

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Поволжский государственный технологический университет»

Утверждено решением научно-
технического совета ПГТУ
от «14» 03 2022 г., протокол № 3



Председатель НТС, проректор по
научной работе

Д.В. Иванов

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ
по специальной дисциплине
«Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной
аппаратуры»

научная специальность
аспирантуры

2.2.9. Проектирование и
технология приборостроения и
радиоэлектронной аппаратуры

Программа составлена:

Попов Иван Иванович, доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры (КиПР) И.И. Попов / Попов /

(Фамилия И.О., уч. степень, уч. звание, должность) (подпись)
Попов Иван Иванович, д.ф.м.н., профессор, профессор кафедры КиПР

(Фамилия И.О., уч. степень, уч. звание, должность)

(подпись)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КиПР
Протокол № 15 от « 14 » марта 2022 г.

Зав. кафедрой КиПР Н.И. Сушенцов / Сушенцов Н.И. /

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Основной целью вступительного экзамена в аспирантуру по профилю «Технология приборостроения» является выявление знаний и компетенций в области:

- теоретических положений технологии,
- совместного рассмотрения вопросов проектирования конструкции,
- разработки технологии, с учетом экономических и организационных особенностей изготовления.
- анализа технико-экономических требований, предъявляемых к изделиям;
- технологичность вновь разрабатываемых изделий;
- разработка и внедрение технологических процессов, технологическое оборудование и оснастку, средства автоматизации производства, в том числе для новых и перспективных технологий с учетом передового отечественного и зарубежного опыта;
- методы оценки и управления качества выпускаемой продукции;
- организация выпуска продукции на промышленных предприятиях;
- разработка технологической документации.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

Особенности приборов, как объект производства

Основные задачи технологии. Конструкторская и технологическая подготовка производства. Технологический процесс и его структура. Основные особенности современных приборов и систем. Качество продукции. Методы и пути повышения качества. Основные требования, предъявляемые к изделиям и их выходным параметрам. Типы производства, определения и характеристика. Зависимость технологических решений от типа производства.

Технологическая подготовка производства, ЕСТТП

Технологическая подготовка. Основные задачи и положения ЕСТТП. Технологические основы конструирования. Обеспечение технологичности конструкции. Количественная оценка. Классификация технологических процессов. Виды техпроцессов - единичный и унифицированный. Порядок проектирования единичного ТП. Унифицированные ТП. Типовой и групповой. Технологическая документация. Содержание и задачи ЕСТД. Техникоэкономический анализ технологических процессов. Технико-экономический анализ техпроцессов. Задачи технического нормирования. Норма времени и норма выработки. Структура нормы времени. Пути повышения производительности труда. Технологическая себестоимость. Структура себестоимости. Выбор наиболее экономического варианта ТП.

Технологическая точность и надежность производства

Точность производства Основные понятия. Причины возникновения погрешностей. Типы погрешностей. Выборочный метод. Использование показателей точности в практических приложениях. Методы оценки точности. Вероятностно -

статистический метод. Оценка точности с помощью кривых распределения.

Расчетно-аналитический метод. Точностные диаграммы. Анализ изменения точности во времени. Надежность производства. Надежность техпроцессов. Основные показатели технологической надежности и методы оценки.

Математические методы моделирования ТП и объектов производства и их использование для обеспечения качества

Планирование эксперимента в технологии. Дисперсионный и регрессионный анализ в технологии. Планирование экспериментов в технологии. Дисперсионный анализ, метод 4М, расслаивание погрешностей. Составление уравнения регрессии при описании объектов производства и ТП. Корреляционный анализ технологических процессов. Основные положения для расчета технологических допусков. Корреляционный анализ многооперационных технологических процессов. Система массового обслуживания. Примеры использования.

