

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Е.Б. Романова, О.В. Кузнецова

**УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЕЙ
ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИ СКВОЗНОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ В ИИС: ПРАКТИКУМ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2015

Романова Е.Б., Кузнецова О.В. Управление конфигурацией электронного изделия при сквозном проектировании в ИИС: практикум. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 53 с.

В учебно-методическое пособие включены задачи: анализ технического задания на модификацию электронного изделия; разработка структурной схемы электронного изделия; разработка спецификации на печатную плату с вариантами исполнения; разработка алгоритмов внесения изменений в конструкцию электронного изделия. Пособие включает практические работы и задачи, описывающие реальные ситуации, возникающие при проектировании электронных изделий.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 11.04.03 (211000) «Конструирование и технология электронных средств» по магистерской программе «Сквозное проектирование электронных средств в защищенной интегрированной среде» по дисциплине «Управление конфигурацией электронного изделия при сквозном проектировании в интегрированной информационной среде».

Рекомендовано к печати Советом факультета КТиУ (протокол №5 от 25 мая 2015 года).



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2015

© Е.Б. Романова, О.В. Кузнецова

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
1. Определение конфигурации изделия на примере персонального компьютера	7
2. Анализ ТЗ на модификацию электронного изделия	17
3. Разработка структурной схемы электронного изделия	24
4. Разработка спецификации на ПП с вариантами исполнения	30
5. Алгоритмы внесения изменений в конструкцию ЭИ	37
6. Внесение изменений в конструкторскую документацию	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	51

ВВЕДЕНИЕ

Управление конфигурацией электронного изделия предполагает модификацию изделий, включающих печатные платы. Большинство практических заданий в данном пособии направлены именно на модификацию печатных плат. Не исключены ситуации, когда при модификации электронного изделия печатная плата остаётся без изменений, но такие случаи редки. Кроме печатных плат в электронном изделии может модифицироваться конструкция блока, стойки, шкафа и т.п., а также изменению могут подлежать кабели и жгуты; - данные вопросы частично рассмотрены в пособии.

Выполнение практических работ предполагает закрепление теоретических знаний и получение практических навыков по дисциплине «Управление конфигурацией электронного изделия при сквозном проектировании в интегрированной информационной среде». При этом студент должен показать навыки обобщения материала в форме выводов.

Цель решения задач состоит в овладении студентом методики управления конфигурацией составляющих электронных изделий (блоков, печатных плат, кабелей и жгутов) в интегрированной информационной среде. А также студент должен освоить методы внесения изменений в составляющие электронного изделия при сквозном проектировании.

Задания предназначены как для самоконтроля студентов по теоретическому курсу, так и для проведения преподавателем текущего контроля знаний студентов. В конце разделов приведены контрольные вопросы по изученному материалу.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Базовое изделие – это изделие, для которого на некоторую дату разработан и утвержден в установленном порядке полный комплект технической документации. Базовое изделие является основой, относительно которой разрабатываются модификации и исполнения.

Базовая конфигурация (БК, baseline) – утвержденная в установленном порядке документация конфигурации.

Документация конфигурации (ДК, configuration documentation) – это документация, позволяющая определить и идентифицировать функциональные, физические и эксплуатационные характеристики изделия.

Исполнение изделия – это разновидность изделия, создаваемая на основе базового с целью обеспечить его использование в специфических условиях окружающей среды или с целью удовлетворить специфические требования заказчика, например, в отношении комфортности (как правило, без изменения функциональности).

Конфигурация (Configuration) – это структура предполагаемого к разработке, разрабатываемого или существующего изделия, обладающая эксплуатационными, функциональными и физическими атрибутами (свойствами, характеристиками), отвечающими установленным требованиям, и отображаемая в различных информационных моделях, соответствующих стадиям ЖЦ этого изделия.

Концепция изделия (Product Concept; КИ) – понятие описывающее класс подобных изделий, которые предприятие предлагает заказчикам. КИ - идея изделия, отвечающая требованиям заказчиков («Облик изделия» или «Лицо изделия»).

Модификация – это разновидность изделия, создаваемая на основе базового с целью расширения или специализации сферы его использования. Создание модификаций – один из видов разработки, которая в зависимости от задач может сводиться к изменению компоновки составных частей, конструкции рабочих органов или органов управления, изменению внешнего вида и т.д. Обычно создание модификации связано с изменением функциональности изделия, обусловленным упомянутым в определении расширением (в сторону большей универсальности) или сужением (специализацией) сферы его применения.

Проектная базовая конфигурация (ПБК) – это утвержденный комплект ДК, созданный при разработке проекта и содержащий, помимо чертежей и иных проектных документов, сведения, подтверждающие выполнение требований к изделию и его компонентам на стадии проектирования (результаты расчетов, математического и/или натурного моделирования и т.п.).

Семейство изделий – это базовое изделие и все разновидности (модификации, исполнения), создаваемые на его основе.

Управление конфигурацией (Configuration Management) – это управленческая технология, устанавливающая и поддерживающая соответствие функциональных, физических и эксплуатационных свойств (характеристик) изделия заданным требованиям (в т.ч. требованиям заказчика). Эта технология предполагает выполнение следующих операций (по ИСО 10007): идентификация конфигурации; контроль конфигурации; учет статуса конфигурации; проверка (аудит) конфигурации.

Управление конфигурациями – управление процессом создания семейства изделий, в котором модификации и исполнения разрабатываются по требованиям заказчика, и обеспечивается максимально возможный уровень унификации (с базовым изделием и между разновидностями).

Функциональная базовая конфигурация (ФБК) – утвержденный комплект ДК (функциональная ДК), описывающий требования (заказчика) к изделию и его свойствам, а также проверки, необходимые для демонстрации выполнения этих требований.

1. Определение конфигурации изделия на примере персонального компьютера

Цель работы: исследование состава аппаратных и программных средств персонального компьютера (ПК), составляющих основу его конфигурации, а также формирование функциональной структуры ПК.

Краткие теоретические сведения:

При выборе варианта ПК пользователю необходимо найти оптимальное сочетание между расходами и комплектом приобретаемых функциональных устройств ПК. Правильное решение данной задачи напрямую зависит от рационального конфигурирования ПК.

Под *конфигурацией (Configuration) ПК* понимается минимальный набор функциональных устройств и системных ресурсов, которые обеспечивают решение определенных задач и набор качеств которых доступен восприятию непрофессионального пользователя. На выбор конкретного типа и состава ПК при его приобретении оказывает влияние тот класс задач, которые предстоит решать с его помощью. В то же время, в процессе эксплуатации ПК может возникнуть потребность изменить его конфигурацию при смене класса решаемых задач или профиля его использования.

Понятие «конфигурация» охватывает средства двух видов: аппаратные и программного обеспечения с необходимым набором их характеристик, параметров и назначений.

К аппаратным средствам относятся:

- центральный процессор (тип микропроцессора, его тактовая частота, длина машинного слова, разрядность представления чисел в форматах FIXED и FLOAT);
- внутренняя память, состоящая из двух типов запоминающих устройств – оперативного (ОЗУ или RAM) и постоянного (ПЗУ или ROM) (ёмкость области стандартного ОЗУ и ёмкость области расширенного ОЗУ, наличие зарезервированной памяти);
- системная магистраль (синоним – шина) – ее типы и количество слотов расширения каждого типа;
- внешняя память, которая представлена накопителями на гибких и жёстких магнитных дисках (НГМД или FDD, НЖМД или HDD), на лазерных (оптических) дисках (количество устройств и их типы, поддерживаемая ёмкость носителя информации, быстродействие – скорость чтения/записи, количество логических дисков на каждом ЖМД и пр.);
- периферийные устройства ввода информации – клавиатура, манипуляторы типа «мышь» и джойстик, сканер (типы, режимы работы и пр.);

- периферийные устройства (ПУ) вывода информации – монитор с видеоадаптером, принтер, графопостроитель (типы, режимы работы, разрешающая способность, быстродействие и пр.);
- средства для реализации аппаратных прерываний – контроллер аппаратных прерываний (количество физических входов для подключения ПУ, приоритеты обслуживаемых ПУ);
- средства для реализации прямого доступа к памяти – контроллер прямого доступа к памяти (количество физических входов, обслуживаемые устройства);
- параллельные, последовательные, USB-порты ввода/вывода для подключения стандартных ПУ (типы, количество, адреса, скорость обмена информацией и пр.).

К программным средствам относятся:

- операционная система (тип – MS Windows, UNIX, OS/2 и др.). Операционная система является важнейшей частью программного обеспечения компьютера (системы), предназначенной для управления вычислительным процессом, планирования работы и ресурсов компьютера (системы), организации выполнения программ при различных режимах работы машины, облегчения общения пользователя с ПК; базовая система ввода-вывода – BIOS;
- оболочка операционной системы (тип Norton Commander, Windows Commander и пр.), если таковая установлена;
- внешние подключаемые драйверы – управляющие программы, обеспечивающие конкретные режимы работы аппаратных средств;
- программы прерываний со своими векторами прерываний (номер прерывания, обслуживаемое устройство или режим);
- комплект программ технического обслуживания, предназначенный для уменьшения трудоёмкости эксплуатации компьютера (системы). Содержит программы количественной и качественной оценки характеристик и параметров аппаратных и программных средств компьютера (системы), проверки работоспособности компьютера (системы) и отдельных её устройств, определения (диагностирования) мест неисправностей (в качестве примера можно назвать Norton утилиты, штатные утилиты MS Windows, диагностическую программу CheckIt и пр.);
- прикладные программы, предназначенные для решения определенных классов задач (например, планово-экономических), а также для расширения функций операционных систем (управление базами данных и др.). Среди аппаратных и программных можно выделить промежуточную группу аппаратно-программных средств, содержащих в своем составе аппаратно реализованные программы (команды, микрокоманды).

В качестве объекта управления конфигурацией (объекта конфигурации (ОК) - Configuration Item) может выступать любое техническое или программное средство (или их комбинация), которое выполняет конечную функцию (или некоторую функцию конечного изделия), выделено для целей управления конфигурацией и обладает определенным набором атрибутов (свойств, характеристик) [1]. ОК обычно обозначают уникальным буквенно-цифровым идентификатором (кодом), который используется также в качестве неизменяемой части для серийных номеров и уникальной идентификации отдельных компонентов (блоков) этого ОК.

