: установочная, огнеупорная, теплоизоляционная, металлокерамические узлы и вакуумные вводы. Стекло и стекломатериалы. Композиты на неметаллической матрице.

Тема 4. Электрорадиотехнические материалы

Классификация проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости, резистивные материалы, припой и флюсы. Проводниковые материалы с особыми физико-химическими свойствами.

Классификация и функциональные характеристики сильномагнитных материалов. Магнитно-мягкие и магнитно-твердые материалы. Магнитные материалы специализированного назначения (для записи информации, термомагнитные, магнитострикционные, СВЧ-диапазона и др.).

Основные свойства, классификация и применение полупроводников. Элементарные полупроводники (Si, Ge) и структуры на их основе. Полупроводниковые соединения типа A^3B^5 , A^2B^6 , A^4B^4 и твердые растворы на их основе.

Классификация диэлектрических материалов. Диэлектрические газы и жидкости, полимеры и композиционные пластмассы, компаунды и лаки, слоистые

стые пластики, стекла и ситаллы, монокристаллические и керамические диэлектрики, материалы подложек. Активные диэлектрики.

1.2.4. ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКТИВНОЙ БАЗЫ ИРЭ

Тема 1. Литейные процессы. Термическая и химико-термическая обработка

Общая характеристика методов изготовления деталей.

Литейные процессы, классификация методов, общие положения. Технологические требования к отливкам, оснастка, оборудование. Основные методы литья (в землю, кокиль, по выплавляемым моделям, под давлением и др.).

Термическая и химико-термическая обработка: закалка, отжиг, отпуск, цементация, азотирование и т.д.

Тема 2. Изготовление деталей давлением

Обработка металлов давлением, общие положения. Прокатка, волочение, ковка, выдавливание, объемная штамповка. Изготовление деталей методом холодной листовой штамповки. Классификация и основные технико-экономические характеристики разделительных и формообразующих операций. Расчет и назначение режимов обработки, раскрой. Оснастка и оборудование.

Тема 3. Обработка резанием

Обработка деталей резанием, общие положения. Явления в зоне обработки, режимы резания. Токарная обработка, сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, протягивание и др. Нарезание резьбы. Фрезерование. Отделочные методы обработки резанием: шлифование, полирование, притирка и др.

Тема 4. Изготовление деталей из пластмасс и спеченных материалов

Виды пластмасс. Методы изготовления изделий из пластмасс: обычное прессование, литьевое прессование, литье под давлением, экструзия, формование. Изготовление деталей из керамики и металлокерамических порошков.

Тема 5. Электрофизические и электрохимические методы обработки

Классификация и область применения методов.

Методы, основанные на химическом действии электрического тока.

Методы, основанные на тепловом действии тока: электроэрозионная, светолучевая (лазерная), плазменная, электронно- и ионно-лучевая обработка.

Методы, основанные на импульсном механическом воздействии электромагнитных полей. Ультразвуковая, электрогидравлическая и магнитно-импульсная обработка. Комбинированные методы обработки.

Шестой семестр

1.2.5. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Тема 1. Конструктивно-технологические особенности изделий интегральной электроники

Направления микроминиатюризации ИРЭ. Основные понятия микро-, опто- и функциональной электроники. Классификация изделий интегральной электроники по конструкторско-технологическим признакам. Базовые элементы

полупроводниковых приборов и микросхем. Конструктивное исполнение транзисторных, диодных, конденсаторных и резисторных структур.

Тема 2. Материалы, технологические среды, базовые операции планарной технологии

Получение сверхчистых структурно совершенных полупроводниковых материалов. Технологические среды, используемые в производстве изделий интегральной электроники. Источники дефектности изделий. Планарная технология, сущность и основные операции.

Тема 3. Планарная технология: операции удаления и нанесения материала

Механическая обработка подложек. Физико-химические основы очистки и травления поверхности. «Мокрые» (химические) и «сухие» (плазмохимическое, ионное, ионно-химическое, ионно-плазменное травление) методы.

Назначение и физико-химические основы нанесения пленок и слоев в производстве ИЭТ. Гомо- и гетероэпитаксия. Получение диэлектрических пленок окислением и напылением в вакууме. Технология нанесения толстых пленок. Физико-химические основы и технология получения металлических и диэлектрических пленок термическим и электронно-лучевым испарением, катодным, ионно-лучевым, ионно-плазменным и магнетронным распылением.

Тема 4. Планарная технология: формирование конфигурации элементов и областей с различными электрофизическими свойствами

Формирование конфигурации и топологического рисунка элементов ИЭТ. Классификация методов. Фотолитография. Масочные методы формирования конфигурации элементов. Комбинированные методы. Методы субмикронной литографии. Изготовление шаблонов.

Физико-химические основы легирования полупроводников. Классификация методов и технология диффузионного и ионного легирования.

Тема 5. Планарная технология: операции сборки, герметизации и контроля

Контроль свойств материалов после операций и параметров кристаллов на пластине на функционирование.

Методы разделения пластин и подложек. Виды корпусов ИЭТ. Технология сборки и монтажа. Защита кристаллов микросхем от дестабилизирующих факторов и герметизация ИЭТ. Испытания ИЭТ

Тема 6. ТП изготовления типовых изделий интегральной электроники

Типовые ТП изготовления ИС на планарно-эпитаксиальных биполярных и полевых транзисторах.

Базовые ТП изготовления полупроводниковых лазеров, излучательных диодов, фотоприемников, усилителей и др.

Типовой ТП изготовления изделия функциональной электроники (на примере фильтра на поверхностно-акустических волнах).

Тема 7. Изготовление радиоэлементов (ЭРЭ) и электровакуумных приборов

Классификация, конструктивно-технологические особенности и ТП производства основных групп дискретных ЭРЭ (резисторы, конденсаторы, индуктивности, коммутационные устройства и др.).

Физические основы функционирования, назначение, классификация и технология изготовления электронно-вакуумных приборов (усилительные и генераторные лампы, фотоумножители, средства отображения информации и др.).

Тема 8. Технология волоконно-оптических и запоминающих устройств

Элементы волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Технология изготовления оптических кабелей, коммутаторов, усилительных устройств, оптических дисков и других элементов волоконной оптики.

Технологические процессы изготовления запоминающих устройств (ЗУ). Применяемые материалы. Технология матриц оперативных ЗУ на кольцевых ферритах и тонких магнитных плёнках, полупостоянных и постоянных ЗУ на оптических и магнитных дисках, магнитных барабанах, магнитных головках.

1.2.6. ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Тема 1. Технология механических соединений

Физико-технологические основы формирования механических соединений. Классификация и технические показатели методов создания разъёмных и неразъёмных соединений.

Резьбовые соединения, конструкции и технология. Расчет усилий затяжки и методы стопорения. Штамповочные операции. Соединение методами накрутки и обжимки.

Тема 2. ТП сварки, пайки и склеивания

Конструкционная пайка и сварка, физико-технологические основы. Конструкции соединений, классификация и характеристики основных методов.

Физико-технологические основы склеивания. Конструкции соединений, классификация методов, их технические характеристики. Клеи, проводящие клеи.

Тема 3. Технология электрических соединений

Классификация и основные характеристики методов формирования электрических соединений.

Физико-технологические основы монтажной пайки и сварки. Припой, флюсы, пасты. Основные методы пайки и сварки. Активация процессов энергией механических и электромагнитных колебаний (ультразвук, ВЧ-колебания, инфракрасное и лазерное излучение). Контроль и испытание паяных соединений. Оборудование, оснастка и инструмент для пайки и сварки.

Тема 4. Технология печатных и коммутационных плат

Технические требования, предъявляемые к печатным платам (ПП), и их конструктивно-технологические характеристики.

Классификация методов изготовления ПП. Материалы ПП. Основные характеристики ТП печатного, стежкового и тканого монтажа.

Типовые ТП изготовления печатных и коммутационных плат различными методами. Комбинированный, полуаддитивный и аддитивный методы изготовления двусторонних ПП. Технология многослойных ПП.

Инструмент, оснастка и оборудование для производства печатных и коммутационных плат. Контроль качества и надежность плат.

Тема 5. Технология намоточных изделий

Классификация обмоток по конструктивно-технологическим признакам. Расчет обмоток. Материалы проводов и каркасов. Типовые ТП намотки. Оборудование, оснастка, контроль параметров намоточных изделий. Производственные погрешности обмоток и технологическое обеспечение их качества.

Тема 6. Сборка и монтаж функционально законченных узлов ИРЭ

Технологические схемы сборки. Методы обеспечения точности сборки (взаимозаменяемость, подгонка, регулировка и др.).

Входной контроль и подготовка выводов ЭРЭ к монтажу. Методы установки и фиксации ЭРЭ и ИС на плате. Групповые методы пайки.

Методы механического крепления микрокомпонентов и микроплат. Технология группового монтажа. Поверхностный монтаж.

Сборка несущих конструкций. Технология внутриблочного монтажа. Общая сборка и монтаж ИРЭ. Контроль качества сборочно-монтажных работ.

Тема 7. Герметизация блоков ИРЭ

Классификация методов герметизации и их технические характеристики. Физико-технологические основы процессов пропитки, заливки, обволакивания. Материалы для герметизации и их технологические свойства. Методы получения герметичных соединений. Испытания и контроль герметизации.

Тема 8. Контроль, настройка и регулировка ИРЭ

Классификация и назначение контроля. Выбор мест контроля в структуре ТП. Глубина, точность и достоверность контроля. Контроль качества ИРЭ по обобщенным параметрам. Особенности контроля монтажно-сборочных работ.

Техническая диагностика и ее назначение. Методы поиска неисправностей. Методика составления диагностических тестов.

Организация регулировочных работ. Методы пассивной, активной, плавной, дискретной регулировки параметров.

Технологический прогон. Классификация и назначение основных видов испытаний.

Тема 9. Комплексная автоматизация проектирования и производства ИРЭ

Основные понятия и определения. Пути комплексной автоматизации. Производительность труда и себестоимость продукции – основные критерии эффективности автоматизации.

Автоматизированная система ТПП (АСТПП). Техническое, алгоритмическое, информационное и организационное обеспечение АСТПП.

Организация работ по обеспечению ТКИ. Оценка технологичности ИРЭ в автоматизированных производствах.

Организация проектирования ТП и ТС. Нормативно-технические документы на проектирование. Технологическая документация. САПР ТП. Проектирование СТО и средств механизации и автоматизации.

Классификация и виды технологического оборудования для производства ИРЭ. Автоматические линии. Планировка и расчет линий сборки и сборочных конвейеров. Роботизированные технологические комплексы (РТК). Классификация и основные характеристики промышленных роботов. Гибкие производственные системы (ГПС). Классификация, построение и функционирование автоматизированных систем управления ТП (АСУТП).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективы развития производственных технологий изделий радиоэлектроники на современном этапе.

1.3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ

№ п.п	Название темы	Содержание	Объем в часах
Пятый семестр			
1	Моделирование технологических процессов и оптимизация их структуры по критериям экономичности и производительности	Знакомство с математическими моделями ТП различных видов и методами их построения. Расчет параметров математической модели ТП, полученной по данным планирования многофакторного эксперимента. Использование ММ для оптимизации структуры ТП по критериям экономичности и производительности	2
2	Разработка технологической документации на технологические процессы производства изделий радиоэлектроники	Стадии разработки, виды и комплектность технологических документов на ТП изготовления ИРЭ. Маршрутная карта (МК), формы и правила заполнения. Проведение основных технико-экономических расчетов по данным, содержащимся в МК на ТП сборки и монтажа ИРЭ	2
Шестой семестр			
1	Отработка электро-механических и электронных блоков ИРЭ на технологичность	Знакомство с составом и методикой расчета показателей технологичности функционально законченных устройств. Получение навыков отработки конструкции ИРЭ на технологичность	2
2	Расчет технологической себестоимости ТП сборки и монтажа ИРЭ	Проектирование схемы сборки электронного узла на печатной плате, определение состава СТО, квалификации рабочих и загрузки оборудования. Расчет технологической себестоимости ТП.	2
Итого:			8

1.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЪЕМ

№ п.п	Название темы	Содержание	Объем в часах
Пятый семестр			
1	Исследование механических свойств конструкционных материалов	Изучение методов и приобретение навыков проведения основных видов механических испытаний	4
2	Исследование точности и настроенности технологических процессов экспериментально-статистическим методом	Изучение основных видов производственных погрешностей и методов их анализа, овладение навыками проведения измерений и расчетов, исследование точности и настроенности ТП изготовления деталей и ЭРЭ	4
Шестой семестр			
1	Исследование и моделирование процесса контактной и проекционной литографии при формировании конфигурации элементов ИС	Изучение процесса формирования конфигурации (рисунка) элементов микросхем путем фотолитографической гравировки слоя, нанесенного на поверхность подложки. Ознакомление с оборудованием и материалами, применяемыми при реализации процесса	4
2	Исследование технологического процесса изготовления печатных плат	Изучение ТП изготовления двухсторонних печатных плат фотохимическим методом и методов их контроля. Приобретение навыков проведения основных видов контроля и испытаний печатных плат	4
Итого:			16

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

2.1. ПЕРЕЧЕНЬ ТСО, МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ, НАГЛЯДНЫХ И ДРУГИХ ПОСОБИЙ

В процессе изучения и преподавания дисциплины используются:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная телевизионная система АТК, иллюстративный материал и телевизионные заставки к лекциям.
3. Проектор для просмотра микрообъектов ЭМ-ПН-80.
4. Микроскопы для изучения микрошлифов МБС-2, ММР-2Р.
5. Макеты и методические указания к лабораторным работам.
6. Стенды, планшеты, плакаты, образцы характерных материалов, элементов конструктивной и схемотехнической базы, узлов и блоков ИРЭ.

7. Учебные кинофильмы ("Радиопромышленность сегодня", "Автоматизация ТП сборки и монтажа РЭА на печатных платах", "Функциональная электроника" и др.)

8. Учебные диафильмы ("Технология изготовления многослойных печатных плат", "Сборка радиоаппаратуры", "Технология монтажа радиоаппаратуры", "Оборудование для подготовки ЭРЭ и ИС к монтажу", "Оборудование для сборки и монтажа ИРЭ" и др.).

9. Контрольно-обучающие программы для ПЭВМ.

2.2. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник/ Под общ. ред. А.П.Достанко.- Мн.: Выш. шк., 2002.- 415 с.

2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.В. Материаловедение: Учебник для вузов.- М.: Машиностроение, 1990.- 528 с.

3. Пасынков В.В., Сорокин В.О. Материалы электронной техники.- М.: Лань, 2003.- 368 с.

4. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учеб. пособие для вузов / Под ред. С.Е.Ушаковой.- М.: Радио и связь, 1986.- 256 с.

5. Технология конструкционных материалов: Учеб. пособие для вузов. В 2 т./ Под ред. А.М.Дальского.- М.: Машиностроение, 1998.

6. Технология СБИС. В 2 кн. Пер. с англ./ Под ред. С.Зи.- М.: Мир, 1986.- 786 с.

7. Машиностроение. Энциклопедия. Т.III-8. Технология, оборудование и системы управления в электронном машиностроении/ Под ред. Ю.В.Парфилова.- М.: Машиностроение, 2000.- 744 с.

8. Горохов В.А. Технология обработки материалов: Учеб. пособие для вузов.- Мн.: Беларуская навука, 2000.- 439 с.

9. Технология поверхностного монтажа: Учеб. пособие/ С.П. Кундас, А.П. Достанко и др.- Мн.: "Армита-Маркетинг, Менеджмент", 2000.- 350 с.

10. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах/ Под ред. В.Г. Журавского.- М.: Радио и связь, 1982.- 160 с.

11. Сборник задач и упражнений по технологии РЭА/ Под ред. Е.М. Парфёнова.- М.: Высш. шк., 1982.- 255 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

12. Ханке Х.И., Фабиан Х. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры.- М.: Энергия, 1980.- 464 с.

13. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры/ Под ред. А.П.Достанко, Ш.М.Чабдарева.- М.: Радио и связь, 1989.- 624 с.

14. Таруи Я. Основы технологии СБИС.- М.: Радио и связь, 1985.- 480 с.

15. Достанко А.П., Пикуль М.И., Хмыль А.А. Технология производства ЭВМ: Учебник.- Мн.: Выш. шк., 1994.- 347 с.

16. Гуськов Г.Я., Блинов Г.А., Газаров А.А. Монтаж микроэлектронной аппаратуры.- М.: Радио и связь, 1986.- 176 с.

17. Материалы микроэлектронной техники: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.А.Андреева.- М.: Радио и связь, 1989.- 349 с.

18. Материаловедение и конструкционные материалы/ Под ред. В.А.Белого.- Мн.: Выш. шк., 1989.- 461 с.

19. Гибкие автоматизированные производства. Управление технологичностью РЭА/ А.М.Войчинский и др.- М.: Радио и связь, 1987.- 272 с.

20. Технология конструкционных материалов: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. О.С.Комарова.- Мн.: Дизайн ПРО, 2002.- 416 с.

21. Машиностроение. Энциклопедия. Т. III-2. Технология заготовительных производств/ Под общ. ред. В.Ф.Мануйлова.- М.: Машиностроение, 1996.- 736 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова и др.- М.: Машиностроение, 2001.- 912, 944 с.

23. Машиностроение. Энциклопедия. Т. III-3. Технология изготовления деталей машин/ Под общ.ред.А.Г.Суслова.- М.: Машиностроение, 2000.- 840 с.

24. Глудкин О.П., Черняев В.Н. Анализ и контроль технологических процессов производства РЭА.- М.: Радио и связь, 1983.- 296 с.

25. Робототехника и гибкие автоматизированные производства/ Под ред. И.М.Макарова. В 9 кн.- М.: Высш. шк., 1986.

26. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ. Учебник для вузов.- М.: Высш. шк., 1991.- 416 с.

27. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Г.Н. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА.- М.: Радио и связь, 1982.- 160 с.

28. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник.- Мн.: Выш. шк., 1997.- 423 с.

29. Бутусов М.М. и др. Волоконно-оптические системы передачи.- М.: Радио и связь, 1992.- 414 с.

30. Боухьюз Г., Браат Дж. Оптические дисковые системы.- М.: Радио и связь, 1991.- 251 с.

31. Котов Е.П., Руденко М.И. Ленты и диски.- М.: Радио и связь, 1986.- 421 с.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ

32. Ланин В.Л., Хмыль А.А. Технология групповой пайки в производстве ИРЭ.- Мн.: МРТИ, 1992.- 61 с.

33. Максимов Б.Г., Тьяловский М.Д. Метод. указания по курсу МК и ТД РЭС. Ч.1: Классификация и основные свойства материалов РЭС.- Мн.: МРТИ, 1993.- 43 с.

34. Методические указания по курсу МК и ТД РЭС. Ч.2-5/ Б.Г.Максимов, Г.М.Шахлевич и др.- Мн.: БГУИР, 1993-1996.

35. Емельянов В.А., Ланин В.Л., Хмыль А.А. Технология печатных, многослойных и коммутационных плат.- Мн.: БГУИР, 1996.- 104 с.

36. Ланин В.Л. Технология сборки, монтажа и контроля в производстве электронной аппаратуры.- Мн.: Инпредо, 1997.- 64 с.

37. Ланин В.Л., Емельянов В.А., Хмыль А.А. Проектирование и оптимизация технологических процессов производства электронной аппаратуры.- Мн.: БГУИР, 1998.- 196 с.
38. Практические занятия по курсу «Технология изделий электронно-оптической техники»/ В.В.Шаталов и др.- Мн.: БГУИР, 1998.- 90 с.
39. Лабораторный практикум по курсу «Технология изделий электронно-оптической техники». Ч.1/ В.В.Шаталов и др.- Мн.: БГУИР, 1999.- 45 с.
40. Кундас С.П., Боженков В.В., Шахлевич Г.М. Методические указания "Разработка и оформление технологической документации на процессы производства РЭС и ЭВС". В 2 ч.- Мн.: МРТИ, 1991.
41. Емельянов В.А., Ланин В.Л., Хмыль А.А. Технология электрических соединений в производстве электронной аппаратуры.- Мн.: Бестпринт, 1997.- 113 с.
42. Кундас С.П., Ланин В.Л., Ануфриев Л.П. Моделирование технологических процессов производства РЭС: Учеб. пособие.- Мн.: БГУИР, 2000.- 155 с.
43. Технология обработки материалов. Метод. пособие по курсовому проектированию. Ч.1-2/ Г.М.Шахлевич и др.- Мн.: БГУИР, 2001.- 112 с.
44. Ланин В.Л. Практические занятия по дисциплинам «Технология РЭУ и автоматизация производства», «Конструирование и технология ЭОА».- Мн.: БГУИР, 2001.- 56 с.
45. Лабораторные работы по дисциплине «Материаловедение». Ч.1-2/ Г.М.Шахлевич и др.- Мн.: БГУИР, 2001.- 47 с., 2003.- 52 с.
46. Лабораторные работы по дисциплине «Технология обработки материалов», «Технология деталей РЭС». Ч.1/ Г.М.Шахлевич и др.- Мн.: БГУИР, 2000.- 43 с.
47. Материаловедение: Практикум/ В.В.Баранов, Г.М.Шахлевич, Е.В.Телеш.- Мн.: БГУИР, 2004.- 34 с.
48. Костюкевич А.А., Шахлевич Г.М. Технологические процессы изготовления типовых деталей электронной аппаратуры. В 2 ч. Ч.1. Технология изготовления осей, валов, втулок, зубчатых колес и многоосных деталей.- Мн.: БГУИР, 2002.- 86 с.
49. Грушецкий С.В. Учеб. пособие по дисциплине «ГПС, роботы и ГАП».- Мн.: БГУИР, 2002.- 62 с.
50. Практикум по дисциплинам «Технология обработки материалов», «Технология деталей РЭС», «Производственные технологии»/ А.П.Достанко, Г.М.Шахлевич, С.В.Бордусов, Е.В.Телеш.- Мн.: БГУИР, 2005.- 36 с.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочим планом дисциплины предусмотрено выполнение контрольной работы в каждом семестре. Варианты заданий указываются преподавателем индивидуально каждому студенту во время установочной сессии. Задание включает вопросы и задачи (выдаются отдельно) по основным разделам курса.

Выполнение контрольных работ предусматривает не только изучение студентами учебной и методической литературы, но и самостоятельную работу над справочной и специальной научно-технической литературой, патентными и рекламно-информационными источниками. Это позволит приобрести навыки оценки по технико-экономическим критериям правильности выбора материалов, технологии, оборудования, средств механизации и автоматизации при изготовлении ИРЭ в конкретных условиях производства.

Ответы на вопросы должны быть полными, отражать их сущность и поясняться рисунками, графиками и диаграммами (можно в виде ксерокопий). При решении задачи необходимо приводить расчетные формулы, расшифровывать условные обозначения величин, указывать единицы их измерения.

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

Данная контрольная работа выполняется в пятом семестре. Вопросы и задачи этой работы относятся к теоретическим основам технологической подготовки производства, физико-химическому материаловедению, конструкционным и электрорадиотехническим материалам, производству деталей конструктивной базы ИРЭ.

Конструктивно-технологические особенности ИРЭ, структура производственного и технологического процесса, системный подход к технологии, вопросы моделирования и оптимизации ТС рассмотрены в [1, 13, 15, 24 и 37], технологичность конструкций, технологическая подготовка производства и обеспечение точности в [1, 13, 19, 27, 34 и 42].

При рассмотрении агрегатного состояния вещества, химических связей, строения твердых тел и дефектов кристаллической решетки рекомендуется пользоваться [2, 3, 17 и 18]. При ответе дается характеристика химической связи, описание кристаллических решеток, классификация и схема дефектов, указывается влияние на свойства вещества. Должен быть рассмотрен состав основных функциональных, технологических и потребительских свойств материалов, связь между ними, показана методика выбора материала.

При освещении вопросов, касающихся механических, электрофизических, теплофизических, магнитных, технологических, триботехнических свойств и коррозионной стойкости материалов, следует руководствоваться [2, 3, 17, 18 и 33]. Должны быть рассмотрены физические основы и инженерные характеристики, описывающие свойства, классификация материалов (например, проводники, полупроводники и диэлектрики при рассмотрении электропроводности), приведены примеры характерных материалов каждой группы.

Данные по вопросам, относящимся к теме "Основы теории сплавов. Кристаллизация", приведены в [2 и 18]. Необходимо обратить внимание на движущие силы процесса, сущность понятия "переохлаждение" и влияние различных факторов процесса на структуру закристаллизованного металла. Ответ на вопрос по теории сплавов желательно дополнить анализом диаграммы состояния какого-либо сплава с указанием линий и точек, пределов растворимости компонентов, фаз и структур, объяснением изменения свойств от состава.

При подготовке ответов по теме "Конструкционные материалы на основе железа" используются данные [2 и 18]. Анализируется диаграмма состояния железо-углерод: фазовые и структурные составляющие, их состав, строение и свойства, превращения, происходящие при изменении концентрации и температуры и др. Должны быть рассмотрены физико-химические основы термической обработки, влияние углерода, постоянных и легирующих элементов на свойства сталей и чугунов. Кроме принципов их классификации и маркировки необходимо привести расшифровку химического состава и назначение легирующих элементов, основные свойства, возможные методы упрочнения и др.

По теме "Сплавы цветных металлов и композиты" [2 и 18] структура ответа должна быть аналогичной. Кроме этого, рассматриваются физико-химические основы упрочняющей обработки сплава или принципы упрочнения композита, области применения соответствующего материала.

Подобная структура ответа рекомендуется и по теме "Неметаллические конструкционные материалы" [2, 3, 17 и 18]. Обязательно должны быть описаны основные физико-химические и механические свойства соответствующей группы материалов, технология их получения и обработки, применение в ИРЭ.

Теоретические вопросы и подходы к решению задач по темам, относящимся к электрорадиотехническим материалам, исчерпывающе изложены в [3, 17, 47 и 50]. Наибольшее внимание следует уделять рассмотрению основных функциональных свойств группы или конкретного материала, применению их в ИРЭ, методам получения требуемых эксплуатационных характеристик.

Вопросы по темам раздела «Производство деталей конструктивной базы ИРЭ» подробно изложены в [4, 5, 20, 21, 22, 23, 34, 43, 46 и 48], подходы к решению задач в [22, 34 и 50]. Рассматривая метод формообразования или чистой обработки, надо обязательно указывать его разновидности, технологические возможности, схемы, режимы, оборудование, инструмент, оснастку или станочные приспособления. Для резания важно показать сущность явлений в зоне обработки, методы формообразования, порядок назначения или расчета режимов. Также указываются материалы, технологичные для данного вида обработки.

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

Данная контрольная работа выполняется в шестом семестре. Вопросы и задачи этой работы относятся к технологии изделий интегральной электроники и производства радиоэлектронных систем.

Общие сведения по темам первого раздела можно получить из книги «Электроника: Энциклопедический словарь»/ Гл. ред. В.Г.Колесников.- М.: Сов. энциклопедия, 1991.- 688 с. Конструктивно-технологические особенности изделий рассматриваются в [6, 7, 15, 26], материалы, технологические среды и базовые операции планарной технологии в [3, 6, 7, 15, 17, 38 и 39]. Подробно об основных операциях и типовых ТП изготовления изделий интегральной электроники сказано в [6, 7, 14, 16 и 26]. Ответы на вопросы по теме «Изготовление радиоэлементов и электровакуумных приборов» можно найти в [4, 7 и 26], а технология волоконно-оптических и запоминающих устройств изложена в [12, 15, 26, 29-31]. Образцы решения задач – в [6, 11 и 38].

В ответ рекомендуется включать иллюстративный материал, поясняющий этапы ТП, топологию изделий, физические принципы работы изделий и методов обработки. Желательно приводить типовые ТП и режимы основных операций.

Раздел “Технология радиоэлектронных систем” посвящен изучению методов сборки, монтажа, защиты от внешних воздействий, настройки, регулировки и контроля ИРЭ. Также рассматривается изготовление печатных и коммутационных плат, методы и средства комплексной автоматизации проектирования и производства ИРЭ, классификация и основные виды оборудования. Вопросы по трем первым темам, касающиеся основных методов создания механических и электрических соединений, рассмотрены в [1, 12, 13, 16, 26, 28, 32 и 41]. Технологии намоточных изделий, печатных и коммутационных плат, сборке, монтажу и герметизации блоков ИРЭ посвящены [1, 9, 12, 13, 16, 35, 36].

Процессы контроля, настройки, регулировки описаны в [1, 12, 13, 24, 36], а оборудование, методы и средства автоматизации – в [1, 10, 13, 19, 25 и 49]. Примеры решения задач по тематике раздела можно найти в [11, 15, 44].

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вариант 1

1. Химическая связь. Влияние типа химической связи на свойства вещества. Агрегатные состояния.
2. Конструкторская подготовка производства (КПП). Основные этапы КПП и их содержание.
3. Задача.

Вариант 2

1. Строение твердых тел (аморфные, стеклообразные и кристаллические вещества). Характеристики кристаллов.
2. Этапы и содержание технологической подготовки производства (ТПП). Функции, состав и структура Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).
3. Задача.

Вариант 3

1. Классификация свойств материалов. Основные функциональные, технологические и потребительские характеристики.
2. Холодная листовая штамповка, разделительные операции. Раскрой, расчет усилий, проектирование оснастки.
3. Задача.

Вариант 4

1. Механические свойства конструкционных материалов в условиях статического нагружения (прочность, пластичность, твердость). Виды статических испытаний.
2. Производственный и технологический процессы. Классификация ТП (по виду, назначению, унификации, детализации и др.).
3. Задача.

Вариант 5

1. Циклические и динамические испытания. Длительная прочность материалов. Механизмы разрушения (хрупкое, вязкое, усталостное).
2. Структура ТП. Технологическая операция и ее элементы. Оптимизация структуры ТП по критериям трудоемкости и себестоимости.
3. Задача.

Вариант 6

1. Упругая и пластическая деформация. Механизмы пластической деформации. Внутренние напряжения и деформации. Текстура. Наклеп.
2. Технологичность конструкции изделия. Показатели ТКИ (основные, дополнительные, базовые). Комплексный показатель технологичности.
3. Задача.

Вариант 7

1. Рекристаллизация металлов и сплавов. Стадии рекристаллизации. Холодная и горячая обработка давлением. Сверхпластичность.
2. Отработка изделия на технологичность. Последовательность анализа технологичности конструкции изделия.
3. Задача.

Вариант 8

1. Электрофизические свойства материалов (электропроводность, поляризация, пробой, диэлектрические потери). Проводники, полупроводники, диэлектрики.
2. Технологическое обеспечение качества изделий. Показатели качества продукции.
3. Задача.

Вариант 9

1. Теплофизические свойства материалов (тепlostойкость, жаропрочность, хладоломкость, тепло- и температуропроводность, тепловое расширение и др.).
2. Точность производства - основной показатель качества. Технологическое обеспечение точности. Точность и устойчивость ТП.
3. Задача.

Вариант 10

1. Коррозионная стойкость и триботехнические характеристики материалов. Механизмы коррозии и износа. Защита от коррозии.
2. Производственные погрешности (теоретические, настройки, установки, обработки и др.). Методы анализа производственных погрешностей.
3. Задача.

Вариант 11

1. Магнитные свойства материалов. Ферро- и ферромагнетики. Поведение сильномагнитных материалов в постоянных и переменных полях. Петля гистерезиса.
2. Тип производства. Коэффициент закрепления операций. Организационно-технические особенности различных типов производства.
3. Задача.

Вариант 12

1. Технологические свойства материалов (обрабатываемость резанием, давлением, литейные характеристики и др.).
2. Разработка технологических процессов, основные положения. Исходная информация для разработки ТП.
3. Задача.

Вариант 13

1. Первичная и вторичная кристаллизация. Параметры, механизмы, зародышеобразование. Влияние режимов кристаллизации и внешних воздействий на характер роста и структуру кристалла.
2. Этапы проектирования ТП: анализ исходных данных, выбор унифицированного ТП. Конструкторско-технологический код изделия.
3. Задача.

Вариант 14

1. Основы теории двойных сплавов. Фазы сплавов. Основные превращения. Диаграммы состояния. Связь между структурой и свойствами сплавов.
2. Этапы проектирования ТП: выбор исходной заготовки и методов ее получения, базы и схемы базирования.
3. Задача.

Вариант 15

1. Свойства железа. Основные фазы и структуры сплавов железо–углерод. Их свойства, строение и условия существования.
2. Этапы проектирования ТП: составление технологического маршрута, выбор технологического оборудования, оснастки и приспособлений.
3. Задача.

Вариант 16

1. Диаграмма состояния железо-углерод. Основные фазовые превращения сплавов Fe-C. Стали и чугуны.
2. Этапы проектирования ТП: разработка технологических операций, расчет припусков под обработку и промежуточных размеров.
3. Задача.

Вариант 17

1. Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на структуру и свойства сталей и чугунов. Раскисление.
2. Этапы проектирования ТП: нормирование технологического процесса. Производительность обработки. Дифференциация и концентрация технологических операций.
3. Задача.

Вариант 18

1. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей и чугунов. Ферритные и аустенитные элементы.
2. Этапы проектирования ТП: расчет трудоемкости и технологической себестоимости изготовления изделий.
3. Задача.

Вариант 19

1. Основные превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Основы термообработки сталей.
2. Контроль размеров и физических параметров деталей.
3. Задача.

Вариант 20

1. Конструкционные стали, классификация и маркировка. Углеродистые и легированные стали общего назначения.
2. Состав и правила заполнения технологических документов (на примере маршрутной карты).
3. Задача.

Вариант 21

1. Чугуны. Фазовый состав, структура, свойства. Классификация, маркировка и назначение чугунов.
2. Обработка резанием: явления в зоне обработки (наростообразование, тепловыделение, наклеп и деформации, износ инструмента и др.).
3. Задача.

Вариант 22

1. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Композиционные и порошковые материалы на металлической основе.
2. Токарная обработка: режимы, технологические схемы, возможности, станочные приспособления, инструмент.
3. Задача.

Вариант 23

1. Классификация, эксплуатационные характеристики и области применения магнитных материалов. Особенности строения и свойств ферромагнетиков.
2. Резьбо- и зубонарезание: виды резьбы и зубчатых профилей, технология, оборудование, приспособления, инструмент.
3. Задача.

Вариант 24

1. Магнитные материалы специализированного назначения (с ППГ, СВЧ-диапазона, магнитострикционные и др.).
2. Обработка давлением, общие характеристики прокатки,ковки, волочения, прессования, объемной и листовой штамповки. Сортамент проката.
3. Задача.

Вариант 25

1. Диэлектрические материалы. Эксплуатационные свойства, классификация. Диэлектрические газы и жидкости.
2. Холодная листовая штамповка, формообразующие операции.
3. Задача.

Вариант 26

1. Неорганические диэлектрики (стекла, ситаллы, керамика, монокристаллические диэлектрики, слюда и др.).
2. Литейные процессы: общая характеристика и классификация методов. Оборудование и оснастка.
3. Задача.

Вариант 27

1. Полупроводниковые соединения (A^3B^5 , A^2B^6 , A^4B^4 и др.). Свойства, получение, применение. Твердые растворы полупроводников.
2. Электрофизические методы, основанные на импульсном механическом воздействии (ультразвуковая, магнитоимпульсная, электрогидравлическая).
3. Задача.

Вариант 28

1. Материалы электровакуумного производства, криогенные материалы, сверхпроводники.
2. Размерная и отделочно-упрочняющая обработка методами поверхностного пластического деформирования.
3. Задача.

Вариант 29

1. Структуры сорбита и троостита. Мартенситное и бейнитное превращения. Термокинетическая диаграмма.
2. Качество поверхности деталей. Шероховатость, ее параметры и обозначение. Влияние шероховатости на эксплуатационные характеристики деталей.
3. Задача.

Вариант 30

1. Отжиг, нормализация и закалка сталей. Виды, назначение, режимы. Закаливаемость и прокаливаемость.
2. Методы и оборудование для измерения шероховатости поверхности.
3. Задача.

Вариант 31

1. Превращения закаленной стали при отпуске и старении. Виды, режимы и назначение отпуска.
2. Классификация и общая характеристика процессов формообразования и упрочняюще-чистовой обработки.
3. Задача.

Вариант 32

1. Химико-термическая (ХТО) и механотермическая (МТО) и термомеханическая (ТМО) обработки сталей.
2. Единая система технологической документации (ЕСТД). Виды технологических документов, правила их кодирования и заполнения.
3. Задача.

Вариант 33

1. Конструкционные стали специального назначения (высокопрочные, пружинные, коррозионно- и износостойкие, жаропрочные и др.).
2. Обработка резанием: схемы обработки, движения резания, методы формообразования, режимы резания.
3. Задача.

Вариант 34

1. Инструментальные стали и твердые сплавы. Стали с особыми физико-химическими свойствами (криогенные, электровакуумные и др.).
2. Обработка резанием: виды и параметры инструмента (на примере токарного резца), стружкообразование, силы резания.
3. Задача.

Вариант 35

1. Медь и ее сплавы. Классификация, состав, свойства и применение латуней и бронз.
2. Состав и правила заполнения технологических документов (на примере маршрутной карты).
3. Задача.

Вариант 36

1. Алюминий и его сплавы. Классификация, состав, свойства и применение деформируемых и литейных сплавов алюминия. Механизм дисперсионного твердения.
2. Обработка резанием: расчет и назначение режимов обработки при точении, сверлении, фрезеровании и шлифовании.
3. Задача.

Вариант 37

1. Неорганические конструкционные материалы (стекла, ситаллы, окисная и бескислородная керамика, силикаты и др.).
2. Сверление, зенкерование, развертывание и растачивание: схемы обработки, технологические возможности, режимы, оборудование, приспособления, инструмент.
3. Задача.

Вариант 38

1. Конструкционные материалы на основе высокомолекулярных соединений (полимеры, пластмассы, силовые пластики и др.). Состав, свойства, применение.
2. Фрезерование: схемы обработки, технологические возможности, режимы, оборудование, станочные приспособления, инструмент.
3. Задача.

Вариант 39

1. Элементарные полупроводники (германий, кремний и др.). Свойства, получение, применение. Эпитаксиальные структуры кремния.
2. Электрофизическая обработка (электроэрозионная, лазерная, электронно-лучевая, плазменная).
3. Задача.

Вариант 40

1. Магнитно-мягкие материалы (железо и его сплавы, пермаллой, альсиферы, ферриты, магнитодиэлектрики и др.).
2. Шлифование: технологические особенности, схемы и режимы обработки, оборудование, станочные приспособления, инструмент.
3. Задача.

Вариант 41

1. Материалы - носители цилиндрических магнитных доменов, аморфные магнитные материалы и ферромагнитные жидкости.
2. Моделирование ТП методом планирования многофакторного эксперимента. Применение уравнения регрессии для оптимизации ТП.
3. Задача.

Вариант 42

1. Магнитно-твердые материалы (литые, порошковые, высококоэрцитивные, ферритные и др.). Свойства, классификация, применение.
2. Отделочные операции лезвийной и абразивной обработки (протягивание, полирование, притирка, хонингование, суперфиниш и др.).
3. Задача.

Вариант 43

1. Активные диэлектрики (сегнето-, пьезо-, пироэлектрики и др.). Свойства, классификация, применение.
2. Литье в землю, в кокиль, по выплавляемым моделям.
3. Задача.

Вариант 44

1. Диэлектрики на основе полимеров и пластмасс, компаунды, лаки, волокнистые пропитанные и непропитанные материалы.
2. Листовая штамповка, комбинированные и штамповочные операции. Точная штамповка и штамповка листовых пластмасс.
3. Задача.

Вариант 45

1. Резистивные материалы (металлические сплавы, керметы и др.). Термопарные сплавы. Проводящие модификации углерода.
2. Керамическая технология и порошковая металлургия. Изготовление радиокерамических деталей штамповкой, выдавливанием, литьем.
3. Задача.

Вариант 46

1. Основные превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Основы термообработки сталей.
2. Изготовление деталей из пластмасс (прямое и литьевое прессование, литье под давлением, формование, обработка резанием).
3. Задача.

Вариант 47

1. Полупроводниковые материалы. Свойства, классификация, применение. Аморфные и органические полупроводники.
2. Литье под давлением, центробежное литье. Методы непрерывного литья.
3. Задача.

Вариант 48

1. Металлы высокой проводимости и благородные металлы. Припой и флюсы.
2. Назначение, разновидности и основные операции ТП нанесения гальванических покрытий.
3. Задача.

Вариант 49

1. Технологические системы и их основные характеристики (структура, функциональные свойства, показатели эффективности и др.). Управление ТС.
2. Технология изготовления точных деталей типа валов и осей. Типовые ТП, оборудование, приспособления.
3. Задача.

Вариант 50

1. Математическое моделирование ТС, ТП и технологических операций. Методы и критерии их оптимизации. Технологическая оптимизация.
2. Электрохимическая обработка (анодные и катодные процессы). Методы комбинированной обработки.
3. Задача.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Вариант 1

1. Конструктивно технологические особенности поколений ИРЭ. Характеристики современных ИРЭ как объекта производства. Проблемы технологии ИРЭ.
2. Технология изготовления диэлектрических и полупроводниковых подложек.
3. Задача.

Вариант 2

1. Сборочные работы. Технологические схемы сборки ИРЭ. Методика проектирования ТП сборки.
2. Виды намоточных изделий, классификация обмоток по конструктивно-технологическим признакам, расчет и изготовление обмоток.
3. Задача.

Вариант 3

1. Комплексная автоматизация проектирования и производства ИРЭ. Основные понятия и определения. Пути комплексной автоматизации.
2. Технология изготовления корпусов полупроводниковых приборов и ИС (металлостекляных, керамических, пластмассовых и др.).
3. Задача.

Вариант 4

1. Сварочные процессы: физико-химические основы, назначение и разновидности. Создание неразъемных соединений ИРЭ методами сварки.
2. Изготовление ленточных, пластинчатых и массивных магнитопроводов.
3. Задача.

Вариант 5

1. Пайка в технологии создания неразъемных и электрических соединений. Сущность процесса, разновидности пайки, контроль качества паяных соединений.
2. Конструктивно-технологические особенности и основные этапы ТП изготовления магнитных дисков и карт.
3. Задача.

Вариант 6

1. Технология создания неразъемных соединений клепкой, развальцовкой, запрессовкой и др.
2. Конструктивно-технологические особенности и содержание ТП изготовления магнитных лент для аудио- и видеозаписи.
3. Задача.

Вариант 7

1. Электромонтаж радиоаппаратуры. Классификация, технологические особенности, типовые ТП электромонтажа.
2. Классификация коммутационных и печатных плат. Материалы, конструктивно-технологические особенности, методы изготовления.
3. Задача.

Вариант 8

1. Методика и принципы построения ТП настройки и регулировки ИРЭ. Техническая диагностика (основные методы поиска неисправностей).
2. Технология изготовления контактных и упругих элементов изделий радиоэлектроники.
3. Задача.

Вариант 9

1. Оптимизация технологических процессов по себестоимости и производительности. Размер критической партии.
2. Технология изготовления зубчатых и червячных колес методами обработки резанием и накатывания.
3. Задача.

Вариант 10

1. ТП подготовки выводов электрорадиоэлементов к монтажу, установка ЭРЭ и ИС на печатные платы. Особенности поверхностного монтажа.
2. Технология изготовления волноводов и полосковых линий передач СВЧ-устройств.
3. Задача.

Вариант 11

1. Расчет загрузки оборудования. Проектирование однопредметной точной линии. Планирование производственного участка.
2. Приборы на поверхностных акустических волнах: принцип действия, разновидности, конструктивное исполнение, технология.
3. Задача.

Вариант 12

1. Технология клеевых соединений в производстве ИРЭ: физико-химические основы, классификация и характеристики методов. Конструкции соединений. Клеи.
2. Изготовление печатных плат. Общая характеристика методов. Формирования рисунка ПП методами сеткографии, офсетной и трафаретной печати.
3. Задача.

Вариант 13

1. Классификация методов формирования электрических соединений и их характеристика. Физико-технологические основы электромонтажной пайки и сварки.
2. Методы формирования рисунка печатных плат: сеткографический, офсетной и трафаретной печати.
3. Задача.

Вариант 14

1. Физико-технологические основы и технические показатели накрутки и обжимки. Содержание ТП, контроль и испытания соединений.
2. Фотолитографические методы формирования рисунка печатных плат.
3. Задача.

Вариант 15

1. Физико-технологические основы формирования механических соединений. Методы создания разъемных и неразъемных соединений ИРЭ и их показатели.
2. Технология печатных плат, травление меди с пробельных мест.
3. Задача.

Вариант 16

1. Резьбовые соединения, разновидности, технология, расчет усилия затяжки и методы стопорения.
2. Технология изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным негативным методом.
3. Задача.

Вариант 17

1. Технологическая точность выходных параметров сборочных единиц. Методы обеспечения точности сборки (взаимозаменяемость, подгонка, регулировка и др.).
2. Технология изготовления односторонних печатных плат.
3. Задача.

Вариант 18

1. Сборка и монтаж микросборок (проволочный, на основе жестких выводов, лент-носителей, кристаллодержателей и др.). Механическое крепление компонентов.
2. Технология изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным негативным методом.
3. Задача.

Вариант 19

1. ТП группового монтажа. Поверхностный монтаж. Сборка и монтаж микросборок СВЧ-диапазона.
2. Технология изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом.
3. Задача.

Вариант 20

1. Сборка и монтаж блоков ИРЭ. Сборка несущих конструкций, технология внутриблочного монтажа (кабелями, жгутами, лентами и др.).
2. Базовые ТП изготовления полупроводниковых лазеров, излучательных диодов, фотоприемников, усилителей и др.
3. Задача.

Вариант 21

1. Элементы полупроводниковых ИС: диодные, резисторные и конденсаторные структуры различного исполнения.
2. Разновидности волоконных световодов. CVO-процесс изготовления кварцевых волоконных световодов.
3. Задача.

Вариант 22

1. Классификация и основные характеристики методов герметизации. Физико-технологические основы процессов пропитки, заливки, обволакивания.
2. Технология изготовления плат микроэлектронной аппаратуры (керамических, металлических, полимерных и др.).
3. Задача.

Вариант 23

1. Базовые методы изготовления тонкопленочных гибридных интегральных схем. Обобщенный технологический маршрут.
2. Плазменные процессы внутреннего и внешнего осаждения при изготовлении кварцевых волоконных световодов.
3. Задача.

Вариант 24

1. Методы формирования диэлектрических, масочных и защитных слоев в полупроводниковых структурах.
2. Предварительная обработка и экспозиция диска-оригинала при изготовлении компакт-дисков. Схема записи.
3. Задача.

Вариант 25

1. Технологический прогон. Методы определения зависимости параметров потока отказов. Организация ускоренного прогона.
2. Принципы и конструктивно-технологические особенности устройств для магнитооптической записи.
3. Задача.

Вариант 26

1. Виды организации и планировки производственных участков и цехов. Расчет их организационно-технических и технико-экономических показателей.
2. Функциональное назначение, типовые конструкции и технология изготовления приборов с зарядовой связью (ПЗС).
3. Задача.

Вариант 27

3. Металлизация в технологии ИС (резистивное и электронно-лучевое испарение, магнетронное и ионно-лучевое распыление и др.).
4. Конструкции и технология изготовления магнитных элементов из ферритов.
3. Задача.

Вариант 28

1. Назначение, классификация и содержание основных видов испытаний полупроводниковых приборов и ИС.
2. Классификация, назначение и основные разновидности станочных приспособлений для обработки деталей резанием.
3. Задача.

Вариант 29

1. Методика и принципы построения ТП настройки и регулировки ИРЭ. Техническая диагностика (основные методы поиска неисправностей).
2. Технология изготовления волноводов и полосковых линий передач СВЧ-устройств.
3. Задача.

Вариант 30

1. Классификация, конструктивно-технологические и функциональные особенности изделий микроэлектроники.
2. Конструктивно-технологические особенности и основные этапы ТП изготовления магнитных дисков и карт.
3. Задача.

Вариант 31

1. Групповые методы пайки печатных плат. Демонтаж ЭРЭ и ИС. Контроль качества сборочно-монтажных работ.
2. Технология элементов ЗУ с ферролаковым рабочим слоем. Растворители и диспергаторы.
3. Задача.

Вариант 32

1. Элементы полупроводниковых приборов и ИС: биполярные транзисторные структуры.
2. Технологический процесс изготовления двухсторонних печатных плат аддитивным, полуаддитивным и комбинированным позитивным методом.
3. Задача.

Вариант 33

1. Элементы полупроводниковых приборов и ИС: МОП- (МДП)-структуры.
2. Оптимизация технологических процессов по себестоимости и производительности. Размер критической партии.
3. Задача.

Вариант 34

1. Сборка и монтаж блоков ИРЭ. Сборка несущих конструкций, технология внутриблочного монтажа (кабелями, жгутами, лентами и др.).
2. Разновидности и характеристики многослойных печатных плат и основные методы их изготовления.
3. Задача.

Вариант 35

1. Входной контроль ЭРЭ. Сборка и монтаж функциональных ячеек типовых элементов замены (ТЭЗ).
2. ТП изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий и выступающих выводов.
3. Задача.

Вариант 36

1. Контроль, классификация, назначение, место в структуре ТП. Глубина, точность и достоверность контроля. Особенности контроля монтажно-сборочных работ.
2. Неразъемные и разъемные оптические соединения, ответвители и разветвители. Конструкции и технология изготовления.
3. Задача.

Вариант 37

1. Регулировочные операции в структуре ТП. Построение и организация работ. Методы плавной, активной, плавной и дискретной регулировки.
2. Конструктивно-технологические характеристики и основные стадии ТП изготовления устройств на жидких кристаллах.
3. Задача.

Вариант 38

1. Токопроводящие системы полупроводниковых и гибридных ИС, материалы, топология, основные операции.
2. МСУП-процесс изготовления кварцевых волоконных световодов. Принципы построения оборудования для его реализации.
3. Задача.

Вариант 39

1. Технологические испытания. Назначение, виды, методы и средства климатических, механических и надежность испытаний.
2. Полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе.
3. Задача.

Вариант 40

1. Типовой технологический процесс изготовления планарно-эпитаксиального транзистора.
2. Технологическая точность выходных параметров сборочных единиц. Методы обеспечения точности сборки (взаимозаменяемость, подгонка, регулировка и др.).
3. Задача.

Вариант 41

1. Организация автоматизированного проектирования ТП и систем производства. САПР ТП, структура, состав технического, программного и информационного обеспечения.
2. Методы получения герметичных соединений. Материалы для герметизации и их технологические свойства.
3. Задача.

Вариант 42

1. Классификация и основные виды технологического оборудования для производства ИРЭ. Особенности автоматических линий. Планировка и расчет линий сборки и сборочных конвейеров.
2. ТП подготовки выводов электрорадиоэлементов к монтажу, установка ЭРЭ и ИС на печатные платы. Особенности поверхностного монтажа.
3. Задача.

Вариант 43

1. Легирование и ионная имплантация в технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем.
2. Роботизированные технологические комплексы (РТК). Классификация и основные характеристики промышленных роботов.
3. Задача.

Вариант 44

1. Электромонтаж радиоаппаратуры. Классификация, технологические особенности, типовые ТП электромонтажа.
2. Гибкие производственные системы (ГПС), принципы их построения и функционирования. Особенности организации производства в условиях ГПС.
3. Задача.

Вариант 45

1. Базовые методы изготовления полупроводниковых приборов и ИС. Обобщенный технологический маршрут.
2. Классификация, построение и функционирование автоматизированных систем управления ТП (АСУТП).
3. Задача.

Вариант 46

1. Методы формирования топологии функциональных слоев в полупроводниковых структурах (литография).
2. Конструктивно-технологические особенности и содержание ТП изготовления магнитных лент для аудио- и видеозаписи.
3. Задача.

Вариант 47

1. Сборка и герметизация полупроводниковых приборов и ИС.
2. Конструкции и технология функциональных узлов микросборок на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД).
3. Задача.

Вариант 48

1. Газовая и жидкофазная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем.
2. Физико-технологические основы и технические показатели намотки и обжимки. Содержание ТП, контроль и испытания соединений.
3. Задача.

Вариант 49

1. Классификация, конструктивно-технологические особенности и ТП производства основных групп дискретных ЭРЭ (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, коммутационных устройств).
2. Источники дефектности изделий МЭ. Планарная технология, сущность и основные операции.
3. Задача.

Вариант 50

1. Физические основы функционирования, назначение и технология изготовления электронно-вакуумных приборов (усилительных и генераторных ламп, фотоумножителей, средств отображения информации и др.).
2. Получение сверхчистых структурно-совершенных полупроводниковых материалов. Технологические среды, используемые в производстве изделий интегральной электроники.
3. Задача.

Учебное издание

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов специальностей
«Экономика и управление на предприятии»,
«Маркетинг»
заочной формы обучения

Составители:
Шахлевич Григорий Михайлович,
Собчук Николай Сергеевич

Редактор Е.Н. Батурчик

Подписано в печать 21.04.2005.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,5.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 200 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,21.
Заказ 26.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0133108 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровка, 6