Механическая обработка деталей приборов

Роль механической обработки в технологии приборостроения. Механическая обработка, ее место в приборостроительном производстве. Припуски на обработку. Понятие об общем операционном процессе. Точность механической обработки. Источники погрешностей. Расчет суммарной погрешности обработки. Построение, расчет и анализ технологических размерных цепей. Качество обработанной поверхности. Методика нормирования конструктором и обеспечение технологом качества характеристики поверхностного слоя. Влияние качества поверхности на надежность и другие эксплуатационные свойства. Базирование деталей при обработке. Погрешности и базирование деталей при обработке. Основные положения. Виды баз. Схемы базирования и установки в технологической документации. Погрешности базирования. Принцип единства баз. Выбор рациональных схем базирования и расчет погрешностей установок. Технологическая оснастка. Проектирование технологической оснастки. Стандартизированные системы приспособлений: универсальные (УНП и УБП), сборно-разборные (СРП), универсально - сборные (УСП), групповые или специализированные наладочные (СНП), специальные (НСП).

Технология получения заготовок в приборостроении

Основания метода получения заготовки. Технико-экономические вопросы получения заготовок. Основные принципы выбора, проектирования и производства заготовок в приборостроении. Обоснование метода получения заготовок. Литье как метод получения заготовок. Конструирование и изготовление литых деталей. Технологический сравнительный анализ методов. Обработка технологичности литых деталей. Влияние литейных свойств сплавов на качество отливок. Факторы, определяющие точность отливок. Расчет исполнительных размеров пресс - форм. Обработка давлением. Обработка давлением. Разделительные и формообразующие операции. Технологичность деталей. Порядок проектирования ТП., раскрой металла. Расчет размеров заготовок. Расчет технологических усилий и работ. Выбор оборудования. Конструирование штампов. Последовательная и совмещенная

штамповка. Точная штамповка. Изготовление деталей из пластмасс и металлокерамик. Техничко-экономическая характеристика использования пластмасс в приборостроении. Технологичность пластмассовых деталей. Технологические методы изготовления деталей (литье, прессование). Обработка пластмасс резанием. Расчет режимов прессформ. Обеспечение точности и качества деталей. Основы технологии металлокерамики.

Технология деталей узлов и приборов

Особенности изготовления деталей приборов. Конструкторско-технологические особенности изготовления деталей приборов и обеспечение качества их изготовления. Механические, электромеханические и электронные детали и техпроцессы их изготовления.

Основы проектирования технологических процессов изготовления механических деталей.

Построение технологических процессов и операций изготовления механических деталей РЭС: классификация технологических процессов; оформление технологической документации; концентрация дифференциация операций; структура (построение) технологических операций. Технология изготовления контактных и упругих элементов, обмоток, магнитопроводов; технология изготовления корпусных деталей.

Общие вопросы изготовления П.П Основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам. Классификация печатных плат. Конструкционные материалы для производства печатных плат и их характеристики.

Методы изготовления печатных плат. Основные методы изготовления ПП. Субтрактивный и аддитивный метод изготовления ПП. Комбинированный позитивный и негативный методы изготовления ПП. Технологическое проектирование ПП. Расчетные схемы и зависимости для проектирования проводников, контактных площадок и др. Учет методов изготовления.

Контроль рабочих параметров ПП. Проверочный электрический расчет ПП. Расчетные схемы и зависимости для определения паразитной ёмкости, индуктивности и др. параметров.

Технология электрического монтажа Общие вопросы технологии электрического монтажа. Требования. Классификация. Не паяные виды электрического монтажа. Разновидности неразъемных соединений. Клеевые соединения. Конструктивно - технологическая характеристика. Достоинства и недостатки клеевых соединений. Технологические основы пайки электрических соединений. Схемы ТПП пайки. Подготовка процесса, режимы. Припой и флюсы. Технология сварки электрических соединений. Сварка: электродуговая, элетроконтактная, лазерная, термокомпрессионная, расщепленным электродом, ультразвуковая, световым лучом. Технологический анализ. Назначение основных видов покрытий. Особенности технологических процессов формирования химических и гальванических покрытий деталей РЭС и содержание основных операций.

Подготовка поверхности деталей к покрытию. Технологичность деталей, подвергаемых покрытиям. Металлические негальванические покрытия. Анодные,

катодные, химические, лакокрасочные и другие покрытия.

