

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет радиотехники и электроники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан РЭФ

профессор, д.т.н. Хрусталева
Владимир Александрович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология радиоэлектронных средств

ООП: специальность 210201.65 Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Шифр по учебному плану: СД.5

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 4 5, семестр: 8 9

Лекции: 64

Практические работы: - Лабораторные работы: 48

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 8

Самостоятельная работа: 108

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 220

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 654300 Проектирование и технология электронных средств.(№ 29 тех/дс от 10.03.2000)

СД.5, специальные дисциплины

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры конструирования и технологии радиоэлектронных средств протокол № 5 от 04.07.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Синельников Андрей Владимирович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Вострецов Алексей Геннадьевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Вострецов Алексей Геннадьевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД. 01	<p>Технология радиоэлектронных средств :</p> <p>Моделирование и оптимизация технологических процессов; точность технологических процессов; технологичность конструкций; технология деталей радиоэлектронных средств (РЭС); пайка, сварка, склеивание; нанесение пленок и покрытий; технология печатных плат; герметизация РЭС; настройка РЭС; испытания РЭС; технологическая документация; технологическая подготовка производства; эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.</p>	220

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	<p>Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности) 654300 "Проектирование и технология электронных средств" (210201.65 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств")</p> <p>Направление подготовки дипломированного специалиста (квалификация - инженер) утверждено приказом Минобрнауки РФ № 686 от 02.03.2000 г. Регистрационный номер 29 тех/дс от 10. 03. 2000 г</p>
Адресат курса	Студенты 5 курса, обучающиеся по специальности 210201 (200800) "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"
Основная цель (цели) дисциплины	После успешного освоения материала дисциплины студент будет уметь использовать принципы системного подхода для проектирования технологических процессов производства радиоэлектронной аппаратуры
Ядро дисциплины	Ядро курса составляют задачи проектирования технологических процессов производства радиоэлектронной аппаратуры, задачи анализа точности технологических процессов и задачи подготовки технологических документов
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Для данного курса необходимо освоения предшествующих дисциплин: Математический анализ, Спец. главы математики, Информатика, Конструирование РЭС, Материаловедение и материалы электронных средств.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Уровень "знать": Дифференциальное и интегральное исчисления, ряды, Непрерывные и дискретные случайные величины, функция

	<p>распределения, независимость случайных величин, числовые характеристики, Возможности программных продуктов в части статистической обработки данных, Правила оформления конструкторской документации на изделия РЭС, Свойства материалов, используемых при изготовлении РЭС.</p> <p>Уровень "уметь": Дифференцировать, интегрировать, решать системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, Определять выборочные моменты случайной величины, ее функцию распределения, проверять статистические гипотезы, Программировать в среде Mathcad и в среде Excel, Рассчитывать размерные цепи, вероятности собираемости изделий, Применять информацию о материалах для проектирования технологических процессов изготовления РЭС.</p>
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	По данной дисциплине предусмотрены зачеты в 8,9 семестре и Государственный экзамен в 10 семестре.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	Разработка и внедрение технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации производства.
2	Выпуск конструкторско-технологической документации на объекты проектирования.
3	Разработка программ испытаний и систем контроля.
4	Разработка технологической документации.
5	Участие в деятельности служб по всеобщему управлению качеством.
знать	
6	Методические и нормативные материалы по проектированию электронных средств и технологии их производства.
7	Современные технологические процессы производства электронных средств.
8	Современные пакеты прикладных программ по автоматизированному технологическому проектированию.
9	Основные принципы построения гибких автоматизированных производственных систем и робототехники.
10	Основное используемое оборудование и принципы его работы.
11	Виды брака и способы его предупреждения.
уметь	
12	Применять стандарты по проектированию и технологии электронных средств.
13	Применять системы автоматизированного технологического проектирования.

