

**Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор

С.К. Дик

14.02.2018

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в магистратуру
по специальности 1-39 81 01 Компьютерные технологии
проектирования электронных систем

Минск 2018

Программа вступительного экзамена составлена в соответствии с квалификационными требованиями, предъявляемыми к уровню подготовки специалистов на второй ступени высшего образования, а также типовых учебных программ по дисциплинам: «Проектирование электронных модулей, устройств и систем», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 29.07.2016 №ТД–І.1372/тип, «Физические основы проектирования радиоэлектронных средств», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 03.05.2016, регистрационный №ТД–І.1359/тип. и «Программное обеспечение инженерного моделирования физических процессов», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 29.07.2016, регистрационный №ТД–І.1374 /тип.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Ф. Алексеев – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

Г.А. Пискун – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

Д.В. Лихачевский – декан факультета компьютерного проектирования, канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

В.В. Хорошко – заведующий кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», канд.техн.наук, доцент;

В.Е. Матюшков – первый заместитель директора, главный инженер ОАО «КБТЭМ-ОМО», д-р техн. наук, профессор кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

С.А. Ефименко – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», главный конструктор ОАО «ИНТЕГРАЛ».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол №16 от 12.02.2018)

Заведующий кафедрой ПИКС



В.В. Хорошко

Дисциплина «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ, УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»

Раздел 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭМУС

Тема 1. КОНСТРУИРОВАНИЕ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭМУС

Сущность процесса проектирования и роль конструктора в обществе.

Объект проектирования. Конструирование как процесс проектирования с обратной связью. Основные этапы проектирования ЭМУС. Задачи и характер конструирования.

Основные свойства ЭМУС и их описание. Взаимодействие ЭМУС с окружающей средой в процессе эксплуатации и изготовления. Уровни сложности системы.

Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных устройств. Противоречия между расширением функциональных возможностей и ограничениями на габариты, массу, удобство применения и обслуживания при повышении требований к надежности, патентной чистоте и другим показателям.

Тема 2. ВЫБОР СТРАТЕГИИ И МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭМУС

Стратегии проектирования. Методы решения конструкторских задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа. Системный подход при проектировании ЭМУС. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию ЭМУС. Поиск конструкторских решений. Методы конструирования ЭМУС.

Тема 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ЭМУС ОТ ВЛАГИ

Атмосферная коррозия деталей. Стойкость материалов к атмосферной коррозии. Влагостойкость металлов и пластмасс. Процесс растворимости воды в полимерах. Закон Генри. Термопластичные органические материалы и их характеристики. Резины и эбониты и их параметры конструкций ЭМУС.

Защита от влаги с помощью покрытий. Металлические покрытия. Цинковое, кадмиевое, никелевое, хромовое, медное, оловянное покрытия, покрытия благородными металлами.

Анодно-окисные покрытия. Химические окисные покрытия. Лакокрасочные покрытия и их свойства. Покрытия меламиновые. Пентафталевые и глифталевые покрытия. Перхлорвиниловые, нитроцеллюлозные покрытия. Эпоксидные, полиакриловые, фенольные, битумные покрытия.

Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭМУС

Тема 4. МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭМУС

Особенности методов конструирования ЭМУС. Схема разработки эффективной ЭМУС. Классификация видов связей в ЭМУС.

Сложившиеся методы конструирования ЭМУС. Геометрический, машиностроительный, топологический методы, метод моноконструкций, базовый и эвристический методы, метод автоматизированного проектирования.

Тема 5. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Конструкторские документы и их классификация. Стадии разработки конструкторской документации. Техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект.

Виды и комплектность конструкторских документов. Виды и типы изделий. Рабочая конструкторская документация. Схемная документация. Текстовые документы.

Тема 6. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭМУС

Современная элементная база. SMD-элементы. Дискретные элементы.

Интегральные схемы. Устройства индикации и коммутации. Устройства функциональной электроники. Выбор и обоснование элементной базы с учетом условий эксплуатации.

Тема 7. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

Методы монтажа, применяемые в мировой практике. Виды монтажа.

Общие понятия, классификационные признаки и основные конструкторско-технологические разновидности печатных плат (ПП). Терминология.

Выбор материалов для ПП. Общие сведения о материалах для печатных плат. Фольгированные медью материалы для жестких печатных плат. Материал на основе бумаги, пропитанной диоксидной смолой. Стекломат, пропитанный полиэфирной смолой. Материал на основе стеклоткани, пропитанный эпоксидной смолой. Фольгированные материалы для гибких печатных плат. Полиэфирная пленка. Полиимидная пленка. Фторированная этиленпропиленовая пленка.

Варианты установки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на ПП. Компоновка элементов на ПП. Выбор соединителей. Разработка несущих конструкций для ПП.

Конструкторские чертежи ПП. Размеры. Обработка по контуру. Технологическая зона. Отверстия. Базы при нанесении размеров. Виды размеров. Способы нанесения размеров. Свободные и сопряженные размеры. Цепной и координатный методы нанесения размеров. Методы прецедентов, подобия и расчетный при оформлении конструкторской документации на печатные платы.

Назначение допусков на размеры при проектировании элементов ПП. Методы простановки допусков. Посадки. Виды посадок. Правила проводки проводников. Длина проводников. Штриховка проводников. Маркировка на ПП.

Типовые технические требования по ПП. Функциональные узлы (ФУ). Комплект конструкторских документов на ФУ. Конструкторские расчетные соотношения на ФУ с микросхемами (МС). ФУ общего и частного примене-

ния. Моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой методы конструирования печатных плат.

Типовые технические требования на конструкцию сборочного печатного узла. Расчетные соотношения при конструировании печатных плат для расчета размеров элементов конструкции печатных плат. Электромагнитная совместимость в ПП. Причины возникновения проблемы. Пути решения проблемы. Виды помех. Влияние связей на работу элементов конструкции. Емкостные связи. Индуктивные связи. Расчет величины паразитных емкостей. Расчет величины индуктивностей. Помехи из-за рассогласования. Помехи из-за поверхностного эффекта.

Конструкторские основы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС): экранирование (электростатические экраны, магнитостатическое экранирование, электромагнитное экранирование). Примеры конструкций экранов.

Подавление помех по цепям питания. Заземление. Новые платы тонкопроводного монтажа. Печатная плата с металлическими основаниями.

Особенности конструирования многослойных печатных плат (МПП). Задачи МПП. Материалы, перекрестные помехи в МПП. Методы получения МПП. Особенности оформления конструкторской документации по МПП.

Тема 8. КОМПОНОВКА ИЗДЕЛИЙ ЭМУС

Компоновочные критерии: по надежности, по тепловому режиму, по размещению, по технологичности, по технологичности и стоимости, критерий функционирования и т.д.

Классификация компоновок. Централизованные и децентрализованные компоновки систем. Многоблочные и одноблочные приборы. Секции, пульта, стойки (щитовые, шкафные). Конструктивная иерархия. Типовая структурная схема компоновки изделия на основе принципа «от общего к частному». Разработка пространственной структуры изделия. Выбор способа трассировки. Выбор конструктивных вариантов электрических и механических соединений модулей низшего уровня. Уточнение габаритных и посадочных размеров, модулей низшего уровня и определение размеров самого изделия. Разработка технического задания (ТЗ) на конструирование модулей низшего уровня.

Тема 9. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ, РЯДЫ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Определение ряда типоразмеров НК блоков. Электрические соединения в конструкциях ЭМУС. Типовые технологические требования для ЭМУС с объемным и печатным монтажом. Разработка сборочного чертежа (СБ) устройства.

Упрощения на СБ. Соединения на СБ устройств ЭМУС. Типовые технические требования на СБ, полученных сваркой. Спецификации к СБ. Детализация сборочного чертежа. Конструкторский анализ схемы электрической принципиальной. Эксплуатационные требования к конструкции ЭМУС. Выбор способа монтажа при конструировании ЭМУС. Типовые технические

требования к детали, полученной методом отливки. Типовые технические требования к чертежам деталей из заготовок. Типовые технические требования к деталям из профильной пластмассы.

Тема 10. КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭМУС

Структура несущих конструкций (НК) ЭМУС. Основные конструктивные уровни ЭМУС и соответствующие конструкции. Конструктивно-технологические требования к несущим конструкциям. Основные материалы несущих конструкций. Жесткость деталей НК. Прочность деталей несущих конструкций при переменных нагрузках. Устойчивость элементов несущих конструкций.

Конструирование деталей и узлов НК. Неразъемные соединения в НК. Разъемные соединения в несущих конструкциях. Компоновка конструктивных модулей первого уровня. Компоновка модулей второго уровня. Типовые несущие конструкции ЭМУС.

Допуски и посадки деталей ЭМУС. Взаимозаменяемость деталей и размерные цепи. Допуски и посадки гладких цилиндрических и плоских соединений. Отклонения формы и расположения поверхностей деталей.

Выбор допусков и посадок на типовые детали и соединения ЭМУС. Детали несущих конструкций. Платы, корпуса, крышки. Детали опор. Опоры качения и скольжения. Детали коммутационных устройств. Детали отсчетных устройств. Детали из керамики, пластмасс, резины. Детали из отливок цветных металлов и сплавов.

Тема 11. КОНСТРУИРОВАНИЕ БЛОКОВ И СТОЕК

Основные компоновочные схемы блоков и стоек, согласованные с моделями первого уровня. Элементы механического крепления, фиксации. Конструкции ЭМУС. Унификация и стандартизация несущих конструкций.

Тема 12. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА

Общие сведения о проектировании электромонтажного чертежа устройства. Выбор и монтаж проводов, укладка и вязка жгутов. Монтаж навесных элементов. Обеспечение электрической прочности соединений.

Тема 13. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭМУС

Источники возникновения помех в ЭМУС. Электромагнитная обстановка.

Понятие о совместимости и экранировании. Влияние нежелательных электрических связей на работу элементов конструкции. Электростатическое экранирование. Магнитостатическое экранирование. Эффективность экранирования плоского экрана. Эффективность экранирования цилиндрического экрана. Эффективность экранирования сферического экрана. Развязывающие фильтры. Экранное заземление. Разновидности объемного монтажа, применяемые при разработке ЭМУС.

Источники возникновения помех в ЭМУС. Оценка работы конденсаторов и резисторов при воздействии помех. Физические процессы в активных компонентах при воздействии помех.

Влияние помех на цифровые схемы. Влияние помех на аналоговые схемы. Схемы сопряжения при воздействии помех. Помехи в источниках питания. Оценка воздействия радиопомех мощных источников сигнала.

Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Формирование электромагнитного излучения (ЭМИ) в случаях наземного и высотного ядерных взрывов и взрыва на малой высоте.

Раздел 3. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭМУС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тема 14. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭМУС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Универсализация и специализация ЭМУС, влияние микроэлектроники.

Причины специализации ЭМУС, достоинства и недостатки специализированной ЭМУС.

Основные понятия об особенностях разработки конструкций ЭМУС различного назначения и принципа функционирования. Наземные, бортовые и носимые ЭМУС. Специфика конструирования цифровых, аналоговых, комбинированных узлов и блоков. Конструкции ЭМУС с использованием микропроцессоров и микроЭВМ. Мощные ЭМУС и источники вторичного электропитания.

Тема 15. НАЗЕМНАЯ АППАРАТУРА. НАЗЕМНАЯ ПЕРЕНОСНАЯ И СТАЦИОНАРНАЯ ЭМУС

Классификация наземной переносной и стационарной ЭМУС. Особенности переносной аппаратуры и ее отличие от стационарной. Требования к аппаратуре, работающей в отапливаемых наземных и подземных сооружениях; характеристика различных климатических зон. Анализ механо-климатических требований к наземной переносной и стационарной аппаратуре обеих групп.

Требования к помещениям, где размещается ЭМУС. Компонентные схемы наземной стационарной ЭМУС. Конструкции стоек, шкафов, блоков и субблоков. Обеспечение удобства и безопасной эксплуатации, обслуживания и ремонта. Выполнение требований антропометрии, эргономики и технической эстетики при размещении органов управления и индикации отдельных блоков.

Правила компоновки отдельных блоков в зависимости от их габаритов, массы тепловыделения. Конструирование пультов управления и отображения информации. Конструирование лицевых панелей. Требования к несущей конструкции. Конструктивные и монтажные соединения сборочных единиц.

Особенности компоновки сложных радиотехнических систем. Конструирование лабораторной и контрольно-измерительной аппаратуры.

Требования по точности, удобству эксплуатации, технической эстетике надежности, ремонтпригодности. Несущие конструкции. Стандартизация и

унификация приборов и измерительных стоек. Точностные характеристики. Перспективы развития.

Тема 16. КОНСТРУИРОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Методы получения диагностической информации. Биологический объект как объект исследования. Система методов медико-биологического исследования. Электрофизиологические и фотометрические методы, используемые при разработке средств медицинской электроники. Обобщенные структуры электрометрической аппаратуры.

Проектирование устройств сопряжения электрофизиологической аппаратуры с организмом. Проектирование устройств сопряжения фотометрических систем с организмом.

Тема 26. НАЗЕМНАЯ ПОДВИЖНАЯ ЭМУС

Раздел 4. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Тема 17. ИСТОЧНИКИ ПЕРВИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Классификация источников первичного электропитания (ИПЭ). Основные электрические параметры ИПЭ. Области использования различных ИПЭ.

Электрические сети и генераторы. Гальванические элементы и батареи. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи. Полупроводниковые элементы и батареи.

Обоснование и оценка выбора ИПЭ.

Тема 18. ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Классификация источников вторичного электропитания. Система электропитания и схема источников вторичного электропитания. Функциональные узлы источников электропитания.

Компоновка блоков электропитания. Конструирование шин электропитания. Пути комплексной миниатюризации источников питания. Конструктивные способы обеспечения тепловых режимов вторичных источников питания (ВИП).

Тема 19. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дальнейшее развитие конструкций ЭМУС. Применение микропроцессоров и создание на их основе многофункциональных однородных по конструкции узлов. Конструкции ЭМУС, использующих принципы обработки, передачи и отображения информации на основе явлений оптоэлектроники и функциональной электроники. Обеспечение гибкости в проектировании и производстве при повышении степени интеграции микросхем. Дальнейшее развитие повышения уровня интеграции, новые решения (монтаж на поверхности, крупноформатные подложки, интеграция на целой пластине). Возрастание роли конструктора-технолога в развитии радиотехнических систем,

расширение комплексного многогранного применения вычислительной техники.

Раздел 5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)

Тема 20. НАЗНАЧЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ СТАДИЙ РАЗРАБОТКИ ЭМУС

Техническое задание на проектирование и постановку продукции на производство. Технические требования и ограничения. Требования к эксплуатационным, электрическим и конструкторским параметрам и характеристикам. Показатели качества конструкции: абсолютные, относительные, удельные и комплексные. Взаимосвязь конструкции радиоэлектронных устройств с определяющими факторами и тактико-техническими требованиями.

Стадии разработки конструкторской документации: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации. Содержание стадий разработки.

Тема 21. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Виды изделий. Виды и комплектность конструкторских документов (КД). Обязательные чертежи рабочей документации. Схемы как КД. Виды и типы схем. Правила выполнения электрических схем. Текстовые КД. Система обозначения КД. Основные требования, предъявляемые к рабочим чертежам. Чертежи деталей. Сборочные чертежи и их содержание. Спецификация и порядок ее оформления. Нанесение размеров и предельных отклонений. Взаимозаменяемость и допуски. Краткие сведения о системе допусков и посадок. Шероховатость. Параметры шероховатости. Обозначения шероховатости на чертежах.

Технические требования и техническая характеристика.

Тема 22 МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ШТАМПОВАННЫХ ПРЕССОВАННЫХ И ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Методы конструирования штампованных деталей: технологичность деталей, получаемых штамповкой, специфика конструирования деталей, получаемых гибкой, технологичность деталей, получаемых вытяжкой, основные материалы для штампованных деталей.

Методы конструирования прессованных и литых деталей: усадка как типичная особенность прессованных и литых деталей, методика конструирования прессованных и литых деталей, конструирование деталей с отверстиями, конструирование армированных пластмассовых деталей.

Методы конструирования механических соединений: неразъемные соединения, разъемные соединения.

Тема 23. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭМУС С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Обзор программного обеспечения по моделированию тепловых процессов и электромагнитной совместимости ЭМУС.

Моделирование тепловых процессов в ЭМУС. Моделирование тепловых процессов в печатном узле. Математическое моделирование электрических и тепловых процессов радиоэлектронных устройств. Моделирование тепловых режимов конструкций различных блоков радиоэлектронных устройств средствами программного комплекса ТРиАНА. Анализ тепловых режимов радиоэлектронных средств в системе Mentor Graphics.

Система анализа целостности сигналов и электромагнитной совместимости с помощью программного комплекса Hot-Stage. Электромагнитное моделирование планарных MEMS структур с использованием программного пакета EM3DS. SpeedXP Suite – система анализа электромагнитной совместимости, целостности сигналов и перекрестных искажений на печатных платах и в корпусах интегральных микросхем.

Дисциплина «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

Раздел 1. МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Краткий обзор и основные тенденции развития информационных технологий проектирования электронных устройств. Последние достижения в области автоматизированного проектирования. Основные характеристики информационных систем проектирования электронных устройств. Особенности проектирования конструкций, связанные с применением систем автоматизированного проектирования. Общая характеристика прикладного программного обеспечения информационных технологий проектирования электронных устройств. Жизненный цикл изделия и CALS-технологии. Комплексная автоматизация проектирования, производства и эксплуатации электронных устройств. Взаимосвязь основных систем автоматизации в рамках интегрированных производственных комплексов.

Тема 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Методы теории графов. Формальное описание коммутационных схем с помощью гиперграфов и матриц цепей и инцидентности. Основные модели

представления коммутационной схемы электронных устройств. Основы теории алгоритмов. Математическая модель электронной схемы и монтажного пространства.

Раздел 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 3. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Основные классы задач математического программирования. Линейное программирование. Математическая формулировка. Транспортная задача. Задача о назначениях. Венгерский метод. Нелинейное программирование. Математическая формулировка. Прикладные задачи. Целочисленное программирование. Математическая формулировка. Прикладные задачи. Методы статистической оптимизации. Динамическое программирование.

Компоновка типовых элементов конструкций. Последовательные алгоритмы разрезания схем. Итерационные алгоритмы компоновки. Алгоритмы покрытия. Алгоритмы размещения. Классификация. Алгоритмы линейного назначения. Итерационные алгоритмы. Алгоритмы парных перестановок. Алгоритмы случайного поиска и случайного блуждания. Эвристические алгоритмы. Непрерывно-дискретные алгоритмы. Алгоритмы, использующие дискретные методы оптимизации.

Алгоритмы трассировки проводных и печатных соединений. Волновой алгоритм Ли. Метод встречной волны. Лучевой алгоритм трассировки. Эвристические алгоритмы трассировки. Алгоритмы трассировки на основе нейронных сетей. Особенности использования алгоритмов трассировки в современных пакетах автоматизированного проектирования электронных устройств.

Тема 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Требования к моделям, используемым при решении типовых задач конструкторско-технологического проектирования электронных устройств. Типовые математические модели и алгоритмы автоматизированного проектирования технологических процессов (ТП). Функциональные и структурные модели технологических процессов изготовления электронных устройств. Структурно-логические модели ТП. Табличные модели. Сетевая форма описания ТП. Алгоритм проектирования ТП с использованием сетевой модели. Перестановочная форма описания ТП. Алгоритм проектирования ТП с использованием перестановочной модели. Индивидуальный и обобщенный технологические маршруты. Алгоритм синтеза технологического маршрута из обобщенного ТП.

Типовые решения в САПР технологических процессов. Виды технологических процессов. Методики автоматизированного проектирования технологического процесса. Метод прямого проектирования. Метод анализа. Метод синтеза в САПР технологических процессов.

Тема 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Постановка задачи проектирования оптимального ТП. Виды оптимизации ТП. Структурная оптимизация ТП. Параметрическая оптимизация ТП. Задачи оптимизации в подсистемах САПР электронных устройств. Основные критерии оптимальности. Способы поиска оптимальных решений. Прикладные задачи оптимизации.

Тема 6. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Средства документирования в САПР ТП. Организация системы формирования технологической документации. Применением систем автоматизации технологического проектирования ТехноПро, Techcard для разработки комплекта технологической документации. Алгоритмы автоматизированного проектирования ТП в САПР ТехноПро.

Тема 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Информационные модели данных. Общая структура и характеристика информационного обеспечения в САПР ТП. Основные типы и структуры данных. Логическое и физическое представление данных. Логические структуры данных. Физическая организация данных. Принципы организации банков данных. Системы управления банками данных.

Тема 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Состав технических средств САПР электронных устройств. Перспективы развития методов, алгоритмов и подсистем автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства электронных устройств.

Тема 9. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Информационные модели данных. Общая структура и характеристика информационного обеспечения в САПР ТП. Основные типы и структуры данных. Логическое и физическое представление данных. Логические структуры данных. Физическая организация данных. Принципы организации банков данных. Системы управления банками данных.

Тема 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Состав технических средств САПР электронных устройств. Перспективы развития методов, алгоритмов и подсистем автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства электронных устройств.

Раздел 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Тема 11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Структура библиотек элементов. Создание символов (УГО), посадочных мест и компонентов на их основе. Типы компонентов. Типы библиотек.

Тема 12. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Работа с редактором схем Schematic. Методика проектирования электрических схем. Электрические цепи и применение шин в схеме. Создание многостраничных проектов. Проверка электрической схемы. Особенности получения конструкторско-технологической документации. Вывод данных на печать.

Тема 13. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Структура слоев печатной платы. Переход от электрической схемы к печатной плате. Описание основных правил проектирования для печатных плат. Решение задач размещения и трассировки соединений. Оптимизация размещения. Ручная и автоматическая трассировка. Области металлизации на печатной плате. Проверка печатных плат. Внесение изменений в проект. Проектирование многослойных печатных плат. Получение комплекта технологической документации. Получение программ и кодов для управления технологическим оборудованием. Формирование трехмерного представления печатных плат. Обмен данными с другими прикладными пакетами проектирования.

Раздел 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Тема 14. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Геометрическое моделирование и синтез форм деталей. Виды геометрических моделей. Аналитические, алгебраические, канонические, каркасные, кинематические, геометрические макромодели и их применение при автоматизированном проектировании.

Тема 15. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Понятие параметризации. Связь документов детали, сборки и чертежа. Размерные и геометрические ограничения на параметры модели. Эскиз и плоскости построения. Объекты эскиза. Взаимосвязь между объектами эскиза. твердотельные элементы. Конфигурации деталей. Производные детали. проектирование деталей из листового материала. Методы проектирования сборок. сопряжения между деталями. Создание чертежей деталей и сборок. Стандартные виды, ортогональная проекция, вспомогательный, именованный, местный, разъединенный виды, вид по модели. Разрезы. Условные обозначения. Элементы оформления.

Тема 16. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Прочностной анализ и анализ устойчивости конструкций. Определение собственных частот и форм колебаний элементов конструкции. Тепловой расчет и термоупругий анализ. Параметрическая оптимизация по различным критериям. Моделирование ударных воздействий. Анализ движения механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

Дисциплина «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ, УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ»

1. Алексеев, В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭС : учеб. пособие / В.Ф. Алексеев. – Минск.: БГУИР, 2003. – 197 с.
2. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 464 с.
3. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.
4. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
5. Медведев, А.М. Технология производства печатных плат / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 430 с.
6. Моделирование радиоэлектронных средств с учетом внешних тепловых, механических и других воздействий с помощью системы АСОНИКА /
7. А.С. Шалумов [и др.]; под ред. проф. А.С. Шалумова. – Мн.: ВА РБ, 2014. – 373 с.
8. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В.В.Гольдин, В.Г.Журавский,

В.И.Коваленок и др.; Под ред. А.В.Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003. – 456 с.

9. Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.

10. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник / Е.В. Пирогова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.

11. Ланин, В.Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А.П. Достанко, Е.В. Телеш. – Мн.: Издат. центр БГУ, 2007. – 574 с.

12. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. Комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 1 / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с.

13. Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. Комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 2 / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 224 с.

14. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1: Моделирование физических процессов в радиоэлектронных средствах с помощью программных комплексов : пособие / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун. – Минск: БГУИР, 2016. – 71 с.

Дисциплина «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

1. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник / под ред. А.П. Карпенко; И.П. Норенкова и др. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 240 с.

2. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР : Курс лекций / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.

3. Мылов, Г. В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат /

4. Г. В. Мылов, А. И. Таганов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2014. – 168 с.

5. Муромцев, Ю. Л. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / Ю. Л. Муромцев [и др.]. – М. : Издательский центр "Академия", 2010. – 384 с.

6. Боровков, А.И. Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.

7. Суходольский, В.Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010. — С. 480.
8. Дударева, Н.Ю. SolidWorks 2011 на примерах (+ CD) / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. — СПб. : БХВ-Петербург, 2012. — 496 с.
9. Алямовский, А.А. COSMOSWorks. Основы расчёта конструкций в среде SolidWorks / А.А. Алямовский. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 784 с.
10. Падун, Б. С. Перспективы автоматизации технологической подготовки производства / Б. С. Падун, Д. Д. Куликов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2014. — Т. 57, № 8. — С. 7-11.
11. Помпеев, К. П. Автоматизация процесса проектирования технологий на основе структурного синтеза размерных связей / К. П. Помпеев, В. А. Клевцов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2014. — Т. 57, № 8. — С. 37-40.
12. Суходольский, В.Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 480 с.
13. Система автоматизации технологического проектирования ТехноПро. Версия 5. Руководство пользователя. — М. : ТОП Системы, 2003. — 485 с.
14. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие для вузов / О. В. Алексеев [и др.] ; под ред. О. В. Алексеева. — М. : Высш. шк., 2000. — 479 с.
15. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. — СПб. : Питер, 2004. — 560 с.
16. Прохоренко, В. П. Solid Works 2005 : практич. руководство / В. П. Прохоренко. — М. : БИНОМ, 2005. — 512 с.
17. Ткачев, Д. AutoCAD 2005 / Д. Ткачев. — СПб. : Питер, 2005. — 462 с.
18. Сабунин, Алексей. Altium Designer 14: обзор новых возможностей / А. Сабунин // Современная электроника. — 2013. — № 9. — С. 64-67.
19. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. М. Медведев. — М. : Техносфера, 2007. — 256 с.
20. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Кунву Ли. — СПб. : Питер, 2004. — 560 с.
21. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник / Е.В. Пирогова. — М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. — 560 с.
22. Сабунин, А. Altium Designer 2013: новые возможности — шаг навстречу российским пользователям // Современная электроника. — 2013. — № 3. — С. 68-72.
23. Мактас, М. Я. Проектирование печатных плат в САПР Altium Designer : сборник лабораторных работ / М. Я. Мактас, И. М. Бекмухаметов (в 2 ч. ч. 1). — Ульяновск : УлГТУ, 2014. — 56 с.
24. Суходольский В. Ю. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах в САПР Altium Designer 6. Часть 1. : Учебное пособие / В. Ю. Суходольский. — СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. — 148 с.