Сборка, регулировка, контроль, испытания приборов.

Технологичность конструкций. Проектирование техпроцессов сборки. Разработка операционной технологии. Расчет точности сборных операций. Функциональная точность выходных параметров. Методы расчета допусков. Методы достижения заданной точности. Оценка серийнопригодности. Технологические сборки. Построение схемы сборочного состава. Механическая сборка и электрический монтаж. Классификация видов соединений. Обеспечение качества сборочных соединений. Понятие технологической гигиены и влияние условий сборки на качество соединений. Обеспечение условий технологической гигиены. Методы обеспечения точности выходных параметров. Методы достижения заданной точности выходных параметров при изготовлении ЗП. Обеспечение точности по принципу взаимозаменяемости и компенсации. Особенности построения технологического процесса изготовления ЭП при использовании различных методов обеспечения точности выходных параметров. Аналитический и статистический метод расчета допусков на электрорадиоэлементы. лекция. Входной контроль электрорадиоэлементов. Виды входного контроля. Методика входного контроля. Надежность входного контроля. Ожидаемые результаты входного контроля. Экономическое обоснование выбора вида входного контроля. Технологическая тренировка электрорадиоэлементов. Сущность технологической тренировки. Методика проведения технологической тренировки. Расчет времени технологической тренировки. Ожидаемые результаты. Контроль и испытания приборов. Контроль - виды и правила. Выборочный контроль. Технологическая диагностика неисправности. Индивидуальное прогнозирование. Категории испытаний. Надежность и достоверность контроля. Автоматизация и механизация техпроцессов производства приборов. Пути повышения производительности технологического процесса. Пути повышения производительности труда при сборке ЭП. Проблема автоматизации, вспомогательных работ. Критерии оценки новой техники. Автоматические линии. Разработка технологического процесса автоматической сборки. Основные требования к изделиям, предназначенным для автоматической сборки. Автоматические линии. Основные структуры АЛ. Производительность и надежность АЛ. Промышленные роботы. Структурная схема ПР. Классификация ПР. Классификация систем программного управления.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ В АСПИРАНТУРУ

1. Основные задачи технологической подготовки приборостроительного производства.
2. Задачи системного анализа при проектировании технологической системы.
3. Классификация и группирование в технологическом проектировании.
4. Типовые технологические процессы.
5. Принципы построения экспертных систем технологического проектирования.
6. Производственный процесс и его основные характеристики.

7. Схемы технологических воздействий на объекты производства.
8. Основные закономерности процессов сборки и монтажа приборов.
9. Основные понятия о взаимозаменяемости.
10. Характеристика методов обеспечения заданной точности приборов при сборке.
11. Основные положения теории технического контроля.
12. Методы определения систематических погрешностей.
13. Методы статистического анализа случайных и систематических погрешностей.
14. Статистические методы построения динамических полей ТП.
15. Методы обеспечения точности при размерной обработке деталей.
16. Обеспечение точности при сборке.
17. Современная элементная база электронных приборов, ее конструктивно-технологическая характеристика элементов.
18. Технологические факторы, определяющие выбор вида и типа монтажного основания электронного узла прибора
19. Технологические процессы изготовления полупроводниковых элементов электронных узлов.
19. Испытания электронных компонентов, их виды и содержание.
20. Системы управления качеством технологических операций и процессов микроэлектроники
21. Технологические процессы изготовления элементов волоконно-оптических, акустооптических устройств.
22. Методики технико-экономического анализа ТП при его разработке.
23. Специфические особенности проектирования формообразующих операций методом штамповки.
24. Основные направления автоматизации заготовительного производства.
25. Технологические методы обеспечения заданных характеристик поверхностей деталей
26. Оптимизация параметров механообработки и режимов электро-физико-химической обработки.
27. Виды процессов сборки по организационно-технологическим принципам построения
28. Структурные схемы сборочных технологических систем.
29. Физическое и математическое моделирование операции сборки и монтажа.
30. Виды и цели технического контроля, признаки и классификация видов технического контроля.
31. Выбор стратегии и объектов контроля: продукция, технологические процессы изготовления, оборудование, документация, технологическая среда
32. Обобщенный алгоритм проектирования ТП контроля..
33. Методика выбора оптимального набора параметров контроля объекта по критериям достоверности, полноты оценки состояния, надежности, экономичности
34. Типовые структуры автоматизированных систем контроля.
35. Моделирование сложных технологических систем производства приборов.
36. Статистические методы. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ

37. Экспериментально-статистические методы исследования и оптимизации ТП производства приборов
38. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.
Разработка плана эксперимента
39. Метод ранговой корреляции.
40. Компьютерные пакеты и системы моделирования и оптимизации.
41. Техническая, организационная и информационная базы управления качеством.
42. Основные направления реализации процесса прогнозирования качества изделий.
43. Основные задачи и принципы построения АСУ ТП
44. Методы анализа при построении системы управления технологическими процессами приборостроительных предприятий
45. Состав программно-математического обеспечения. Алгоритмизация процесса управления технологическими объектами.
46. Пути повышения надежности приборов.
47. Математико-статистические методы оценки надежности приборов.
48. Обеспечение свойств надежности изделия в процессе производства.
49. Классификация отказов и критерии отказов приборов
50. Виды испытаний на надежность.
51. Ускоренные испытания, физико-математическая модель ускоренных испытаний
52. Виды климатических испытаний, методики проведения испытаний.
53. Виды механических испытаний.
54. Методология комплексных исследований и натурных испытаний
55. Классификация производственных источников опасностей и вредностей.
56. Принципы проектирования безопасного технологического оснащения.
57. Методы обеспечения экологической безопасности ТП.
58. Утилизация и регенерация отходов производства как составная часть проектирования технологий
59. Структурный синтез систем контроля.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К СДАЧЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

1. Ознакомиться с программой вступительного экзамена в аспирантуру. Выделить темы, по которым имеются пробелы в знаниях и осуществить поиск литературы по данной тематике.

2. Составить сетевой график освоения тем по разделам «Технологическая точность и надежность производства», «Технология деталей узлов и приборов», «Сборка, регулировка, контроль, испытания приборов».

3. При подготовке к вступительному экзамену полезно составить краткий конспект по каждой теме программы, который может оказаться полезным и при выполнении диссертационной работы.

4. Сетевой график освоения тем программы вступительного экзамена обсудить с научным руководителем и преподавателями, которые читали лекции по

дисциплинам «Технология приборостроения», «Алмазная обработка материалов», «Современные технологии формообразования оптических поверхностей», «Современные достижения волоконной оптики», «Перспективные технологии обработки материалов» и др. для бакалавров и магистров.

5. Ответы на вопросы надо формулировать в следующей последовательности: постановка или краткий обзор задачи, суть излагаемых методов для ее решения и основных трудностей (проблем) при их реализации, проблемы и перспективы развития предлагаемых методов, новые подходы к решению сформулированных задач.

6. Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знание устойчивой терминологии по профилю «Технология приборостроения», основ теоретических положений технологии, разработка и внедрение технологических процессов, навыки организации выпуска продукции на промышленных предприятиях;

5. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Реферат составляется в случае, когда у поступающего в аспирантуру нет публикаций по теме будущей диссертационной работы.

Тема реферата определяется будущим руководителем диссертационной работы. Вступительный реферат по специальности должен носить исследовательский характер. Он оформляется в виде очерка объемом 20-25 страниц машинописного текста через два интервала (на компьютере - полтора). В нем должны содержаться развернутое обоснование темы, обзор литературы по предмету с соответствующим обобщением и постановкой исследовательской задачи, исследовательская часть - анализ фактического материала, заключение, суммирующее результаты анализа, правильно оформленный научный аппарат.

В реферате автор должен обнаружить четкое понимание проблемы, знание дискуссионных вопросов, связанных с ней, умение подбирать и проанализировать фактический материал, умение сделать из него обоснованные выводы, наметить перспективу дальнейшего исследования.