14	Применять типовые технологические процессы для изготовления электронных средств.
15	Применять средства измерений.
16	Применять методику определения влияния статистического разброса параметров комплектующих и материалов на выходные характеристики качества выпускаемой продукции.
17	Применять методику проектирования оптимальной структуры контроля технологических процессов
18	Применять методику и средства испытаний электронных средств.
иметь опыт (владеть)	
19	Современными системами проектирования технологических процессов и управления производством РЭС.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Введение. Нормативные документы технологического проектирования. Базовые ТП.		
Дидактическая единица: Технология РЭС как область знания о проектировании ТП изготовления радиоэлектронных средств, средствах автоматизации, принципах управления ТП, методах повышения эффективности и качества ТП.		
Общая характеристика РЭС как объекта производства. РЭС как система и РЭС как совокупность деталей и сборочных единиц с различными функциональными характеристиками, отвечающая эксплуатационным требованиям и рентабельности в производстве.	2	1
Структура производственного процесса. Комплекс технологических процессов, характерных для производства РЭС. Важнейшие технико-экономические показатели производства РЭС: экономичность, эффективность, качество продукции. Технологическое оборудование и его роль в повышении технологических процессов. Решение задач автоматизации путем разработки и внедрения роботов и робототехнических комплексов. Технологичность конструкций РЭА.	2	1
Дидактическая единица: Стандарты ЕСТПП и ЕСТД.		
Характеристика стандартов в группах. Состав стандартов по группам. Стадии разработки технологической документации по ГОСТ 3.1102-81. Состав технологических документов и их характеристика для стадий "Предварительный проект", "Опытный образец", "Серийное (массовое) производство": карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта.	2	12, 2, 6, 7
Технологический и производственный процессы : элементы ТП (операция, переход, установ, позиция, прием), объекты ТП (деталь, узел, изделие, аппарат, система), виды ТП (индивидуальный, типовой, групповой), тип производства (массовое, серийное, единичное), виды производства (основное, вспомогательное)	2	12, 14, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Технология производства печатных плат (ПП).		
Классификация печатных плат и методов их изготовления.	4	14, 7

Однослойные, многослойные, керамические, гибкие ПП. Субтрактивная, аддитивная технологии изготовления ПП. Метод последовательного наращивания. Методы нанесения рисунка на ПП. Трафаретная печать. Фотопечать. Офсетная печать. Изготовление односторонних ПП. Алгоритм формирования ПП аддитивным методом (основные операции). ГОСТ 24322-80. "Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления односторонних печатных плат химическим методом".		
Изготовление двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом. ГОСТ 24322-80 "Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом". Изготовление многослойных ПП методом металлизации сквозных отверстий. ГОСТ 24322-80 "Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий."	4	12, 14, 6, 7
Конструкционные материалы для изготовления ПП. Оборудование для изготовления ПП. Фотошаблоны. Раскрой, разрезка, выполнение базовых отверстий. Образование монтажных и переходных отверстий. Механическая и химическая подготовка поверхности заготовок. Химическая и гальваническая металлизация. Нанесение рисунка схемы. Контроль и испытания ПП. Входной контроль материалов. Операционный контроль. Выходной контроль ПП.	2	10, 12, 14, 4
Дидактическая единица: Технология изготовления деталей РЭС.		
Обработка металлов резанием: токарная, фрезерная технологии. Литье, штамповка металлов. Литье пластмасс. Электроэрозионные, лучевые методы обработки. Обработка ультразвуком, электрохимическая обработка, плазменные технологии обработки. Защитные покрытия деталей РЭС: металлические, химические, лакокрасочные покрытия, нанесение пленок. Пайка, сварка, склеивание деталей РЭС.	4	1, 10, 14, 7
Модуль: Сборочно-монтажные процессы.		
Дидактическая единица: Технология сборки узлов на печатных платах.		
ОСТ 4 ГО. 054.266 "Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Сборка блоков (модулей 2 уровня). Типовые технологические процессы." Подготовка ЭРЭ. Подготовка ПП. Установка ЭРЭ на ПП. Пайка бескорпусных МСБ на ПП. Установка элементов электрических соединений на ПП. Влагозащита печатных узлов. Установка узлов на каркас. Межузловой монтаж. Маркировка ячеек. Ремонт ячеек. Проводной монтаж на ПП: технология стежкового монтажа, многопроводный монтаж фиксируемыми проводами, проводной монтаж неупорядоченными незакрепляемыми проводами, монтаж ткаными устройствами коммутации.	4	2, 4, 7
Технология поверхностного монтажа. Конструктивные особенности радиоэлементов для поверхностного монтажа. Особенности изготовления ПП. Технологический процесс автоматизированной планарной сборки. Технологический процесс пайки узлов поверхностного монтажа. Контроль узлов поверхностного монтажа.	4	10, 12, 2, 4, 7