Любое требование, предъявляемое к изделию (ОК), является желаемым свойством. Такое определение позволяет сопоставлять требования с фактическими свойствами изделия (ОК) и устанавливать различия между ними (отклонения от требований).

Содержание понятий конфигурации и управления конфигурацией (УК) приобретают некоторые особенности в зависимости от того, в каком контексте они применяются. Ниже рассматриваются два таких контекста.

Потребительский контекст. Главная задача заказчиков сложных технических систем – формулирование и отслеживание требований, которые обязан выполнить поставщик. В этом контексте УК выглядит как многоступенчатый процесс формирования и анализа требований к изделию, а также многократное подтверждение того, что эти требования выполняются на разных стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделия. На начальных стадиях процесса формируется и анализируется укрупненная информационная модель (ИМ), отображающая структуру изделия и входящие в нее основные ОК – функциональные узлы (системы). Задача УК с точки зрения (в контексте требований) заказчика состоит в следующем:

- декомпозиция общих требований к изделию таким образом, чтобы выделить из них группы, которые можно однозначно сопоставить конкретным ОК; эти группы включаются в состав ИМ в форме желаемых свойств;

- формирование ИМ функциональной структуры изделия, состоящей из выделенных ОК, оформлении и утверждении соответствующей базовой конфигурации (создании так называемой функциональной базовой конфигурации);

- сопоставление требований к ОК, входящим в функциональную БК, со свойствами конкретных технических решений, реализующих ОК, в т.ч. посредством расчётных методов и моделирования;

- в выявлении отклонений и принятии решений об изменении в конструкции изделия и ОК с целью сближения заданных требований и получаемых характеристик; в проверке эффективности принятых решений с точки зрения достижения этой цели;

- в проверке корректности ИМ, отображающей принятые изменения.

Конструкторский контекст возникает с началом процесса проектирования изделия и сохраняет силу на последующих стадиях ЖЦ. В этом контексте на базе ИМ, отображающей функциональную БК, формируется проектная БК, которая используется в последующих контекстах: технологическом, производственном, эксплуатационно-ремонтном и т.д.

В процессе проектирования первоначально созданная ИМ преобразуется в новую – проектную ИМ, в которой исходные ОК декомпозируются на ОК низших рангов, что необходимо для рациональной организации разработки и проектирования основных функциональных компонентов изделия (систем, агрегатов, узлов, и т.д.). При этом технические требования к ОК наследуются из предыдущего контекста и используются как основа для принятия технических (проектных) решений как по изделию в целом, так и по его компонентам (узлам, агрегатам, сборочным единицам и т.д.), т.е. ОК низших рангов.

В конструкторском контексте общие технические требования к изделию преобразуются (декомпозируются) в конкретные технические требования и технические условия, которым должны удовлетворять компоненты (ОК) по всем принятым в рассмотрение уровням. Все это находит отражение в проектной ИМ. Свойства конкретных реализаций проверяются на соответствие этим требованиям расчётными, модельными и экспериментальными методами.

Функциональные и проектные конфигурации модификаций и исполнений отличаются от соответствующих конфигураций базового изделия, поскольку обладают несколько иными характеристиками и удовлетворяют изменённому набору требований. Это отражается в идентификаторах модификаций и исполнений. Такие идентификаторы, как правило, наследуют общую группу идентификационных символов, соответствующих базовому изделию и указывающих на принадлежность к семейству, а также имеют уникальные символы, отличающие модификации и исполнения друг от друга внутри семейства. Для примера в таблице 1 представлены данные конфигурации двух ноутбуков.

Во избежание путаницы следует подчеркнуть отличие понятия *базового изделия* от понятия *базовой конфигурации*, которые иногда ошибочно полагают тождественными. Суть отличия состоит в том, что для базового изделия, как и для любой модификации, и любого исполнения могут быть созданы функциональная и проектная БК. По существу, любая БК представляет собой зафиксированную на некоторый момент времени структуру, присущие ей свойства и значения этих свойств. Относительно этой структуры в процессе уточнения требований к изделию и проектирования проводятся изменения, после утверждения которых создаются новые БК. Отсюда следует, что понятие БК несколько шире

понятия базового изделия. Это достаточно тонкое отличие может сыграть определенную роль при решении проблемы унификации компонентов изделий.

Таблица 1 – Несколько отличий 2х ноутбуков Acer серии Aspire E

Наименование	E1-522-65204G1TMnkk	E1-531G-20204G50Mnks
Производитель процессора	AMD	Intel
Частота процессора	2 ГГц	2,4 ГГц
Ядро процессора	Четырёхъядерный	Двухъядерный
Ёмкость жёсткого диска	1 ТБ	500 ГБ

Стоит отметить, что технология УК применима только к изделиям, имеющим достаточно сложную функциональную структуру. Из неё могут быть выделены ОК, выполняющие в составе конечного изделия чётко определенные функции и обладающие значимым набором характеристик, сопоставимых с подмножеством требований, предъявляемых к конечному изделию.

Иногда вводится понятие Product Concept – концепция изделия (КИ), описывающее класс подобных изделий, которые организация (предприятие) предлагает своим покупателям (потребителям, заказчикам). КИ представляет идею изделия, которая отвечает потенциальным или реальным требованиям покупателей. КИ может быть сформирована на основании маркетинговых исследований, т.е. задолго до того, как изделие получит конструктивное или материальное воплощение. По физическому смыслу КИ можно трактовать как обозначение и (необязательно) краткое описание основных свойств семейства изделий. Иными словами КИ – чисто информационное понятие, которое может выглядеть, например, следующим образом:

Концепция изделия:

- Обозначение (идентификатор) – Ноутбук Acer;
- Серия – Aspire E;
- Описание: просмотр веб-сайтов, обмен данными и воспроизведение видео;
- Сегмент рынка: в ценовом диапазоне до 20 тыс. руб.

Каждой КИ может быть поставлен в соответствие набор требований (характеристик). Для примера в таблице 2 представлены основные требования к ноутбукам серии Acer Aspire E.

Таблица 2 – Основные требования к ноутбукам Acer Aspire E

Характеристика	Значение
Операционная система	Windows 7 или новее
Частота процессора	От 2ГГц
Оперативная память	От 2Гб
Ёмкость жёсткого диска	От 500Гб
Размер экрана	15,6”
Веб-камера	Имеется
Вес	До 3кг

В таблице 2 указаны три важных факта:

- содержит функциональную структуру конечного изделия, т.е. сведения о компонентах, которые в дальнейшем можно рассматривать как ОК;
- содержит классификационные (качественные) признаки компонентов, которые в контексте заказчика могут рассматриваться как требования к конечному изделию (желаемые свойства), а также количественные характеристики, обеспечиваемые компонентами;
- показывает, что требования (свойства) могут быть представлены в форме древовидного графа, отражающего отношения классификации.

На Рис. 1 показан пример функциональной структуры изделия. Будучи документально оформленной и утвержденной в установленном порядке, такая структура приобретает статус функциональной БК. Адекватное описание этой структуры в информационной среде есть исходная ИМ изделия. Ее компоненты можно в дальнейшем рассматривать как ОК. При этом КИ можно трактовать как ОК нулевого уровня, а компоненты – как ОК первого уровня.

Эту схему можно развить, включив в нее более подробные данные о модификациях (исполнениях) каждого компонента. На Рис. 2 представлен пример функциональной структуры изделия, дополненный данными о модификациях каждого элемента. В случае, представленном на Рис. 2, можно трактовать элементы (вершины) получившегося дерева как ОК низших уровней (2-го, 3-его, 4-го и т.д.). Следует при этом помнить, что вершины дерева в рассматриваемом примере отображают свойства и/или требования к компонентам.

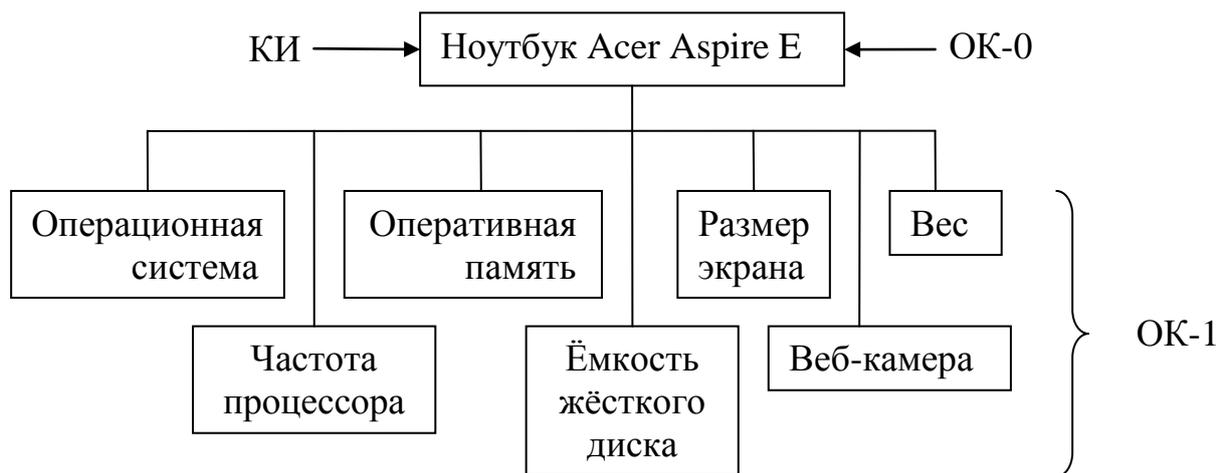


Рис. 1. Функциональная структура изделия

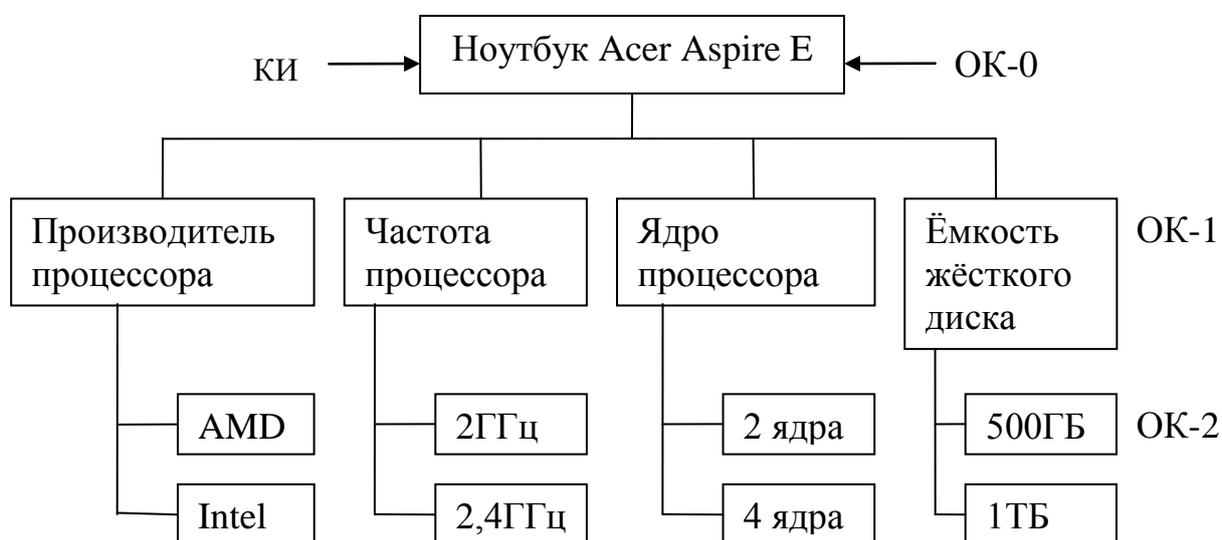


Рис. 2. Функциональная структура изделия, дополненная данными о модификациях элементов

Из вышеизложенного следует, что если в графе типа Рис. 2 для каждого ОК, образующего уровень ОК-1, выделить единственный подграф (маршрут), приводящий к некоторой конечной вершине, то мы получим новый граф, однозначно отображающий требования к модификации или исполнению изделия (но ещё не само изделие). Вершины этого нового графа будут представлять множество ОК в пользовательском контексте. С другой стороны, множество таких графов служит функциональным описанием семейства изделий, порожденного одной КИ.

Документированный результат описанного выше процесса образует множество функциональных конфигураций изделий, относящихся к семейству изделий, порожденному одной КИ.

После того, как в контакте потребителя и разработчика подобная структура, связанная с формированием, декомпозицией и идентификацией требований, создана в форме соответствующей ИМ, необходим переход в конструкторский контекст, т.е. выбор и принятие конструкторских решений, результатом чего является проектная конфигурация. В состав такой ИМ входят специальные информационные объекты, определяющие конкретное конструкторское решение, соответствующее идентифицированному в ОК набору требований. Если для компонента изделия (модификации, исполнения) существуют готовые решения (имеющиеся в продаже или ранее спроектированные), то задача сводится к поиску подходящего варианта в соответствующей базе данных (каталоге, архиве и т.п.). При этом данные, содержащиеся в ОК, служат поисковым образом. Если готовых решений нет, то начинается процесс проектирования отсутствующих компонентов, в ходе которого описанная выше процедура может быть применена к компонентам низшего уровня.

Таким образом, на множестве ИМ устанавливается и прослеживается соответствие между деревом требований и конструкторским деревом изделия (т.е. между функциональной и проектной конфигурациями). Иными словами, обеспечивается согласование требований и фактических свойств изделия, что и является основным смыслом технологии УК.

Сформированная описанным способом, документированная и утвержденная в установленном порядке проектная конфигурация приобретает статус проектной БК.

Здесь следует отметить несколько важных обстоятельств.

1. Число уровней в дереве требований, как правило, не слишком велико. В частности (Рис. 1) это дерево может иметь одну общую вершину и один уровень конечных вершин (т.е. быть графом типа «звезда»). Конструкторское дерево должно иметь такое число уровней, которое полностью (до деталей) описывает изделие.

2. Вершины дерева требований помечаются идентификаторами, соответствующим классам (подклассам, группам) компонентов. Метки вершин конструкторского дерева должны содержать обозначения (номера) конструкторских документов, в соответствии с которыми эти компоненты могут быть изготовлены.

3. Некоторые требования (например, максимальные габариты могут быть заданы как $35 \times 400 \times 250 \text{ мм}^3$) изначально не всегда могут быть декомпозированы применительно к ОК, входящим в состав дерева требований. Зато в конструкторском дереве с любой его вершиной может быть ассоциирована соответствующая характеристика, так что непосредственным суммированием по дереву могут быть найдены общие габариты изделия и установлено, выполняется или не выполняется требование.

4. Все описанные выше и другие графы, порождаемые в процессе проектирования, и связанные с их вершинами и ребрами объекты (характеристики, документы, правила и т.д.) отображаются последовательностью развивающихся и уточняемых ИМ. Технология УК позволяет воздействовать на этот процесс таким образом, чтобы обеспечить сближение (в пределах допуска) требований и фактических свойств изделия и ОК.

Порядок выполнения работы

При выполнении работы необходимо:

- изучить теоретические сведения по тематике выполняемой работы;
- освоить основные принципы использования сервисных программных средств;
- исследовать конфигурацию конкретного ПК;
- разработать функциональную структуру конкретного ПК;
- разработать функциональную структуру, дополненную данными о модификациях элементов конкретного ПК;
- привести номенклатуру функциональных устройств и системных программных продуктов, дать им характеристику (аналитическое описание);
- подготовить отчёт по результатам выполнения работы.

Информацию о компонентах ПК, ресурсах аппаратуры и программной среде можно получить при помощи различных утилит, например, штатной утилиты MS Windows 7 «Сведения о системе».

Сведения по используемой в ПК операционной системе можно получить для Windows через Мой компьютер\Свойства\Общие.

Информацию об используемых драйверах устройств можно получить с помощью средств MS Windows (Мой компьютер\Свойства\Оборудование) и служебных программ.

Панель управления MS Windows предлагает разнообразные средства настройки ПК, которые также позволяют определить различные характеристики установленного на нём оборудования и программных средств.

Задание 1.

Исследовать конфигурацию конкретного ПК с помощью сервисных программных средств. При этом:

- 1) определить набор аппаратных средств (функциональных устройств), их типы, имена, идентификаторы;
- 2) определить набор установленных системных программных средств, их имена, типы, идентификаторы;
- 3) дать краткую характеристику (определение, назначение, функции

- и др.) аппаратным и системным средствам;
- 4) выделить в отдельную группу компоненты конфигурации, которые можно причислить к аппаратно-программным средствам;
 - 5) определить разрешение экрана и качество цветопередачи;
 - 6) определить тип устройства для клавиатуры;
 - 7) определить тип оборудования для мыши;
 - 8) определить полное имя компьютера и рабочую группу;
 - 9) составить схему функциональной структуры ПК;
 - 10) составить схему функциональной структуры, включающей более подробную информацию о модификациях каждого компонента.

Контрольные вопросы по разделу №1:

- 1) Что понимают под конфигурацией компьютера?
- 2) Какие компоненты ПК относят к аппаратным и программным средствам?
- 3) Какими компонентами конфигурации будут отличаться друг от друга два ПК, если один из них предполагается использовать для подготовки текстом, а второй – для работы с базами данных?
- 4) Какие компоненты конфигурации ПК определяют точность математических вычислений? Ответ обоснуйте.
- 5) Какие компоненты конфигурации ПК определяют его быстродействие? Ответ обоснуйте.
- 6) В какой очередности будут обслуживаться центральным процессором несколько периферийных устройств ПК в случае одновременного появления от них запросов? Какой компонент конфигурации обеспечивает данную очередность?
- 7) Какие компоненты конфигурации ПК являются посредниками при выполнении процедур ввода-вывода? Ответ обоснуйте.
- 8) Какие компоненты конфигурации ПК выполняют функции кратковременной и долговременной памяти? Приведите их основные количественные характеристики.

2. Анализ ТЗ на модификацию электронного изделия

Анализ технического задания (ТЗ) на модификацию электронного изделия (ЭИ) включает:

1) Анализ спецификации изделия и выбор составляющих изделия, которые будут модифицироваться. А также надо выделить составляющие ЭИ, которые предположительно могут быть подвергнуты модификации вследствие внесения изменений (например, если на печатной плате изменено расположение разъема, кабель от которого соединяется с кнопкой на корпусе, то длина кабеля будет изменена).

2) Выбор типа проектирования: восходящее – сначала изменяется модуль низшего уровня (обычно это печатная плата), потом модули более высокого уровня; или нисходящее – сначала изменяется модуль высшего уровня (например, корпус блока), затем модули более низкого уровня. Данный этап необходим, если изменения надо вносить в модули различных уровней (обычно так и бывает). Но бывают случаи, когда изменения вносятся только в модули одного уровня или в один модуль какого-либо уровня (например, может потребоваться изменить надписи на корпусе). В этом случае данный этап в модификации изделия отсутствует.

3) Если изменения вносятся в несколько модулей одного уровня, то рассмотреть возможность выполнения этих процессов параллельно. На основе анализа надо составить список выполнения параллельных работ или изобразить процессы внесения изменений в виде алгоритма. На данном этапе полезно распределить нагрузку на проектировщиков, т.е. кто какие процессы будет выполнять и в какой очередности.

4) Анализ каждой составляющей ЭИ, в которую надо будет внести изменения.

а) В печатной плате (ПП) обычно вносят изменения в схему, затем в топологию ПП. Если в схему надо добавить элементы, которые отсутствуют в библиотеке, необходимо пополнить библиотеку (создать новый элемент и посадочное место под корпус). В топологии сначала переразмещают корпуса, затем корректируют проводники. Зачастую процессы корректировки в ПП итерационны (размещение и трассировка) и параллельны (пополнения библиотек и корректировка схемы).

В ПП могут корректироваться детали: радиаторы для тепловыделяющих элементов, прокладки для металлических корпусов, уголки для вертикальной установки элементов, различные элементы жёсткости, экранирующие элементы конструкции платы.

б) В типовых элементах замены (ТЭЗ) могут корректироваться: панель, элементы жёсткости (рамка), крепёжные изделия.

в) В конструкциях блоков, рам и стоек могут корректироваться различные детали (основания, крышки, стенки), материалы (кабели, жгуты, провода), крепежные изделия.

Задание 2.1. Рассчитать габариты исходной ПП по формуле (1.1) [2].

$$S_{\Sigma} = k_{s\Sigma} \sum_{i=1}^n S_{yi} \quad (1.1)$$

где: $k_{s\Sigma}$ – коэффициент интеграции (принять равным 1,5);
 $i=1,2,\dots,n$ – количество корпусов электронных компонентов, размещаемых на ПП;

S_{yi} – площадь i -го корпуса.

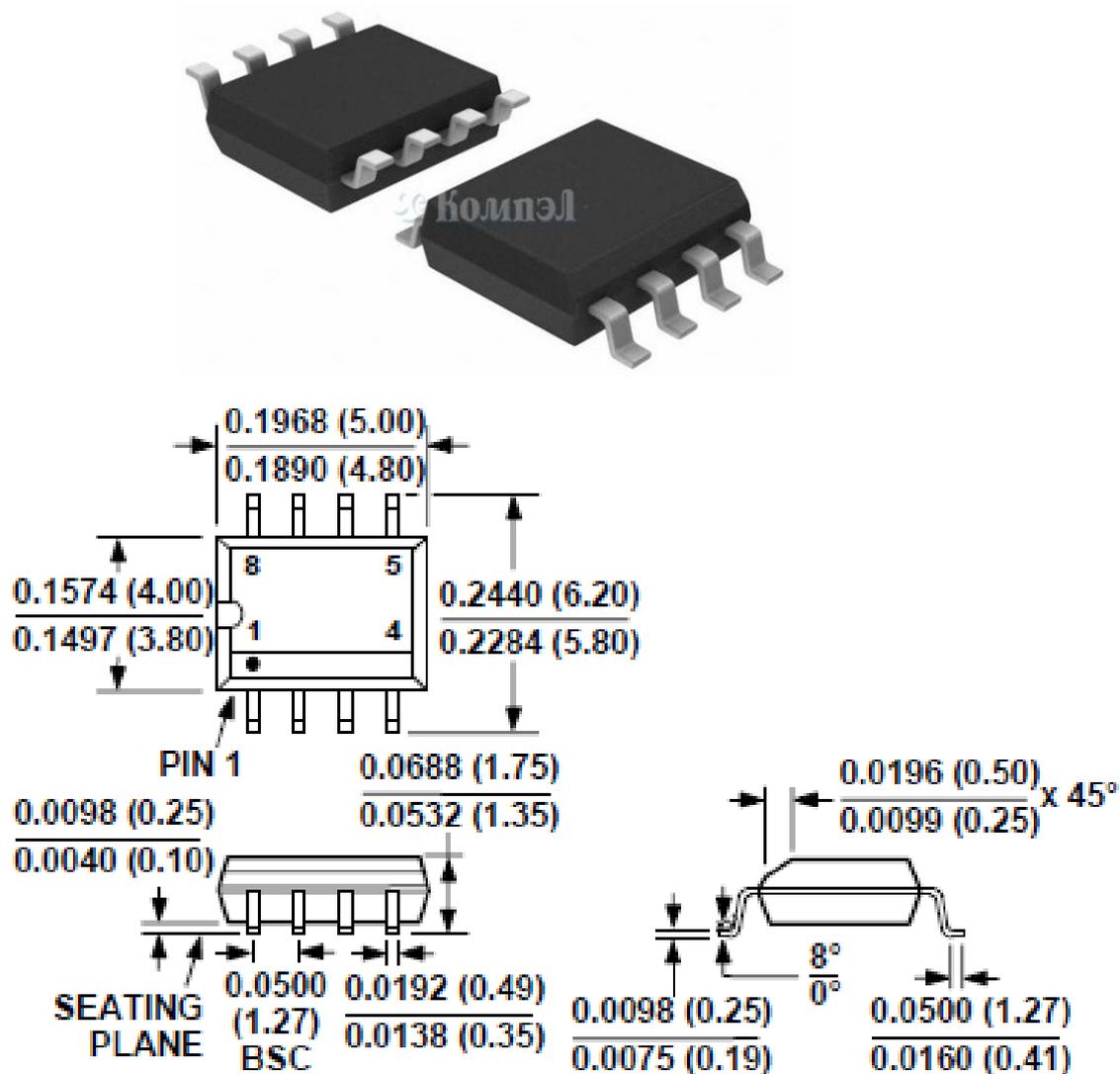
Исходный проект печатной платы включает электронные компоненты (ЭК), типы которых приведены в таблице 3 Таблица 3. Фото и размеры корпусов представлены на Рис.3, Рис.4, Рис.5.

Таблица 3 – Исходные типы ЭК по вариантам

№ вар	Микросхемы		Резисторы		Конденсаторы	
	Кол-во	Тип корпуса	Кол-во	Тип	Кол-во	Тип
1	3	SO8	5	МЛТ-0,125	3	К10-176 М47 50В 470пФ
2	4	SO14	6	МЛТ-0,25	4	К10-176 М47 50В 1нФ
3	5	SO16	7	МЛТ-0,5	5	К10-176 М47 50В 4,7нФ
4	6	SO8	8	МЛТ-1	6	К10-176 М47 50В 15нФ
5	7	SO14	9	МЛТ-0,125	7	К10-176 М47 50В 470пФ
6	8	SO16	10	МЛТ-0,25	8	К10-176 М47 50В 1нФ
7	3	SO8	5	МЛТ-0,5	3	К10-176 М47 50В 4,7нФ
8	4	SO14	6	МЛТ-1	4	К10-176 М47 50В 15нФ
9	5	SO16	7	МЛТ-0,125	5	К10-176 М47 50В 470пФ
10	6	SO8	8	МЛТ-0,25	6	К10-176 М47 50В 1нФ
11	7	SO14	9	МЛТ-0,5	7	К10-176 М47 50В 4,7нФ
12	8	SO16	10	МЛТ-1	8	К10-176 М47 50В 15нФ
13	3	SO8	5	МЛТ-0,125	3	К10-176 М47 50В 470пФ
14	4	SO14	6	МЛТ-0,25	4	К10-176 М47 50В 1нФ
15	5	SO16	7	МЛТ-0,5	5	К10-176 М47 50В 4,7нФ

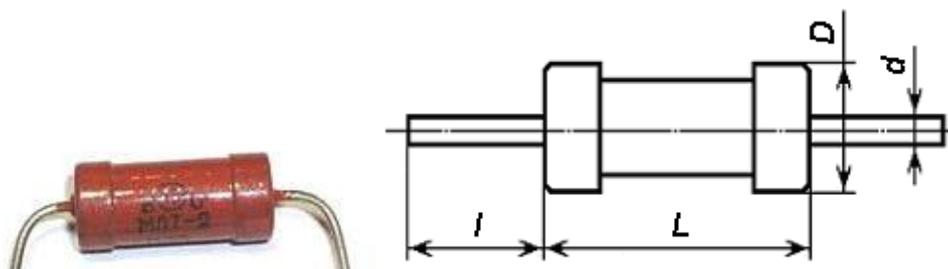
Задание 2.2. Выполнить анализ технического задания на корректировку печатной платы. Требования ТЗ на корректировку печатной платы включают изменение типов корпусов ЭК. Для анализа ТЗ надо рассчитать габариты корректируемой ПП. На основе анализа ТЗ необходимо сделать вывод: выполнимы ли условия ТЗ при сохранении габаритов ПП.

Модифицируемый проект печатной платы включает электронные компоненты (ЭК), типы которых приведены в таблице 4. Фото и размеры корпусов представлены на Рис.6, Рис.8, Рис.7.



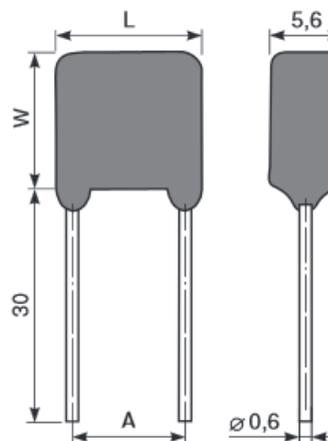
Количество выводов	8	14	16
Максимальная длина корпуса, мм	5,0	8,75	10,0
Минимальная длина корпуса, мм	4,8	8,55	9,8

Рис.3. Фото и размеры корпусов типа SOIC



Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом	Размеры, мм				Масса, г, не более
		D	L	l	d	
0,125	$8,2...3 \times 10^6$	2,2	6,0	20	0,6	0,15
0,25	$8,2...5,1 \times 10^6$	3,0	7,0	20	0,6	0,25
0,5	$1,0...5,1 \times 10^6$	4,2	10,8	25	0,8	1,0
1	$1,0...10 \times 10^6$	6,6	13,0	25	0,8	2,0
2	$1,0...10 \times 10^6$	8,6	18,5	25	1,0	3,5

Рис.4. Фото и размеры резисторов типа МЛТ

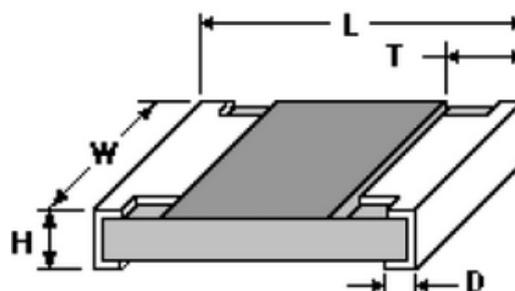


Пределы номинальных емкостей, пФ	Длина L, мм	Высота W, мм	Шаг выводов A, мм
2,2 – 820	5,6	4,0	5,0
910 – 3000	7,5	5,0	5,0
3300 - 8200	9,0	7,1	5,0
9100 – 15000	11,5	9,0	5,0

Рис.5. Фото и размеры конденсаторов типа К10-176 М47 50В

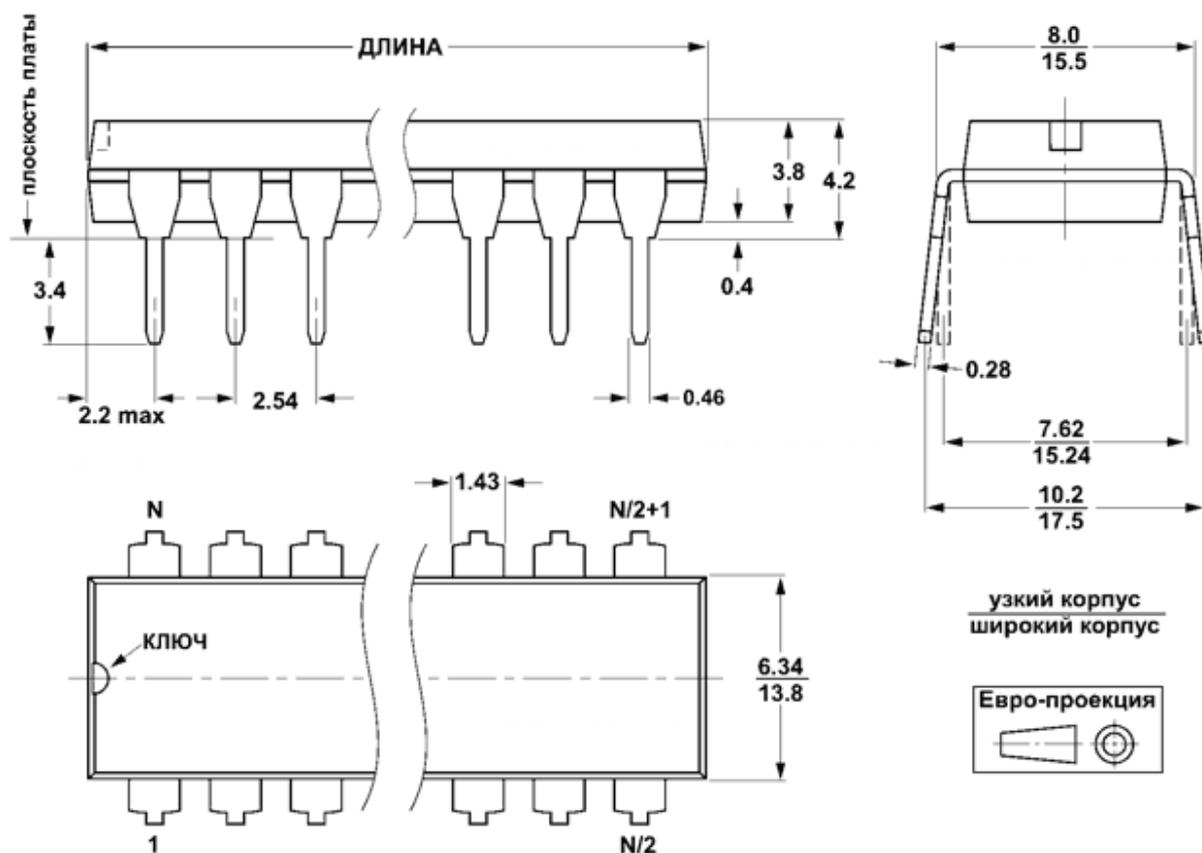
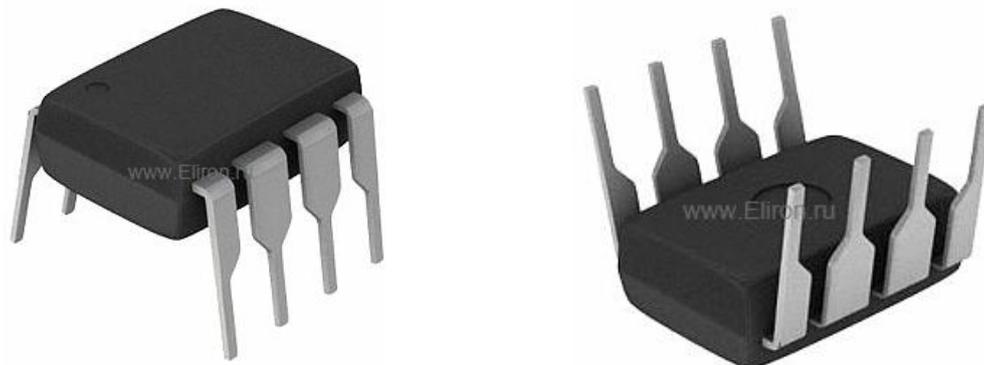
Таблица 4 – Изменяемые типы ЭК по вариантам

№ вар	Микросхемы		Резисторы		Конденсаторы	
	Кол-во	Тип корпуса	Кол-во	Тип корпуса	Кол-во	Тип корпуса
1	3	DIP8	5	2512	3	К10-17В (с теми же электрическими параметрами)
2	4	DIP14	6	1206	4	
3	5	DIP16	7	0805	5	
4	6	DIP8	8	0603	6	
5	7	DIP14	9	2512	7	
6	8	DIP16	10	1206	8	
7	3	DIP8	5	0805	3	
8	4	DIP14	6	0603	4	
9	5	DIP16	7	2512	5	
10	6	DIP8	8	1206	6	
11	7	DIP14	9	0805	7	
12	8	DIP16	10	0603	8	
13	3	DIP8	5	2512	3	
14	4	DIP14	6	1206	4	
15	5	DIP16	7	0805	5	



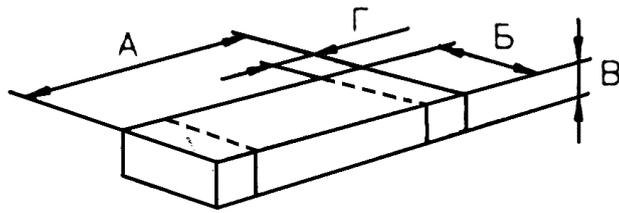
Типоразмер	L, мм	W, мм	H, мм	T, мм
0603	1.6	0.8	0.45	0.3
0805	2.0	1.2	0.4	0.4
1206	3.2	1.6	0.5	0.5
2512	6.35	3.2	0.55	0.5

Рис.6. Фото и размеры smd-резисторов



Число выводов	8	14	16	18	20	24	28
Длина, мм	9,3	19,1	21,6	22,9	26,1	32,1	34,8

Рис.7. Фото и размеры корпусов типа DIP



Пределы номинальных емкостей, пФ	Длина А, мм	Ширина Б, мм	Высота В, мм
2,2 – 160	1,5	1,3	1,0
180 – 430	2,0	1,8	1,4
470 - 3000	4,0	2,9	1,8
3300 – 8200	5,5	4,4	1,8
9100 – 15000	8,0	6,6	1,8

Рис.8. Фото и размеры конденсаторов типа К10-17В М47 50В

Контрольные вопросы по разделу №2:

- 1) Корпуса ЭК какого типа (штыревые или SMD) меньше по габаритам?
- 2) Что такое нисходящее проектирование?
- 3) В чем заключается принцип сквозного проектирования ПП?
- 4) Какие процессы внесения изменений можно выполнять параллельно?
- 5) Какие процессы внесения изменений итерационны?
- 6) Если в результате выполнения практического задания №1 невозможно выполнить условия ТЗ при сохранении габаритов ПП, то какие варианты изменений возможны в ЭИ?

3. Разработка структурной схемы электронного изделия

Структурная схема ЭИ включает: функциональные блоки ЭИ, связи между ними, входные и выходные характеристики.

Правила выполнения структурных схем в соответствии с ГОСТ 2.702:

1.1. На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

1.2. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольника или условных графических обозначений.

1.3. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии.

1.4. На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник.

На схеме допускается указывать тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия), на основании которого этот элемент (устройство) применен.

При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников.

1.5. При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

1.6. Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т.п.).

Зачастую большинство функциональных блоков находятся на печатной плате. Например, на основной плате частотомера, структурная схема которого изображена на Рис.10, располагаются: блок питания, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), память, процессор, реле.

Задание 3. Разработать структурную схему электронного управляющего блока дозатора. Для разработки изучить описание принципа работы дозатора. Весовым дозатором является мерное устройство,

дозирующее продукт по его весу. Т.е. весовой дозатор, по сути, представляет собой усложненные электронные весы, отмеряющие продукт в рамках заданного весового критерия. Конструктивно, весовой дозатор состоит из взвешивающего ковша, подвешенного на тензодатчике, вибрлотка и электронного управляющего блока (ЭУБ), см. Рис.9. Принцип работы дозатора можно описать следующим образом [3]. На ЭУБ оператор выставляет желаемый вес дозирования, причем выставляет его по двум параметрам: грубая дозировка и точная дозировка. После запуска дозатора ЭУБ подает сигнал на вибрлоток, который, вибрируя с заданной амплитудой, перемещает (насыпает) продукт из бункера дозатора во взвешивающий ковш. Наполнение ковша контролируется тензодатчиком, передающим сигнал на ЭУБ, и, при достижении порога грубой дозировки, ЭУБ уменьшает амплитуду колебаний вибрлотка аккуратно досыпая продукт до достижения порога точной дозировки. Как только заданный вес будет достигнут, ЭУБ резко останавливает вибрлоток и открывает ковш, высыпая его содержимое в бункер упаковочного автомата. Далее ковш закрывается и процедура начинается по-новой.

Фотографии электронного управляющего блока и электрическая схема основной платы дозатора представлены на Рис.11 и Рис.12 соответственно.



Рис.9. Фото весового дозатора

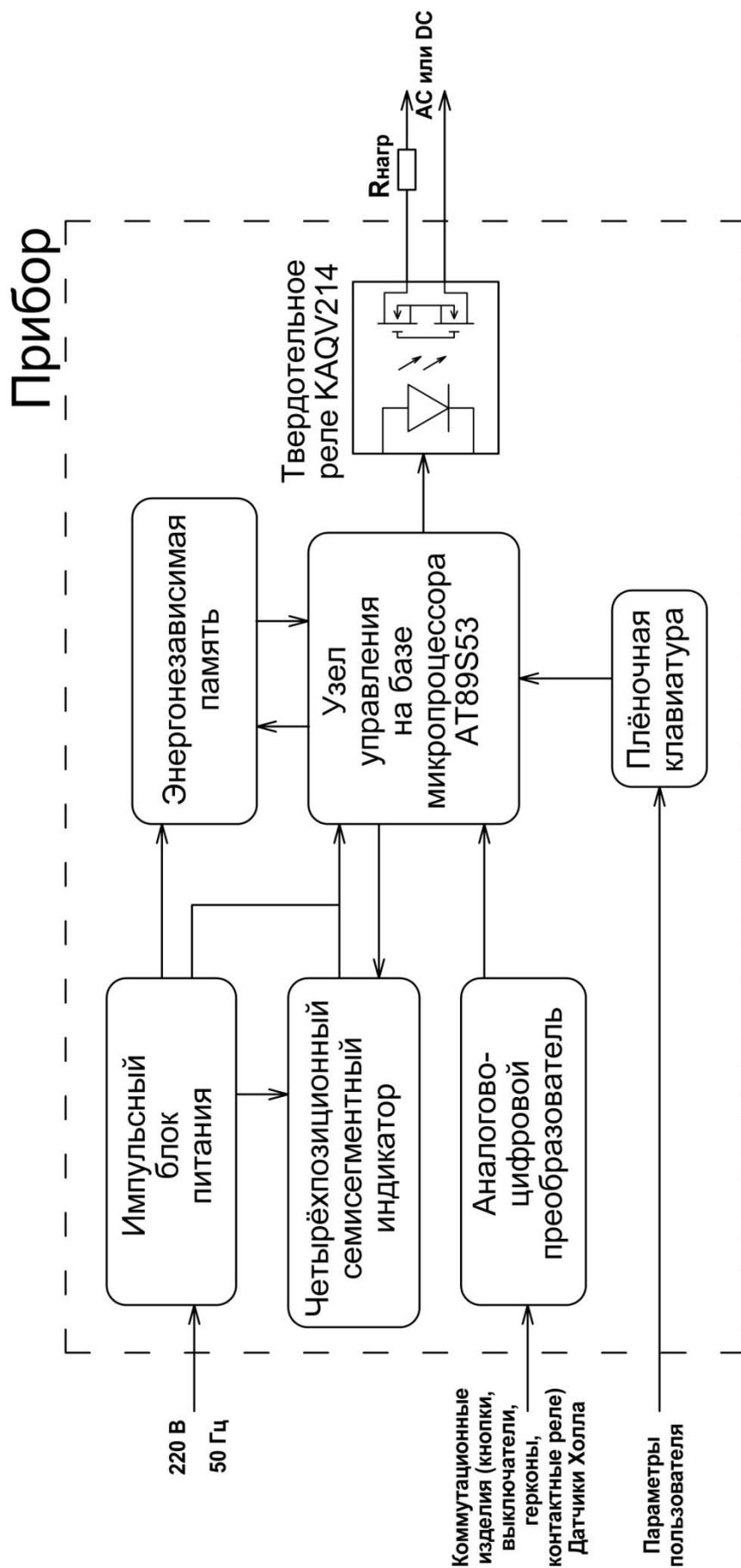


Рис.10. Структурная схема частотомера



Рис.11. Фотографии электронного управляющего блока дозатора

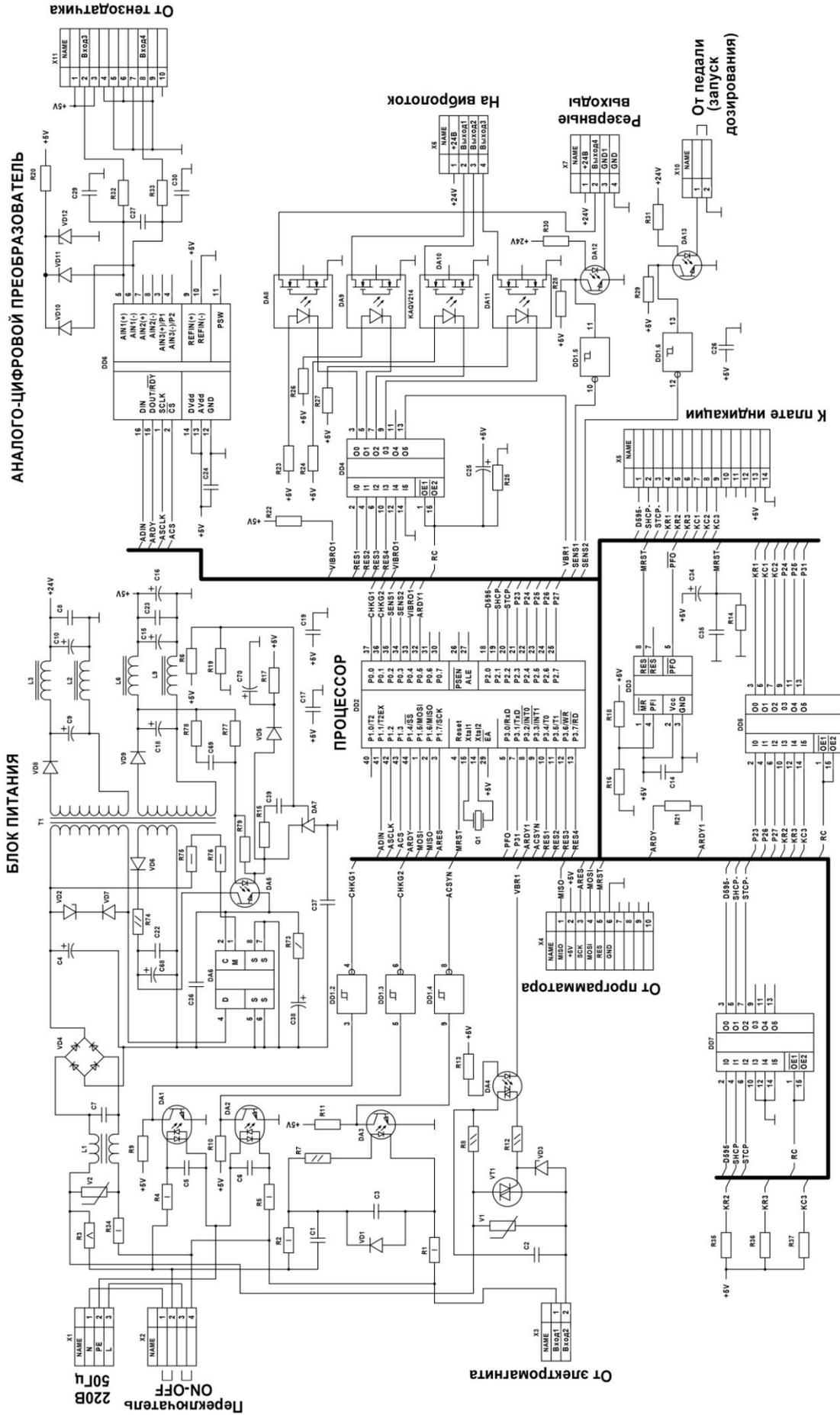


Рис.12. Принципиальная электрическая схема цифровой платы дозатора

Контрольные вопросы по разделу №3:

- 1) Каким ГОСТом регламентируются правила оформления структурных схем?
- 2) Что такое функциональная схема и чем она отличается от структурной?
- 3) Могут ли на принципиальной электрической схеме быть изображены внешние устройства, не входящие в состав изделия, но подключаемые к изделию в процессе эксплуатации?
- 4) Какова должна быть толщина линий взаимосвязей в схемах по ГОСТ?
- 5) Можно ли на структурной схеме электронного управляющего блока весового дозатора объединить в один блок аналого-цифровой преобразователь и блок питания?
- 6) Можно ли на структурной схеме электронного управляющего блока весового дозатора аналого-цифровой преобразователь представить в виде 2-3 блоков?
- 7) Можно ли на структурной схеме электронного управляющего блока весового дозатора объединить в один блок плату индикации и процессор?
- 8) Можно ли на структурной схеме электронного управляющего блока весового дозатора плату индикации представить в виде 2-3 блоков?
- 9) К каким блокам идут связи с блока питания? Как питание подается на плату индикации?
- 10) Существуют процессоры со встроенным аналого-цифровым преобразователем. Как вы думаете, почему в данной схеме аналого-цифровой преобразователь выполнен отдельным блоком?
- 11) Для чего нужна плата индикации в электронном управляющем блоке весового дозатора? Какие элементы индикации на ней расположены?

4. Разработка спецификации на ПП с вариантами исполнения

Задание 4. В САПР КОМПАС разработать групповую спецификацию на плату в соответствии с ГОСТ 2.113 [4], см. Рис. 13 и Рис. 14. В САПР КОМПАС-3D для спецификации выбрать шаблон: «Груп. спецификация (вариант Б) ГОСТ 2.113-75 Ф.1, 1в», см. Рис. 15 (вместо КОМПАС можно использовать шаблон в формате doc). Пример спецификации для одного исполнения изображен на Рис. 16. Типы ЭК использовать такие же, как в спецификации на Рис. 16. Варианты заданий для разработки групповой спецификации приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Количество ЭК по вариантам исполнения

№ вар	Вариант исполнения	Конденсатор	Микро-схема	Разъем	Резистор	Транзистор
1	-	4	7	1	2	1
	01	6	8	2	2	2
	02	8	9	2	4	3
	03	10	10	2	6	4
2	-	7	2	1	3	2
	01	8	4	1	4	3
	02	9	6	2	5	4
	03	10	10	2	6	4
3	-	2	4	1	2	3
	01	4	6	1	4	4
	02	6	8	1	4	4
	03	10	10	2	6	4
4	-	4	7	1	2	4
	01	6	8	1	4	4
	02	8	9	1	6	4
	03	10	10	1	6	4
5	-	7	2	2	4	1
	01	8	4	1	5	1
	02	9	6	1	5	2
	03	10	10	1	6	3
6	-	2	4	2	4	1
	01	4	6	2	5	2
	02	6	8	1	6	3
	03	10	10	1	6	3

№ вар	Вариант исполнения	Конденсатор	Микросхема	Разъем	Резистор	Транзистор
7	-	4	7	2	4	2
	01	6	8	2	4	3
	02	8	9	2	5	3
	03	10	10	1	6	3
8	-	7	2	2	4	3
	01	8	4	2	6	3
	02	9	6	2	6	3
	03	10	10	2	6	3
9	-	2	4	2	4	1
	01	4	6	1	4	2
	02	6	8	2	6	2
	03	10	10	1	6	2
10	-	4	7	1	5	2
	01	6	8	2	5	2
	02	8	9	1	6	2
	03	10	10	2	6	2
11	-	7	2	1	5	1
	01	8	4	2	6	1
	02	9	6	2	6	2
	03	10	10	2	6	2
12	-	2	4	1	5	1
	01	4	6	1	5	1
	02	6	8	2	5	1
	03	10	10	2	5	2
13	-	4	7	1	4	3
	01	6	8	1	4	4
	02	8	9	1	5	3
	03	10	10	2	5	4
14	-	7	2	1	4	2
	01	8	4	1	4	3
	02	9	6	1	4	2
	03	10	10	1	5	3
15	-	2	4	2	3	1
	01	4	6	1	3	3
	02	6	8	1	4	1
	03	10	10	1	5	3

Вид № модели	Лист и дата	Взак. инд. №	Инд. № докум.	Подп. и дата	Код. на исполн. АБВГ.543835.926 -										Примечание			
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10				
1634	№-р. 23.08.81																	
Зона	Лист	Обозначение	Наименование															
Формат																		
			<u>Сборочные единицы</u>															
А4	1	АБВГ.545648.519-02	Контактор КЗ-18	1	1													
		-03	Контактор КЗ-19		1	1												
		-04	Контактор КЗ-20				1	1										
А4	2	АБВГ.546183.745	Резистор	2	4	2	4	2	4									
А4	3	АБВГ.547176.283	Панель	1	1													
А4		АБВГ.547176.374	Панель		1	1												
А4		АБВГ.547176.745	Панель				1	1										
			<u>Детали</u>															
А4	4	АБВГ.548236.832	Скоба	1	1													
		-02	Скоба		1	1	1	1	1									
	5	-01	Скоба	1	1													
		-03	Скоба		1	1	1	1	1									
				АБВГ.543835.926										Лист				
				Копировал Кс										2				
				Формат А4														

Рис. 14. Групповая спецификация по ГОСТ 2.113, лист 2

Контрольные вопросы по разделу №4:

- 1) Наименование и назначение ГОСТ 2.113.
- 2) Какие конструкторские документы можно выполнить групповым способом?
- 3) Как оформляется групповая спецификация при числе исполнений не более трех (в соответствии с ГОСТ 2.113)?
- 4) Как оформить сборочный чертеж на изделие по вариантам исполнения (на каждое исполнение – отдельный вид; или все исполнения на одном чертеже)?
- 5) В каких случаях используют групповые конструкторские документы, а в каких случаях разрабатывают несколько комплектов конструкторских документов на несколько похожих изделий?
- 6) Взаимосвязь документов при групповом способе выполнения в соответствии с ГОСТ 2.113.
- 7) Какие шаблоны групповых документов имеются в САПР КОМПАС?
- 8) В каких программах можно оформить групповые конструкторские документы в соответствии с ГОСТ ЕСКД?
- 9) Если одинаковые изделия по условиям заказа изготавливают с разной эксплуатационной документацией (например, на разных языках), то такие изделия оформляют как одно или как два исполнения?
- 10) Исполнение №10 будет иметь обозначение АБВГ.000000.010 или АБВГ.000000.001-10?
- 11) Если одно исполнение детали является полным зеркальным отражением второго, то - как наиболее кратко указать это на чертеже (в соответствии с ГОСТ 2.113)?

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				<u>Документация</u>		
A4			ПР.5153.001 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A4		1	ПР.5153.002	Плата печатная	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
		3		Конденсатор ОЖО.460.172 ТУ		вар. II в
				K10-17-16-M47 - 100 пФ ± 20%	10	C1...C10
		5		Микросхема K155ЛА3	10	D1...D10
		7		Разъем WF-06	2	X1,X2
		9		Резистор С2-33Н-0,5-43 Ом±10%-А-В-В		
				ОЖО.467.093ТУ	6	R1...R6
		11		Транзистор BC817	4	VT1...VT4
			ПР.5153.001			
Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата		
Разраб.		Романова			Лит.	Лист
Провер.						Листов
Т.конт.						1
Н.конт.					ИТМО	
Утверд.						
			Плата 1 (П1)			

Рис. 16. Спецификация на плату (единичное исполнение)

5. Алгоритмы внесения изменений в конструкцию ЭИ

Задание 5.1. Нарисовать блок-схему алгоритма внесения изменений в проект ПП по нижеприведенному описанию.

Алгоритм внесения изменений в проект ПП

Начальное условие. В большинстве системах автоматизации проектирования (САПР) проект ПП включает: условно-графические обозначения (УГО) и посадочные места, принципиальную электрическую схему и топологию ПП.

1. Если есть новые типы ЭК, то необходимо создать новый библиотечный компонент в САПР ПП (УГО и посадочное место). Если есть необходимость, то предварительно надо разработать (или скорректировать) детали для ЭК (радиаторы, прокладки, уголки и т.д.) и детали для платы (уголки жёсткости, экраны и т.д.) [5]. Конфигурация детали для ЭК добавляется в посадочное место для корпуса.

2. Скорректировать принципиальную электрическую схему.

3. Автоматически внести изменения в топологию ПП (посредством механизма ЕСО).

4. Скорректировать топологию ПП:

а) Удалить лишние проводники.

- Лишние проводники остаются при удалении корпуса.

- При замене одного типа корпуса на другой тоже зачастую остаются «висячие» проводники. Эти проводники надо либо удалять, либо довести их до контактных площадок нового корпуса.

- Лишние проводники могут образоваться при переименовании электрических связей (например, при объединении двух связей в одну).

б) Разместить новые корпуса на плате.

в) Выполнить проверку DRC для выявления ошибок размещения. Корпус, тип которого был изменен, может налезать на другой корпус, или на крепежное отверстие, или на вырез в плате, или на запретную для размещения зону (например, край платы при установке платы по направляющим имеет запретную для размещения зону по боковым сторонам платы).

г) Исправить ошибки размещения.

д) Выполнить проверку DRC для выявления ошибок трассировки.

е) Исправить ошибки трассировки.

ж) Выполнить полную проверку DRC. При наличии ошибок, - их исправить, и снова выполнить проверку. Таким образом добиться безошибочной топологии. На данном этапе проект готов к изготовлению ПП (без сборки, - только самой платы с отверстиями и дорожками).

5. Скорректировать конструкторскую документацию на плату в сборе (сборочный чертеж и спецификацию, и, при необходимости, другие документы, входящие в комплект конструкторской документации на плату).

Задание 5.2. Составить 2 алгоритма внесения изменений в двухмерные модели конструкции трёхпроводного жгута и конструкции трёхпроводного кабеля по аналогии с алгоритмом внесения изменений в двухмерную модель конструкции блока (данный алгоритм описан ниже). Электрический кабель – это два и более проводов в одной оплетке (см. Рис. 17), частным случаем является шлейф – плоский или ленточный кабель (см. Рис. 18). В данном случае под конструкцией кабеля будем понимать кабель с разъемами на концах проводов (один разъем – на одном конце кабеля, другой разъем – на другом конце кабеля). Электрический жгут – это два и более проводов, стянутых в жгут. Стягивание проводов в жгут осуществляется стяжками, кембриками (термоусадочной трубкой), изоляцией и другими крепёжными материалами и изделиями. На концах проводов должны быть наконечники или разъемы. Если жгут короткий и хотя бы на одном из концов жгута установлен разъём, то можно обойтись без крепёжных изделий. Примеры жгутов представлены на Рис. 19.



Рис. 17. Электрический кабель

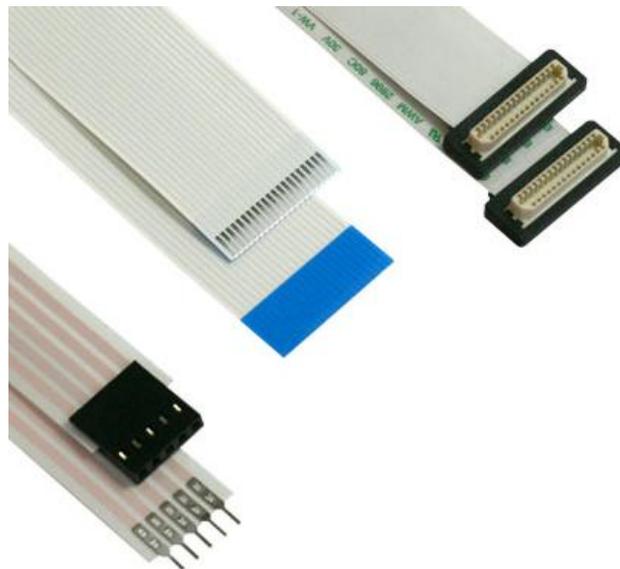


Рис. 18. Ленточный и пленочные кабели (шлейфы)



Рис. 19. Электрические жгуты

Алгоритм внесения изменений в двухмерную модель конструкции блока (корпус)

1. Если была модифицирована конструкция (топология) ПП, то необходимо проверить: габариты платы и вырезы в плате; места крепежа ПП к корпусу; высоту над платой и под платой; и если на плате имеются части элементов, выступающие за края платы, то проверить их стыковку с пересекающимися элементами конструкции корпуса.
2. Изменить тип материала и его толщину на всех чертежах.
3. Изменить габариты корпуса.
4. Удалить элементы конструкции корпуса.
5. Заменить элементы конструкции корпуса.
6. Добавить элементы конструкции корпуса.

Примечание. В пп.2-6 одновременно корректировать элементы конструкции, на которые влияет изменение. При необходимости вносить изменения в проект ПП.

Контрольные вопросы по разделу №5:

- 1) Наименование и назначение ГОСТ 2.113.
- 2) Как оформляется групповая спецификация при числе исполнений не более трех (по ГОСТ 2.113)?
- 3) Как оформить сборочный чертеж на изделие по вариантам исполнения (на каждое исполнение – отдельный вид; или все исполнения на одном чертеже)?
- 4) В каких случаях используют групповые конструкторские документы, а в каких случаях разрабатывают несколько комплектов конструкторских документов на несколько похожих изделий?
- 5) Взаимосвязь документов при групповом способе выполнения по ГОСТ 2.113.

6. Внесение изменений в конструкторскую документацию

Задание 6.1. Составить блок-схему алгоритма внесения изменений в чертежи с учётом итераций по ГОСТ 2.503-2013 ЕСКД «Правила внесения изменений» [6].

На Рис. 20 представлен пример чертежа с внесёнными изменениями в соответствии с ГОСТ 2.503. Бордовым цветом выделены изменения. Изменения включают: добавление конденсатора С5, резистора R3 и светодиода VD3; удаление конденсатора С7; а также в основной надписи сделана запись о внесении изменений. Ниже приведены основные положения и правила внесения изменений в соответствии с ГОСТ 2.503.

Основные положения (выдержка из ГОСТ 2.503).

1. Под изменением документа понимается любое исправление, исключение или добавление каких-либо данных в этот документ.

2. Изменения в документы вносят, если они не нарушают взаимозаменяемость изделия с изделиями, изготовленными ранее.

3. Любое изменение в документе, вызывающее какие-либо изменения в других документах, должно одновременно сопровождаться внесением соответствующих изменений во все взаимосвязанные документы.

4. Если изменяемый документ на изделие входит в состав документов других изделий, то должна быть обеспечена возможность внесения изменений в документы всех изделий, указанных в карточках учета документов по ГОСТ 2.501 или в карточке учета применяемости документов по ГОСТ 3.1201. Если хотя бы для одного изделия изменение документа окажется неприемлемым, то на изменяемое изделие должен быть выпущен новый документ с новым обозначением.