Работа должна иметь поля (сверху, слева — 2,5; справа, внизу — 2,0) и сноски на цитируемый материал, расположенные по тексту.

Содержание должно иметь введение, несколько разделов или глав, заключение.

На последней странице указывается использованная литература. Книги, пособия, монографии, сборники, статьи и т.д. должны быть расположены в алфавитном порядке.

6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА

Отметка «отлично» выставляется при глубоком и прочном усвоении программного материала, исчерпывающем изложении. В ответе увязывается теория с практикой, показывается знакомство с монографической литературой.

Отметка «хорошо» выставляется при твердом знании программного материала, экзаменуемый не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

Отметка «удовлетворительно» выставляется при знаниях только основного материал, не усвоении его деталей, допущении в ответе неточностей, недостаточно

правильных формулировках основных законов и правил, затруднении в выполнении практических задач.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при отсутствии знаний значительной части программного материала, допущении существенных ошибок, с затруднениями в выполнении практических заданий.

7. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ источников

Рекомендуемая основная литература

1. Кондратенко В.С. Алмазная обработка материалов. Монография. - М.: Машиностроение, 2010. - 191 с.
2. Бронштейн Ю.Л. Крупногабаритные зеркальные системы (контроль геометрии, юстировка). - М.: ДПК Пресс, 2013. - 480 с.
3. Зерний Ю.В., Поливанный А.Г. Основы технологии приборостроения: Учебное пособие. - М.: Новый Центр, 2008. - 359 с.
4. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; Под общей ред. А.М. Дальского. - 5-е изд., исправленное. М.: Машиностроение, 2003. - 512с.: ил.

Дополнительная литература

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Под общ. ред. В.А. Шахнова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 528 с.: ил. - (Сер. Информатика в техническом университете).
2. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; Под общей ред. А.М. Дальского. - 5-е изд., исправленное. М.: Машиностроение, 2003. - 512с.: ил.
3. Сагателян Г.Р., Скороходов Е.А. Анализ эффективности производственных процессов приборостроения. Учебное пособие по курсу «Технология приборостроения». - М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 48 с.
4. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры / И.П. Бушминский, О.Ш. Даутов и др.: Под ред. А.Н. Достанко и Ш.М. Чабдарова. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с.ил.
5. Композиционные материалы: Справочник/ В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.;Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с. ил.
6. Буланов И.М., Воробей В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: Учебник для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1998.-516с.:ил.
7. Иванов Ю.В., Лакота Н.А. Гибкая автоматизация производства РЭС с применением микропроцессоров и роботов. - М.: Радио и связь, 1987. - 464 с.ил.
8. Технология ЭВА, оборудование и автоматизация / Алексеев В.Г., Билибин К.И., Нестеров Ю.И. и др. - М.: Высшая школа, 1984. - 392 с.: ил.

Критерии оценки на экзамене по специальной дисциплине

«Отлично» – Ответ поступающим в аспирантуру дан полный, без замечаний, продемонстрированы знания по специальной дисциплине. Поступающий свободно владеет теоретическим материалом, понятийным аппаратом; представил логичную структуру ответа, аргументированные и структурированные выводы, иллюстрирующие примеры. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Хорошо» – Ответ поступающего в аспирантуру правильный, но неполный. Приведены иллюстрирующие примеры, но обобщающее мнение недостаточно аргументировано. Поступающий правильно, но недостаточно полно отвечает на экзаменационные вопросы; затрудняется при ответе на дополнительные вопросы. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Удовлетворительно» – Ответ поступающего в аспирантуру правильный в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, есть ошибки в деталях. Поступающий не может ответить на дополнительные вопросы. Поступающим не продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.

«Неудовлетворительно» – Поступающим даны правильные ответы менее чем на половину вопросов билета или же в половине из них имеются грубые ошибки, подтверждающие, что испытуемый не знает соответствующий предмет. Поступающим продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании.