

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 05 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
«Технология конструктивных элементов электронных средств»

Направление подготовки: 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Профиль подготовки - "Проектирование и технология электронных средств"

Уровень высшего образования: академический бакалавриат

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед, /час	Лек- ций, час.	Практ. занятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз/зачёт)
7	5/180	10	-	8	135	Экзамен (27час.)
<b>Итого:</b>	5/180	10	-	8	135	Экзамен (27час.)

Владимир, 2016

*Мед*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Технология конструктивных элементов электронных средств» являются:

- формирование у студентов знаний о способах формообразования конструктивных элементов, структуре и содержании технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств, способах обеспечения технологичности конструкций деталей;

- приобретение студентами навыков анализа технологичности конструкций и проектирования технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств;

- формирование представлений о взаимосвязи процессов конструкторского и технологического проектирования изделий, роли технологии в обеспечении качества электронных средств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технология конструктивных элементов электронных средств» относится к вариативной части ОПОП ВО (код Б1.В.ДВ.7.1, дисциплина по выбору) и изучается в 7 семестре. Необходимые для освоения дисциплины знания, умения и готовности обучающегося приобретаются в результате изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Физико-химические процессы в технологии электронных средств», «Физические основы материаловедения». Освоение данной дисциплины необходимо для изучения курсов «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек электронных средств», «Технология производства электронных средств», «Технологическая подготовка и сопровождение производства электронных средств».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Коды компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<b>Владеть:</b> навыками поиска и использования источников информации для анализа исходных данных для проектирования технологического процесса изготовления детали
ПК-5	Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств	<b>Знать:</b> методы изготовления конструктивных элементов электронных средств, особенности их проектирования в зависимости от метода изготовления. <b>Уметь:</b> анализировать и учитывать технологические ограничения в процессе проектирования деталей

ПК-10	Способность выполнять работы по технологической подготовке производства	<p><b>Знать:</b> сущность технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств, основы организации технологических процессов, виды технологической документации</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять анализ технологичности конструктивных элементов электронных средств, разрабатывать структуру технологических процессов, осуществлять выбор средств технологического оснащения процессов изготовления</p>
ПК-15	Готовность выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов и материалов	<p><b>Знать:</b> параметры технологических процессов</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Основы построения технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств	7		4		8		50		2,4/20	
2	Технологические процессы формообразования конструктивных элементов электронных средств	7		4				60		1/25	
3	Технологические процессы упрочняющей обработки, нанесения покрытий и надписей	7		2				25		0,4/20	
Всего:		7		10		8		135		3,8/21	Экзамен (27час.)

#### **4.1. Теоретический курс: содержание разделов и тем дисциплины**

##### **Раздел 1. Основы построения технологических процессов изготовления конструктивных электронных средств**

###### ***1.1. Технологический процесс: основные понятия и определения***

Технология, технологический и производственный процессы. Виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. Изделия основного и вспомогательного производства. Основные и вспомогательные производственные процессы. Операция как часть технологического процесса. Структурные элементы операции: установ, позиция, переход, проход, приём. Рабочее место и средства технологического оснащения (оборудование, приспособления, инструмент). Наладка и подналадка. Производственный цикл, цикл технологической операции, такт выпуска и ритм выпуска.

###### ***1.2. Типы производства и способы организации производственных процессов***

Структура технологического процесса изготовления конструктивных элементов электронных средств. Концентрированные и дифференцированные технологические процессы, их преимущества и недостатки. Типы производства и коэффициент закрепления операций. Серия и партия. Единичное, мелко- и крупносерийное и массовое производство. Влияние типа производства на его организацию, производительность, выбор технологического оборудования и требования к квалификации работников.

###### ***1.3. Технологическая документация и её виды***

Основные и вспомогательные технологические документы, содержание и правила исполнения. Маршрутная карта. Операционная карта. Карта эскизов и схем. Технологическая инструкция. Ведомость оснастки. Комплектность технологических документов в зависимости от стадии разработки изделия. Кодирование технологических документов в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД

###### ***1.4. Технологичность конструкции изделия***

Понятие и виды технологичности конструкции изделия. Качественная и количественная оценка технологичности. Виды, классификация и применение показателей технологичности. Основные и дополнительные показатели технологичности. Методика расчёта комплексного показателя технологичности детали. Отработка деталей на технологичность на различных этапах жизненного цикла.

###### ***1.5. Проектирование технологического процесса изготовления деталей***

Исходные данные для проектирования технологического процесса изготовления детали. Содержание работ по проектированию технологического процесса изготовления детали: установление структуры процесса; выбор заготовок; расчёты припусков и промежуточных размеров; выбор оборудования, приспособлений и рабочего инструмента; расчёт погрешностей и выбор установочных баз; выбор измерительного и контрольного инструмента. Типовые и групповые технологические процессы, их эффективность и применение.

##### **Раздел 2. Технологические процессы формообразования конструктивных элементов электронных средств**

###### ***2.1 Классификация процессов изготовления деталей***

Классификация процессов изготовления деталей электронных средств. Виды формообразования и технологические процессы получения заготовок. Процессы размерной и неразмерной обработки. Технологические процессы упрочняющей обработки. Процессы отделки поверхностей. Технологические процессы получения защитных и декоративных покрытий.

###### ***2.2. Технологические процессы изготовления деталей из расплавов***

Физические основы литейного производства; особенности заливки форм при свободном литье и литье под низким и высоким давлением. Классификация технологических процессов литья: литьё в кокиль, под давлением, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, центробежное литьё, вытягиванием из расплава, по жидким самотвердеющим

смесям, штамповка жидкого металла. Описание техпроцесса, литейные материалы, формы, технологические возможности и ограничения, особенности проектирования деталей; применимость метода.

### ***2.3. Технологические процессы изготовления керамических деталей***

Структура технологического процесса изготовления керамических деталей.

Методы формообразования заготовок. Описание техпроцессов, оборудование, формы, особенности подготовки сырья; технологические возможности и ограничения, особенности проектирования деталей; применимость метода. Механическая обработка необожжённых заготовок. Сушка и пропитка заготовок. Обжиг. Оборудование для обжига. Механическая обработка после предварительного и окончательного обжига.

Глазурование керамических деталей. Описание техпроцесса Металлизация керамических заготовок. Подготовка поверхности детали, пасты для вжигания, методы нанесения и их применимость; сушка и вжигание.

### ***2.4. Технологические процессы изготовления деталей из металлических порошков, ферромагнитных порошковых материалов и ферритов***

Структура технологического процесса изготовления деталей из металлических порошков (металлокерамика); горячее и холодное прессование. Получение металлических порошков: механические и химические методы. Дополнительные операции: отжиг, просеивание и смешивание порошков. Холодное прессование с последующим спеканием. Особенности оборудования и средств технологического оснащения. Спекание. Особенности оборудования и оснастки для горячего прессования. Дополнительные операции последующей обработки металлокерамических деталей. Калибровка, механическая обработка, пропитка, покрытие. Особенности проектирования металлокерамических деталей. Особенности подготовки сырья и технологических процессов изготовления деталей из ферромагнитных порошков и ферритовых деталей.

### ***2.5. Технологические процессы изготовления деталей из пластмасс и магнитодиэлектриков***

Обеспечение технологичности изделий из пластмасс. Назначение и возможности армирования, обеспечение надёжного сцепления арматуры с основным материалом. Технологические процессы и их особенности. Свободное литьё. Прямое (компрессионное) прессование. Холодное прессование реактопластов. Литьё под давлением и литьевое прессование. Экструзия. Вакуумное и пневмоформование; центробежное формование; контактное формование деталей с волоконным армированием. Применяемые материалы, оборудование, технологические возможности и ограничения. Механическая обработка и способы соединения деталей из пластмасс. Изготовление деталей из магнитодиэлектриков. Применяемые материалы, особенности подготовки сырья и технологических процессов.

### ***2.6. Технологические процессы изготовления деталей обработкой давлением***

Физические основы обработки давлением; особенности деформирования и разрушения материалов при обработке давлением при нормальной и высокой температурах. Холодная штамповка деталей из листовых материалов. Разделительные и формообразующие операции холодной штамповки. Обеспечение точности, технологические возможности и ограничения, особенности проектирования деталей. Операции объёмной штамповки. Копирование. Комбинированная штамповка. Бесштамповая обработка давлением. Сверхскоростные методы обработки давлением. Описание операций, технологические преимущества, возможности и ограничения. Сверхпластичное формование деталей из нагретых листовых материалов.

### ***2.7. Изготовление деталей механической обработкой***

Физические основы обработки резанием. Основные параметры процесса резания. Виды оборудования. Обработка точением (токарная обработка). Основные операции, оборудование и инструмент; технологические возможности и ограничения. Фрезерование, строгание, долбление и протягивание, сверление, зенкерование, развёртывание, нарезание

резьб. Основные операции, оборудование и инструмент; технологические возможности и ограничения. Шлифование и чистовые (финишные) методы обработки поверхности (хонингование, суперфиниширование, притирка брусками, полирование, притирка, струйно- и виброабразивная обработка). Оборудование и инструмент; технологические возможности и ограничения.

### **2.8. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки**

Общие особенности, технологические преимущества и возможности электрофизических и электрохимических методов размерной обработки. Классификация методов. Электроэрозионные методы обработки: электроискровая, электроимпульсная и абразивно-эрозионная обработка. Разновидности методов, технологическое оборудование, обработка профильным и непрофильным электродом. Основные операции, возможности и ограничения. Электрохимические методы обработки. Разновидности методов, технологическое оборудование. Основные операции; возможности и ограничения, применимость методов. Ультразвуковая обработка. Сущность метода, основные операции. Оборудование и инструмент, применимость методов. Лучевые методы обработки: Электронно-лучевая и лазерная обработка. Физические основы, сущность и специфические особенности лучевых методов.

### **2.9. Гальванопластика и 3D-технологии**

Гальванопластика. Физические основы, описание техпроцесса, одноразовые и многократные оправки и способы снятия готовых деталей с оправки. Применяемые материалы, технологические режимы; возможности и ограничения, особенности проектирования и примеры деталей; применимость метода и технико-экономические выводы.

3D-технологии. Оборудование, технологические процессы, возможности и ограничения.

## **Раздел 3. Технологические процессы упрочняющей обработки, нанесения покрытий и надписей**

### **3.1. Термическая и химико-термическая обработка**

Назначение и виды термической и химико-термической обработки деталей. Физико-химические основы. Термическая обработка чёрных и цветных металлов и сплавов. Отжиг, отпуск, нормализация, объёмная и поверхностная закалка, старение, обработка холодом. Описание техпроцессов, обеспечиваемые свойства, технологические возможности и ограничения, применимость. Химико-термическая обработка поверхностей деталей. Цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация (алитирование, хромирование, силицирование, борирование). Описание техпроцессов, обеспечиваемые свойства, технологические возможности и ограничения.

### **3.2. Технологические процессы очистки и подготовки поверхностей к нанесению покрытий**

Влияние подготовки поверхности на качество наносимых покрытий. Способы очистки и подготовки поверхностей к нанесению покрытий. Механическая обработка: гидроджетная обработка, дробеструйная обработка, крацевание, обработка в барабанах и колоколах (грубая и тонкая), шлифование и полирование. Описание техпроцессов, применимость. Химическая и электрохимическая обработка: обезжиривание, травление и декапирование. Описание техпроцессов, особенности удаления омыляемых и неомыляемых жировых загрязнений, техника безопасности и экологические аспекты, применимость.

### **3.3. Технологические процессы получения защитных и декоративных покрытий**

Защитные, защитно-декоративные и декоративные покрытия.

Металлические покрытия. Анодные и катодные покрытия их назначение и свойства. Металлизационные способы нанесения металлических покрытий. Горячие покрытия (погружением детали в расплав). Химическая металлизация. Особенности металлизации диэлектриков. Гальваническое нанесение металлических покрытий. Описание техпроцесса,

физико-химические основы, количественные соотношения и технологические режимы. Особенности нанесения покрытий из различных металлов.

Химические неметаллические покрытия. Назначение и свойства. Оксидирование химическое и анодное. Сущность метода, описание техпроцесса, особенности оксидирования деталей из чёрных и цветных металлов и сплавов. Пассивирование и декоративное пассивирование. Фосфатирование. Электрофоретическое нанесение покрытий. Сущность метода, описание техпроцесса.

Лакокрасочные покрытия. Назначение и классы лакокрасочных покрытий, области применения и технологические требования к конструкции детали, ограничения. Лакокрасочные материалы и их особенности. Грунтование и шпатлевание окрашиваемых поверхностей. Способы нанесения лакокрасочных покрытий. Способы сушки и их применимость.

### ***3.4. Технологические процессы нанесения рисунка, выполнения шкал, надписей, маркировки и клеймения***

Механическое, электроэрозионное, электрохимическое и лазерное гравирование. Чеканка, горячее тиснение с фольгой. Декалькомания, тампопечать, сухие переводные изображения. Фотохимическое и электро-фотохимическое получение изображений. Офсетная печать и шелкография. Описание техпроцессов, технологические возможности и ограничения, применимость методов.

### **4.2. Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы, а также способствуют выявлению преподавателем уровня подготовки каждого студента и его возможностей.

#### ***Перечень лабораторных работ***

1. Исследование микрогеометрии поверхности детали.
2. Анализ технологичности конструкции детали.
3. Разработка технологического процесса изготовления детали.

Отчеты по лабораторным работам индивидуальные и должны соответствовать требованиям стандартов. Защита выполненных лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий; при выполнении очередной лабораторной работы допускается иметь не более одной незащищенной работы.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Предусматривается использование активных и интерактивных форм обучения при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий. На практических занятиях также используется проблемно-ориентированный подход, стимулирование активности путём привлечения к обсуждению проблем, возникающих в процессе выполнения заданий, на лабораторных занятиях применяются мультимедиа технологии (видеофильмы, презентации, электронные альбомы и др.). Занятия проводятся в аудиториях 331-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий (видеоматериалы, слайды) и 324-3, оборудованной компьютерной техникой и средствами для использования мультимедиа технологий. В процессе подготовки к занятиям студенты имеют возможность работать в Интернете, пользуясь ресурсами компьютерных классов кафедры (а.330-3, 503-3).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретического материала, под-

готовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку реферата.

*Вопросы для самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.*

### **Раздел 1. Основы построения технологических процессов изготовления конструктивных электронных средств**

1. Технологический и производственный процессы.
2. Основные и вспомогательные производственные процессы.
3. Структурные элементы операции.
4. Средства технологического оснащения.
5. Производственный цикл.
6. Концентрированные и дифференцированные технологические процессы.
7. Типы производства и коэффициент закрепления операций.
8. Влияние типа производства на его организацию, производительность, выбор технологического оборудования и требования к квалификации работников.
9. Технологическая документация и её виды.
10. Комплектность технологических документов в зависимости от стадии разработки изделия.
11. Кодирование технологических документов в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД.
12. Качественная и количественная оценка технологичности.
13. Основные и дополнительные показатели технологичности.
14. Методика расчёта комплексного показателя технологичности детали.
15. Отработка деталей на технологичность на различных этапах жизненного цикла.
16. Исходные данные для проектирования технологического процесса изготовления детали.
17. Содержание работ по проектированию технологического процесса изготовления детали.
18. Типовые и групповые технологические процессы, их эффективность и применение.

### **Раздел 2. Технологические процессы формообразования конструктивных элементов электронных средств**

1. Классификация процессов изготовления деталей электронных средств
2. Физические основы литейного производства.
3. Классификация технологических процессов литья.
4. Описание техпроцессов литья, литейные материалы, формы, особенности проектирования деталей.
5. Структура технологического процесса изготовления керамических деталей.
6. Методы формообразования заготовок керамических деталей.
7. Описание техпроцессов, оборудование, формы, особенности подготовки сырья; технологические возможности и ограничения, особенности проектирования деталей.
8. Механическая обработка необожжённых заготовок.
9. Механическая обработка после предварительного и окончательного обжига.
10. Глазурование керамических деталей.
11. Металлизация керамических заготовок.
12. Структура технологического процесса изготовления деталей из металлических порошков (металлокерамика).
13. Получение металлических порошков.
14. Холодное прессование порошков с последующим спеканием.
15. Особенности оборудования и оснастки для горячего прессования.
16. Дополнительные операции последующей обработки металлокерамических деталей. Особенности проектирования металлокерамических деталей.
17. Особенности подготовки сырья и технологических процессов изготовления деталей из ферромагнитных порошков и ферритовых деталей.



18. Обеспечение технологичности изделий из пластмасс.
19. Технологические процессы изготовления деталей из пластмасс.
20. Механическая обработка и способы соединения деталей из пластмасс.
21. Изготовление деталей из магнетодиэлектриков.
22. Физические основы обработки давлением.
23. Разделительные и формообразующие операции холодной штамповки.
24. Обеспечение точности, технологические возможности и ограничения, особенности проектирования деталей.
25. Операции объёмной штамповки.
26. Беспштаповая обработка давлением.
27. Сверхскоростные методы обработки давлением.
28. Физические основы обработки резанием.
29. Обработка точением, фрезерование, строгание, долбление и протягивание, сверление, зенкерование, развёртывание, нарезание резьб.
30. Шлифование и чистовые (финишные) методы обработки поверхности.
31. Электроэрозионные методы обработки.
32. Электрохимические методы обработки.
33. Ультразвуковая обработка.
34. Лучевые методы обработки.
35. Гальванопластика.
36. 3D-технологии.

### **Раздел 3. Технологические процессы упрочняющей обработки, нанесения покрытий и надписей**

1. Назначение и виды термической и химико-термической обработки деталей.
2. Термическая обработка чёрных и цветных металлов и сплавов.
3. Химико-термическая обработка поверхностей деталей.
4. Способы очистки и подготовки поверхностей к нанесению покрытий.
5. Механическая обработка поверхностей деталей.
6. Химическая и электрохимическая обработка поверхностей деталей.
7. Защитные, защитно-декоративные и декоративные покрытия.
8. Анодные и катодные покрытия их назначение и свойства.
9. Металлизационные способы нанесения металлических покрытий.
10. Горячие покрытия (погружением детали в расплав).
11. Химическая металлизация.
12. Особенности металлизации диэлектриков.
13. Гальваническое нанесение металлических покрытий.
14. Особенности нанесения покрытий из различных металлов.
15. Химические неметаллические покрытия.
16. Оксидирование химическое и анодное.
17. Пассивирование и декоративное пассивирование.
18. Фосфатирование.
19. Электрофоретическое нанесение покрытий.
20. Назначение и классы лакокрасочных покрытий.
21. Лакокрасочные материалы и их особенности.
22. Грунтование и шпатлевание окрашиваемых поверхностей.
23. Способы нанесения лакокрасочных покрытий.
24. Способы сушки и их применимость.
25. Механическое, электроэрозионное, электрохимическое и лазерное гравирование.
26. Чеканка, горячее тиснение с фольгой.
27. Фотохимическое и электро-фотохимическое получение изображений.
28. Офсетная печать и шелкография.

Формы отчета студента о результатах выполнения самостоятельной работы: конспект, реферат, обзоры информации, графическое представление изученного учебного материала.

### *Реферат*

Каждому студенту выдаётся тема для подготовки реферата. Конкретная тема реферата подбирается индивидуально с учётом интересов студента. В задачу студента входит поиск, анализ и систематизация информации по теме; выявление закономерностей исследуемого процесса, технологических возможностей и ограничений, применимости. Объём реферата – 18...24 листа формата А4 (MS WORD, Times New Roman, кегль 14, 1,5 интервала).

### **6.2. Экзамен**

Экзамен проводится по билетам. Студент должен продемонстрировать знание способов формообразования конструктивных элементов, структуры технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств, способов обеспечения технологичности конструкций деталей; умение анализа технологичности конструкций и проектирования технологических процессов изготовления конструктивных элементов электронных средств. Студент должен знать взаимосвязь процессов конструкторского и технологического проектирования изделий, роли технологии в обеспечении качества электронных средств.

### *Вопросы к экзамену*

1. Электронные средства как объект производства. Этапы производства электронных средств. Виды изделий. Производственный процесс. Основной и вспомогательные производственные процессы.
2. Технологический процесс. Технологическая операция и её составные части. Признаки технологического перехода. Временные параметры технологических процессов.
3. Средства технологического процесса. Технологическое оборудование. Технологическая оснастка. Основные направления и проблемы в развитии технологического оборудования изготовления деталей.
4. Организация производства. Концентрированный и дифференцированный технологические процессы, их преимущества и недостатки.
5. Коэффициент закрепления операций. Типы производства. Виды и показатели производства, их соотношение. Партия и серия изделий. Методика расчета коэффициента закрепления операций на ранних стадиях проектирования.
6. ЕСТД. Виды технологической документации. Основные и вспомогательные технологические документы. Система обозначения технологических и основных конструкторских документов.
7. Примеры заполнения маршрутной и операционной технологических карт (холодная штамповка, термическая обработка, нанесение защитного покрытия).
8. Примеры заполнения карты технологического процесса (отрезка заготовок, электрофизическая обработка, технический контроль). Правила заполнения карт эскизов для механической обработки.
9. Понятие технологичности изделия. Производственная и эксплуатационная технологичность. Качественная и количественная оценка технологичности.
10. Классификация показателей технологичности. Основные и дополнительные показатели.
11. Технические показатели технологичности. Методика расчёта комплексного показателя технологичности. Общие правила отработки изделий на технологичность.
12. Шероховатость поверхности деталей. Способы определения и примеры обозначения шероховатости на чертежах. Влияние шероховатости поверхности на свойства детали.

13. Характеристики технологического процесса: точность, надежность, производительность, экономичность.
14. Производительность технологического процесса. Трудоёмкость и техническая норма времени. Структура технической нормы времени.
15. Методы литья металлических заготовок. Физические основы литейного производства. Литьевые формы. Способы литья.
16. Формообразование деталей литьем в металлические формы (кокили). Особенности проектирования деталей для изготовления литьем в кокили.
17. Формообразование деталей литьем под давлением. Особенности проектирования деталей для литья под давлением.
18. Формообразование деталей литьем металла по выплавляемым моделям. Конструкция и материал модели. Преимущества и условия реализации процесса.
19. Формообразование деталей литьем металла в оболочковые формы. Преимущества и недостатки процесса.
20. Формообразование деталей центробежным литьем. Структура отливок. Применение.
21. Изготовление керамических деталей. Структура технологического процесса. Методы формообразования. Обжиг. Механическая обработка. Глазурование.
22. Процессы порошковой металлургии. Способы формообразования деталей из металлических порошков: холодное, горячее, одностороннее и двухстороннее прессование. Изготовление деталей из ферритов.
23. Классификация и состав пластмасс. Термопласты и реактопласты. Основные технологические свойства пластмасс: текучесть, скорость отверждения, усадка, таблетуемость.
24. Методы получения деталей из термопластов и реактопластов (прямое и литьевое прессование, литьё под давлением, экструзия и др.). Изготовление деталей из магнитодиэлектриков.
25. Физические основы обработки давлением. Холодная штамповка. Достоинства и недостатки.
26. Разделительные операции холодной штамповки деталей из листового материала. Технологические требования к конструкции деталей. Материалы, применяемые при холодной штамповке и требования к ним.
27. Формообразующие операции холодной штамповки. Технологические требования к конструкции деталей. Комбинированная штамповка. Материалы, применяемые при холодной штамповке и требования к ним.
28. Основные операции объемной штамповки: объемная формовка, высадка, прессование, кернение.
29. Бесштамповая обработка давлением: ротационная вытяжка, навивка пружин, накатка резьбы и зубьев, поверхностная обработка.
30. Обработка заготовок на металлорежущих станках. Точение, сверление, фрезерование, строгание. Конструкции режущего инструмента.
31. Поверхностная обработка деталей: шлифование, хонингование, суперфиниш, притирка, полирование. Ультразвуковая поверхностная обработка.
32. Электрохимические методы размерной обработки заготовок. Основные операции.
33. Электроэрозионная размерная обработка заготовок. Физические основы процесса обработки. Основные операции.
34. Ультразвуковая размерная обработка. Физические основы процесса обработки. Основные операции.
35. Электронно-лучевая обработка заготовок. Физические основы процесса обработки. Основные операции.
36. Обработка заготовок лучом лазера. Физическая основа процесса обработки. Основные операции.
37. Способы термической обработки металлов: закалка, отжиг, отпуск, нормализация. Примеры химико-термической обработки поверхностей деталей.

38. Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Требования к материалам покрытий. Катодное и анодное покрытия.

39. Способы нанесения металлических покрытий. Нанесение расплавленного металла металлизатором. Нанесение покрытия путём погружения детали в расплавленный металл или сплав. Достоинства и недостатки.

40. Гальваническое нанесение металлических покрытий. Достоинства и недостатки. Материалы гальванических покрытий.

41. Нанесение покрытий химическим осаждением. Особенности химической металлизации диэлектриков. Основные процессы и растворы. Достоинства и недостатки.

42. Нанесение покрытий методами ионного распыления.

43. Нанесение покрытия на заготовку термическим испарением.

44. Нанесение неметаллических покрытий: оксидирование, пассивирование, фосфатирование, электрофоретическое осаждение.

45. Требования к подготовке деталей к нанесению покрытий. Обозначение покрытий на чертежах.

46. Лакокрасочные покрытия, их применение и свойства. Классификация лакокрасочных покрытий. Подготовка поверхности перед нанесением покрытия.

47. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Способы нанесения лакокрасочных покрытий.

48. Технологические процессы нанесения рисунка, выполнения шкал, надписей, маркировки и клеймения.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература

1. Чижикова, Т.В. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] / Чижикова Т.В., Матюшкин Б.А. - М.: КолосС, 2013. - 375 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0731-7.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207317.html>.

2. Гарифуллин, Ф.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ф.А. Гарифуллин, Р.Ш. Аюпов, В.В. Жилияков. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 248 с. - ISBN 978-5-7882-1441-2.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214412.html>

3. Никифоров, В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов [Электронный ресурс] / В.М. Никифоров. - 10-е изд., стер. - СПб.: Политехника, 2015. - 382 с: ил. - ISBN 978-5-7325-0959-5.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509595.html>.

### б) дополнительная литература

4. Вакс, Е.Д. Практика прецизионной лазерной обработки [Электронный ресурс] / Вакс Е.Д., Миленький М.И., Сапрыкин Л.Г. - М. : Техносфера, 2013. - 696 с. - ISBN 978-5-94836-339-4. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363394.html>.

5. Воронин, Н.Н. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учебное иллюстрированное пособие / Н.Н. Воронин, Е.Г. Зарембо. - М.: УМЦ ЖДТ, 2013. - 72 с. - ISBN 978-5-89035-633-8.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890356338.html>.

6. Кузнецов, В.Г. Обработка материалов давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин, Г.С. Дьяконов. - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 196 с. - ISBN 978-5-7882-1238-8.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212388.html>.

7. Никифоров, А.Д. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / А.Д. Никифоров, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров,

А.Г. Схиртладзе. - М. Абрис, 2012. - 327 с.: ил. - ISBN 978-5-4372-0057-5.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200575.html>.

8. Шатерин, М.А. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] / Под ред. М.А. Шатерина. - СПб. Политехника, 2012. - 596 с.: ил. - ISBN 5-7325-0734-5.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732507345.html>

9. Колесов С.И. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов электротехнических и электромеханических специальностей / С. И. Колесов, И.С. Колесов.— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 2008 .— 535 с. : ил., табл.— ISBN 978-5-06-005950-2. (Библиотека ВлГУ).

10. Билибин, К.И. Холодная штамповка: учеб. пособие по курсу "Технология электронных средств" [Электронный ресурс] / К.И. Билибин, В.П. Григорьев.- М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 68 с.: ил.

Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0375.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0375.html).

11. Ступников, В.П. Технология конструкционных материалов. Основные понятия, термины и определения [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / под ред. В.П. Ступникова. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 101 с.: ил.

Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0161.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0161.html).

в) интернет - ресурсы

12. <http://znanium.com/>

13. <http://c.lanbook.com/>

14. <http://elibrary.ru/>

15. <http://www.studentlibrary.ru/>

16. <http://www.iprbookshop.ru/>

17. <http://www.liveinternet.ru/>.

18. <http://window.edu.ru/>.

19. <https://ru.wikipedia.org/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях 324-3 и 331-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий. В процессе подготовки к лабораторным занятиям и работы над рефератами студенты имеют возможность работать в Интернете, пользуясь ресурсами компьютерного класса кафедры (а.330-3). Для проведения занятий и самостоятельной работы студентов могут использоваться: комплект презентаций, комплекты деталей для выполнения лабораторных работ, измерительный инструмент.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Рабочую программу составил доцент Фролова Т.П. Фролова

Рецензент

зам. главного инженера по подготовке  
производства – главный технолог ОАО

"Владимирский завод Электроприбор" Зайцев М.К. Зайцев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ \_\_\_\_\_

Протокол № 9 от 30.05 2016 года

Заведующий кафедрой Сушкова Л.Т. Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"

Протокол № 9 от 30.05 2016 года

Председатель комиссии Сушкова Л.Т. Сушкова

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_