Семестр: 9		
Модуль: Автоматизированное производство РЭС.		
Дидактическая единица: Структура интегрированного производственного комплекса (ИПК)		
Структура интегрированного производственного комплекса (ИПК): автоматизированная система управления (АСУ), автоматизированная система научных исследований (АСНИ), система автоматизированного конструкторского проектирования (САПР), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), гибкое автоматизированное производство (ГАП), автоматизированная система контроля и испытания объектов (АСКИО), банк данных (БД).	4	1, 10, 13, 2, 4, 8, 9
Гибкое автоматизированное производство РЭС. ГАП печатных плат. Автоматизированная сборка печатных узлов. Типовая структура цеха автоматизированной сборки узлов на ПП. АСТПП в системе ИПК. Структурная модель АСТПП. Организационная модель АСТПП. Аппаратная модель АСТПП. Отработка РЭС на технологичность в АСТПП.	4	10, 13, 9
Роботы в производстве РЭС. Классификация робототехнических систем (РТС). Манипуляционные РТС. Структура автоматически действующей РТС. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы. Датчики роботов. Двигатели роботов. Пневматические системы роботов.	2	10, 9
Методы технологического проектирования в АСТПП. Пакет автоматизированной технологической подготовки производства "TechnologiCS": интерфейс системы, организация справочников, организация процесса проектирования технологии, организация процесса проектирования комплектов технологических документов, вопросы управления производством.	2	12, 13, 14, 19, 2, 4, 8
Модуль: Моделирование и оптимизация технологических процессов.		
Дидактическая единица: Точность технологических процессов.		
Методы взаимозаменяемости РЭС: метод полной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод подгонки. Идентификация технологических объектов. Регрессионная идентификация по критерию минимума суммы квадратических отклонений.	4	11, 15, 16, 4, 6
Дидактическая единица: Технологическая воспроизводимость РЭС.		
Технологическая воспроизводимость РЭС: понятие о коэффициенте влияния, вывод формулы для расчета отклонения выходного параметра изделия от его номинального значения, распределения параметров, коэффициент корреляции параметров, коэффициент рассеяния параметров, условие технологической воспроизводимости. Вывод формулы для расчета вероятности годности изделия.	4	11, 16, 17
Модуль: Контроль технологических процессов.		
Дидактическая единица: Технический контроль радиотехнического производства.		
Классификация методов контроля по ГОСТ 14. 318-83. Сплошной, выборочный, летучий контроль. Риск Изготовителя при одномодальном распределении параметра. Риск Заказчика при одномодальном распределении параметра. Риски Заказчика и Изготовителя при полимодальном распределении параметров. Выборочный контроль РЭС : постановка задачи, вывод алгоритма выборочного контроля. Синтез оптимального алгоритма	4	11, 17, 3, 5

проектирования операционного контроля. Выбор оптимального состава контрольного оборудования.		
Дидактическая единица: Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС.		
Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС. Автотестеры для контроля печатных плат и узлов на печатных платах. Типовые узлы автоматизированной системы технологического контроля. Методы контроля основных параметров бытовой радиоаппаратуры. Настройка РЭС.	4	11, 17, 3, 5
Модуль: Испытания РЭС.		
Дидактическая единица: Испытания РЭС		
Испытания РЭС на механические воздействия: виды вибраций, резонансные частоты конструкций, ударные, линейные, акустические нагрузки. Испытания на климатические воздействия: температурные испытания, испытания на влажность, воздействие пыли, герметичность. Герметизация РЭС. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия. Испытания на космические и радиационные воздействия. Испытания электронных средств на надежность. Проектирование операции технологической приработки изделий РЭС. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.	6	11, 18, 3

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Введение. Нормативные документы технологического проектирования. Базовые ТП.			
Дидактическая единица: Технология изготовления деталей РЭС.			
Первоначальное знакомство с системой автоматизированной технической подготовки производства "TechnologiCS"	Знакомится с принципами организации автоматизированного технологического проектирования: администрированием справочников операций, переходов, оборудования, инструментов; проектированием технологических процессов в режиме прямого и блочного проектирования; выпуском технологических документов. Выполняет учебное задания по заполнению справочников, проектированию и выпуску документации для простейшего технологического процесса, состоящего из одной операции.	4	1, 13, 19, 2, 4, 8
Автоматизированное проектирование технологических процессов	Заполняет справочники операций, переходов, оборудования, инструментов применительно к	4	19, 2, 4

механической обработки деталей.	технологии обработки деталей резанием. Проектирует технологический процесс, включающий токарную, фрезерную, сверлильную, слесарную обработки. Готовит маршрутно-операционную карту технологического процесса.		
Автоматизированное проектирование технологических процессов штамповки.	Заполняет справочники операций, переходов, оборудования, инструментов применительно к технологии штамповки деталей РЭС. Проектирует технологический процесс изготовления детали методом штампования. Готовит маршрутно-операционную карту технологического процесса.	4	13, 19, 2, 4, 5, 8
Автоматизированное проектирование технологических процессов литья пластмасс.	Заполняет справочники операций, переходов, оборудования, инструментов применительно к технологии обработки литья пластмасс. Проектирует технологический процесс литья пластмассового корпуса изделия РЭС. Готовит маршрутно-операционную карту технологического процесса.	4	19, 2, 4
Семестр: 9			
Модуль: Сборочно-монтажные процессы.			
Дидактическая единица: Технология производства печатных плат (ПП).			
Типовые процессы изготовления печатных плат.	Заполняет недостающие справочники операций, переходов, оборудования, инструментов применительно к технологии изготовления печатных плат. На основе имеющихся в лабораторной Базе Данных типовых процессов изготовления печатных плат проектирует: 1. Технологический процесс изготовления печатной платы аддитивным методом. 2. Технологический процесс изготовления печатной платы субтрактивным методом 3. Готовит маршрутно-операционные карты технологических процессов. 4. Готовит ведомости материалов и инструментов к разработанным техпроцесам.	8	14, 19, 2, 4, 6, 7, 8

Дидактическая единица: Технология сборки узлов на печатных платах.			
Проектирование процессов сборки печатных узлов.	<p>аполняет недостающие справочники операций, переходов, оборудования, инструментов применительно к технологии сборки печатных узлов. На основе имеющихся в лабораторной Базе Данных типовых процессов сборки печатных узлов проектирует:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологический процесс сборки методом монтажа в отверстия. 2. Технологический процесс сборки методом поверхностного монтажа. 3. Готовит маршрутно-операционные карты технологических процессов. 4. Готовит ведомости материалов и инструментов к разработанным техпроцессам. 	8	13, 14, 19, 2, 4
Проектирование сборочных процессов РЭС.	<p>Изучает интерфейс системы, организацию классов, основных и вспомогательных справочников. Осваивает ведение спецификаций (состава изделия). Получает представление о конструкторском и технологическом составе изделия, их различиях. Проектирует пробный технологический процесс поузловой сборки изделия РЭС. Выполняет выпуск комплекта технологической документации.</p>	8	17, 19, 2, 4, 7, 8
Модуль: Автоматизированное производство РЭС.			
Дидактическая единица: Структура интегрированного производственного комплекса (ИПК)			
Технологическая подготовка производства в системе TechnologiCS	<p>Проектируется состав изделия, технологии изготовления деталей, технологию сборочного процесса. Осуществляет трудовое и материальное нормирование полученных процессов. На основании полученных данных планирует технологический цикл изготовления изделия. На основании заданной преподавателем производственной ситуации планирует производственный цикл.</p>	8	19, 5, 7, 8, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Подготовка к зачету

20 часов. На зачет выносятся следующие вопросы:

1. Общая характеристика стандартов ЕСТПП
2. Общая характеристика стандартов ЕСТД
3. Стадии разработки конструкторской и технологической документации
4. Технологический процесс: элементы ТП, объекты ТП, виды ТП
5. Типы производства
6. Виды производства. Параметры производства.
7. Классификация печатных плат
8. Технология изготовления ОПП субтрактивным методом
9. Технология изготовления ОПП аддитивным методом
10. Изготовление ДПП комбинированным позитивным методом
11. Изготовление МПП методом металлизации сквозных отверстий
12. Конструкционные материалы для изготовления ПП
13. Оборудование, применяемое при изготовлении ПП (фотошаблоны, заготовительное оборудование, образование монтажных и переходных отверстий, химическое и гальваническое меднение)
14. Типовой технологический процесс изготовления узлов на ПП. Подготовка элементов к монтажу, установка ЭРЭ
15. Методы пайки узлов на ПП
16. Технология поверхностного монтажа. Подготовительные операции.
17. Технология поверхностного монтажа. Сборка и пайка узлов.
18. Структура интегрированного производственного комплекса
19. Сравнительная характеристика сеткографического и фотографического методов нанесения рисунка на ПП.
20. Технология получения деталей из пластмасс.
21. Технология получения деталей методом штамповки.
22. Технология получения деталей методом токарной обработки.

Семестр- 8, РГЗ

25 часов. Темы РГЗ:

1. Материалы и свойства материалов для изготовления печатных плат.
2. Методы изготовления многослойных печатных плат.
3. Высокоточные технологии нанесения рисунка на печатную плату.
4. Автоматизация контроля печатных плат и узлов на печатных платах.
5. Автоматизированные системы сборки узлов на печатных платах.
6. Технологические процессы планарной сборки узлов на ПП.
7. Гибкое автоматизированное производство РЭА по материалам зарубежных источников.
8. Обзор автоматизированных систем технической подготовки производства.
9. Роботы в сборочном производстве РЭА.
10. Обзор манипуляторов сборочных робототехнических систем.
11. Автоматизированные системы операционного контроля сборочных технологических процессов.
12. Цифровые системы обработки информации в технологическом и контроле ном оборудовании производственных систем.
13. Современные методы и оборудование механообработки деталей в производстве РЭС.
14. Обзор перспективных технологий нанесения покрытий.
15. Элементная база поверхностного монтажа в производстве РЭС.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

Подготовка к занятиям 30 час (9 семестр),

35 час выполняет контрольную работу "Технологическая подготовка серийного автоматизированного производства узла РЭА на печатной плате."

В процессе выполнения контрольной работы оценивает технологичность конструкции узла, проектирует ТП изготовления печатной платы, проектирует ТП автоматизированной сборки узла на печатной плате, оформляет маршрутно-операционные карты на технологический процесс изготовления печатной платы и на технологический процесс автоматизированной сборки узла.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Вводная часть

Для аттестации студентов по дисциплине используется балльно-рейтинговая система. Сумма баллов за текущую деятельность составляет не более 60 баллов/семестр, количество баллов по итоговой аттестации (зачет) не превышает 40 баллов/семестр.

В течение 8 семестра необходимо выполнить 16 часов лабораторных работ и 1 РГЗ в сроки, установленные учебным графиком .

В течение 9 семестра необходимо выполнить 32 часов лабораторных работ и 1 контрольную работу в сроки, установленные учебным графиком.

Правила текущей аттестации.

1. К защите контрольной работы и РГЗ допускается студент, выполнивший соответствующее задание в полном объеме и представивший отчет.
2. На защите студент должен ответить на 2-3 теоретических вопроса и 1-2 вопроса по порядку выполнения работы (программные средства, порядок выполнения и т.д.)
3. Максимальное количество баллов, соответствующее оценке «отлично», выставляется, если студент исчерпывающе ответил на все вопросы. Минимальное количество баллов, примерно равное половине от максимального и соответствующее оценке «удовлетворительно», выставляется, если при защите были выявлены серьезные недочеты. Среднее количество баллов выставляется в промежуточном случае (шкалу баллов см. в таблице 6.1).
4. Передача контрольной работы (РГЗ) назначается в случае, если студент не ориентируется в учебном материале, не может объяснить ход и результаты выполнения работы. Передача, как и невыполнение учебного графика, сопровождается потерей 20-30% баллов.

Правила итоговой аттестации

1. К зачету допускаются студенты, защитившие лабораторные работы и набравшие не менее 30 баллов по результатам текущего рейтинга.
2. Зачет проводится в виде теста из 20 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 2 балла.
3. Сумма баллов зачета и текущего рейтинга определяют итоговую оценку по дисциплине, как это показано в таблице 6.1.

Для получения допуска к экзамену студент должен набрать не менее 30 баллов по позициям 1...3 таблицы 6.1.

Таблица 6.1.

№	Вид учебной работы	Диапазон баллов	Срок выполнения (неделя семестра)
1	Защита л/работ	15-30	14 нед (8,9 семестр)
2	РГЗ	15-30	9 нед 8 семестр
3	Кр	15-30	9 нед 9 семестр
Итого по текущему рейтингу		30-60	
6	Зачет	20-40	
Итого по дисциплине		88-100 (отл.) 73-87 (хор.) 50-72 (удовл.)	

Соответствие проставляемых баллов за итоговую аттестацию оценками представлено в табл.6.2.

Таблица 6.2

Диапазон баллов	Оценка ESTS	Традиционная оценка	
90-100	A+	отлично	зачтено
	A		
	A-		
80-89	B+		
	B	хорошо	
	B-		
70-79	C+		
	C		
	C-	удовлетворительно	
60-69	D+		
	D		
	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-24	F		

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Кушнер В. И. Автоматизированное управление радиотехническим производством в системе TechnologiCS : учебник / В. И. Кушнер, А. В. Синельников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 215 с. : ил.
2. Кулыгин В. Л. Технология машиностроения : учебное пособие [для вузов по направлению "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и специальности "Технология машиностроения" направления "Конструкторско-технологическое обеспечение"] / В. Л. Кулыгин, В. И. Гузеев, И. А. Кулыгина. - М., 2011. - 182, [1] с. : ил., схемы - Рекомендовано УМО.
3. Кушнер В. С. Технологические процессы в машиностроении : учебник [для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. С. Кушнер, А. С. Верещака, А. Г. Схиртладзе. - М., 2011. - 413, [1] с. : ил., граф. табл., схемы - Рекомендовано УМО.
4. Схиртладзе А. Г. Технологические процессы автоматизированного производства : учебник [для вузов по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и

производств"] / А. Г. Схиртладзе, А. В. Скворцов. - М., 2011. - 398, [1] с. : ил., схемы, граф. - Рекомендовано УМО.

5. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств : [учебное пособие для вузов по специальности и направлению "Проектирование и технология электронных средств" / Ю. Л. Муромцев и др.]. - М., 2010. - 380, [1] с. : табл., граф., схемы - Рекомендовано УМО.

В электронном виде

1. Кушнир В. И. Автоматизированное управление радиотехническим производством в системе TechnologiCS : учебник / В. И. Кушнир, А. В. Синельников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 215 с. : ил. - Режим доступа:
http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2008/2008_kushnir.pdf

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Единая система конструкторской документации. Основные положения : [сборник]. - М., 2007. - 345, [1] : ил., табл.
2. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : [учебное пособие для вузов] / Л. А. Коледов. - СПб. [и др.], 2008. - 399, [1] с. - Рекомендовано УМО.
3. Ямпурин Н. П. Основы надежности электронных средств : [учебное пособие по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"] / Н. П. Ямпурин, А. В. Баранова ; под ред. Н. П. Ямпурин. - М., 2010. - 237, [1] с. : ил., табл. - Рекомендовано УМО.
4. Медведев А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. Медведев. - М., 2007. - 255 с. : ил., табл.
5. Уразаев В. Г. Влагозащита печатных узлов / В. Уразаев. - М., 2006. - 342 с. : ил.
6. Медведев А. М. Технология производства печатных плат / А. Медведев. - М., 2005. - 358 с. : ил., табл.
7. Стешенко В. Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат : учебное пособие для вузов по направлению 654600 - Информатика и вычислительная техника / В. Б. Стешенко. - СПб., 2005. - 711 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
8. Черепяхин А. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием : учебное пособие для вузов / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. - М., 2008. - 285 [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
9. Единая система технологической документации [Электронный ресурс]. Ч. 1. - М., 2003. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с экрана.
10. Единая система технологической документации : справочное пособие / [Е. А. Лобода и др.]. - М., 1992. - 324, [1] с. : табл.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Технология РЭС : [методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 и 2 для 3 и 5 курсов дневного отделения и 5 курса заочного отделения факультета радиотехники и электроники, направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Синельников, В. И. Кушнир]. - Новосибирск, 2009. - 106, [1] с. : табл., ил.

2. Технология РЭС : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Синельников, В. И. Кушнир]. - Новосибирск, 2009. - 42, [1] с. : ил., табл.

В электронном виде

1. Технология РЭС : [методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 и 2 для 3 и 5 курсов дневного отделения и 5 курса заочного отделения факультета радиотехники и электроники, направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Синельников, В. И. Кушнир]. - Новосибирск, 2009. - 106, [1] с. : табл., ил.. - Режим доступа:

<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3615.pdf>

2. Технология РЭС : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Синельников, В. И. Кушнир]. - Новосибирск, 2009. - 42, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3657.pdf>

8.2 Программное обеспечение

1. ЗАО "СиСофт", TechnologiCS, Технологическое проектирование и управление производством

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Общая характеристика стандартов ЕСТПП
2. Общая характеристика стандартов ЕСТД
3. Стадии разработки конструкторской и технологической документации
4. Технологический процесс: элементы ТП, объекты ТП, виды ТП
5. Типы производства
6. Виды производства. Параметры производства.
7. Классификация печатных плат
8. Технология изготовления ОПП субтрактивным методом
9. Технология изготовления ОПП аддитивным методом
10. Изготовление ДПП комбинированным позитивным методом
11. Изготовление МПП методом металлизации сквозных отверстий
12. Конструкционные материалы для изготовления ПП
13. Оборудование, применяемое при изготовлении ПП (фотошаблоны, заготовительное оборудование, образование монтажных и переходных отверстий, химическое и гальваническое меднение)
14. Типовой технологический процесс изготовления узлов на ПП. Подготовка элементов к монтажу, установка ЭРЭ
15. Методы пайки узлов на ПП
16. Технология поверхностного монтажа. Подготовительные операции.
17. Технология поверхностного монтажа. Сборка и пайка узлов.
18. Структура интегрированного производственного комплекса
19. Сравнительная характеристика сеткографического и фотографического методов нанесения рисунка на ПП.
20. Технология получения деталей из пластмасс.
21. Технология получения деталей методом штамповки.
22. Технология получения деталей методом токарной обработки.
23. Вывод уравнения технологической воспроизводимости РЭС
24. Сплошной контроль. Одномодальное распределение. Риск Изготовителя.
25. Сплошной контроль. Одномодальное распределение. Риск Заказчика.

26. Сплошной контроль. Полимодальное распределение. Риск Изготовителя.
27. Сплошной контроль. Полимодальное распределение. Риск Заказчика.
28. Выборочный контроль РЭС. Вывод формулы биномиального распределения.
29. Выборочный контроль по альтернативному признаку. Вывод алгоритма контроля.
30. Оперативная характеристика выборочного контроля.
31. Последовательный выборочный контроль по критерию Вальда.
32. Общая формулировка задачи статистического решения по Байесовскому критерию минимума среднего риска.
33. Критерий проектирования технологического процесса контроля. Математическая модель контроля.
34. Вывод алгоритма проектирования контроля для случая восстанавливаемого изделия.
35. Вывод алгоритма проектирования контроля для случая невосстанавливаемого изделия.
36. Выбор оборудования контроля в технологическом процессе.
37. Регрессионная идентификация статического технологического процесса. Вывод уравнения идентификации в общем виде.
38. Регрессионная идентификация линейного процесса.
39. Методика планирования эксперимента на основе линейной модели объекта.
40. Планирование технологической операции электропрогона. Математическая модель интенсивности отказа изделия.
41. Планирование технологической операции электропрогона. Вывод соотношения для расчета оптимального времени электропрогона.
42. Основные математические соотношения теории надежности. Вероятность безотказной работы. Распределение момента отказа. Интенсивность отказов.
43. Методика расчета надежности РЭА.
44. Организация испытаний на надежность.
45. Факторы, влияющие на работоспособность РЭА.
46. Климатические, механические испытания РЭА.