5. При нарушении взаимозаменяемости изменяемого изделия с изделиями, изготовленными ранее, изменения в документы последних не вносят, а выпускают новые документы с новыми обозначениями или единичные конструкторские документы преобразуют в групповые по ГОСТ 2.113.

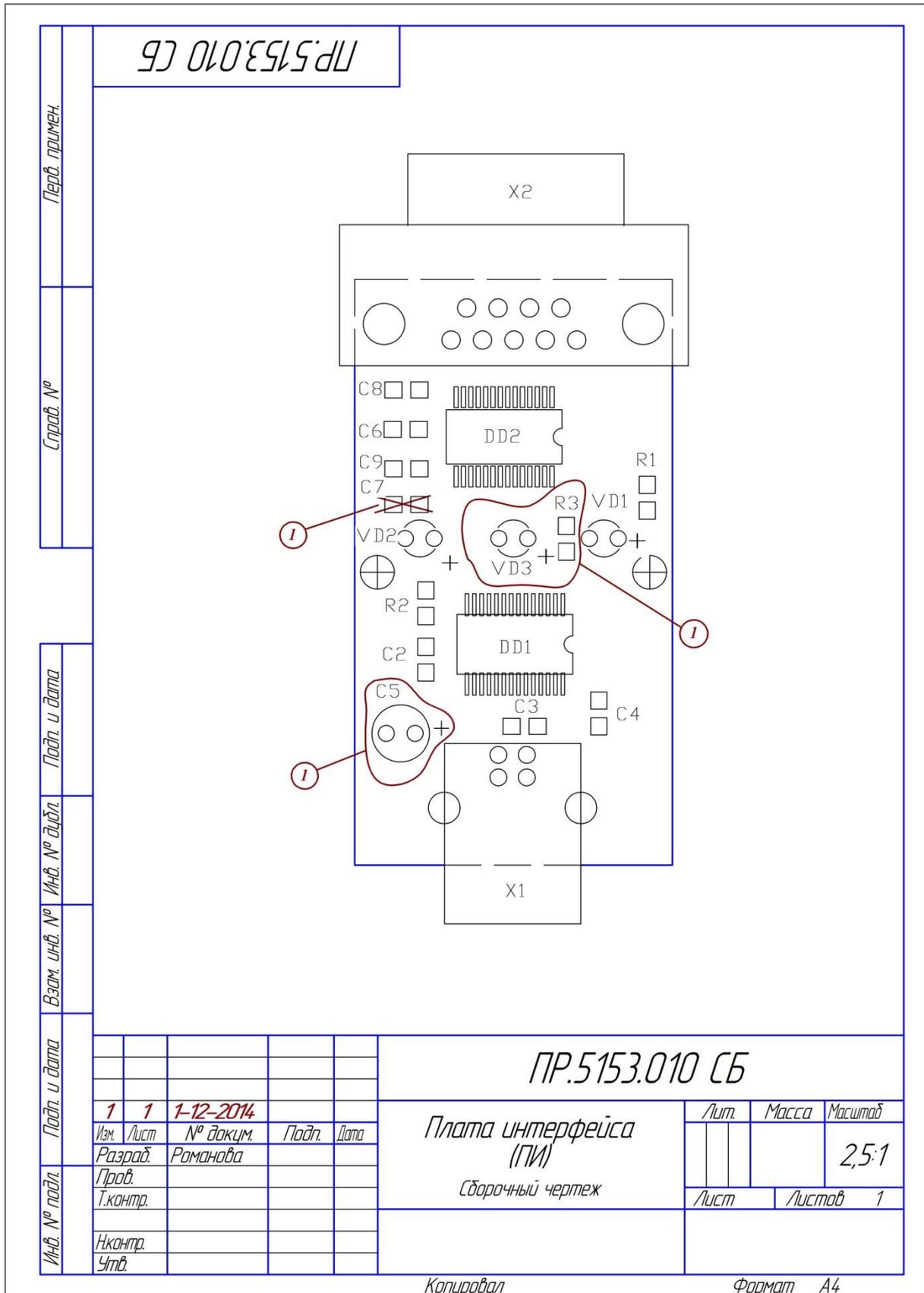


Рис. 20. Сборочный чертёж платы с внесёнными изменениями

6. Изменение документов на всех стадиях жизненного цикла изделия вносят на основании извещения об изменении (ИИ).

Информацию о факте изменения документа указывают:

- в электронных конструкторских документах - в реквизитной части этих документов;

- в бумажных конструкторских документах - в основной надписи этих документов и/или в листе регистрации изменений.

В новой (изменённой) версии электронного конструкторского (технологического) документа в реквизитной части указывают данные только о последнем изменении.

7. Выпускать ИИ и вносить изменения в подлинники изменяемых документов имеет право только организация-держатель подлинников этих документов.

8. Изложенные в извещении указания обязательны для всех подразделений организации, выпустившей извещение, а также организаций, применяющих изменяемую документацию.

9. Допускается вносить изменения в конструкторские документы опытного образца (опытной партии), изделий единичного и вспомогательного производства, а также в технологические документы, разрабатываемые на стадиях «предварительный проект» и «опытный образец (опытная партия)», и изделий единичного и вспомогательного производства без выпуска ИИ на основании журнала изменений при условии изготовления изделия только в одной организации. Журнал изменений для изделий, разрабатываемых по заказу Министерства обороны, используют по согласованию с заказчиком ГОСТ 2.503-2013 ЕСКД. Правила внесения изменений (представительством заказчика).

10. Допускается не вносить в документы изделий народно-хозяйственного назначения изменения, связанные с изменением стандартов и ТУ на материалы и изделия, когда в измененном стандарте (ТУ) сохраняется применяемая марка (сортамент) и условное обозначение материала (изделия), а новая характеристика качества и параметры, определяющие его взаимозаменяемость, соответствуют требованиям данного документа, до переиздания документов (выпуска новых подлинников) или до передачи подлинников другой организации.

11. Внесение изменений в копии эксплуатационных и ремонтных конструкторских документов, переданных заказчику или потребителю, осуществляется по ГОСТ 2.603.

12. Изменения, внесенные в подлинник, указывают:

- в таблице изменений основной надписи по ГОСТ 2.104 и/или в листе регистрации изменений - для конструкторских документов;

- в блоке внесения изменений по ГОСТ 3.1103 и в листе регистрации изменений - для технологических документов.

13. В документах, не имеющих листа регистрации (ЛР) изменений, таблицу изменений (блок внесения изменений) заполняют на листах:

- первом (заглавном) нового подлинника, изготовленном в целом взамен старого;

- измененных;

- выпущенных взамен замененных;

- введенных вновь.

В документах, имеющих лист регистрации изменений (ЛР), заполняют его, а таблицу изменений (блок внесения изменений) заполняют только на листах, выпущенных вместо замененных и добавленных вновь, при этом при автоматизированном способе внесения изменений заполняют только ЛР. При замене всех листов подлинника при ручном способе внесения изменений заполняют только ЛР, а при автоматизированном - ЛР и таблицу изменений (при ее наличии) на каждом листе нового подлинника.

14. В таблице изменений конструкторских документов (ГОСТ 2.104) указывают:

- в графе «Изм.» - порядковый номер изменения документа.

При замене подлинника новым очередную порядковый номер проставляют исходя из последнего номера изменения, указанного в замененном подлиннике;

- в графе «Лист» на листах, выпущенных вместо замененных, - «Зам.», на листах, добавленных вновь, - «Нов».

При замене всех листов подлинника:

- 1) при ручном внесении изменений на первом (заглавном) листе указывают «Все»;

- 2) при автоматизированном способе внесения изменений таблицу изменений (при ее наличии) заполняют на каждом листе, при этом в графе «Лист» указывают «Зам».

В остальных случаях графу «Лист» прочеркивают;

- в графе «N докум.» - обозначение ИИ, при этом код организации, выпустившей ИИ, допускается не проставлять;

- в графе «Подп.» - подпись лица, ответственного за правильность внесения изменения;

- в графе «Дата» - дату внесения изменения.

15. Извещение об аннулировании документов выпускают после проверки возможности исключения их применимости в других документах.

На всех аннулированных листах подлинника и контрольной копии в бумажной форме проставляют штамп «Аннулирован, заменен ... извещение ... от ... г.».

Если аннулирование осуществляют без замены, слово «заменен» в штампе зачеркивают.

Допускается при аннулировании всех листов документа, изданного типографским способом, или копий документов, сброшюрованных в альбом, штамп «Аннулирован, заменен ... извещение ... от ... г.» проставлять только на титульном и первом (заглавном) листе.

16. Необходимые исправления документов, вызванные внесением ошибочных изменений по ранее выпущенным ИИ, следует оформлять новыми ИИ.

17. При необходимости изменения информации, указанной в графах ИИ (кроме графы «Содержание изменения»), к нему выпускают дополнительное извещение об изменении.

18. В копии документов, находящихся в производстве, допускается вносить изменения на основании предварительного извещения об изменении.

Предварительное извещение (ПИ) об изменении имеет право выпускать как организация-держатель подлинников, так и организация-держатель учтенных копий или дубликатов в случаях, когда необходимо:

- исправить в документе ошибку, которая может вызвать брак изделия;
- проверить предлагаемые изменения в производстве;
- произвести технологическую подготовку производства.

При обнаружении ошибки допускается немедленно вносить в копии, находящиеся в производстве, необходимые исправления за подписью ответственных лиц с последующим выпуском ПИ или ИИ.

19. При необходимости изменения информации, указанной в графах ПИ (кроме графы «Содержание изменения»), к нему выпускают дополнительное предварительное извещение об изменении.

20. Предложение (ПР) об изменении оформляют в организации-держателе учтенных копий или дубликатов на формах ИИ и направляют их для дальнейшего оформления организации-держателю подлинников.

На основании ПР не допускается изменять документацию и проводить доработку изделия.

21. Организация-держатель подлинников по всем поступившим от других организаций ПИ и ПР в течение месяца после их получения обязана направить ответ или о принятии предлагаемых изменений, или об их отклонении с указанием конкретных причин отклонения или задержки предлагаемых изменений.

Внесение изменений (выдержка из ГОСТ 2.503).

1. Изменения в документы вносят рукописным, машинописным или автоматизированным способом.

2. Внесение изменений в бумажный документ осуществляют:

- зачеркиванием;
- подчисткой (смывкой);
- закрашиванием белым цветом;

- введением новых данных;
- заменой листов или всего документа;
- введением новых дополнительных листов и/или документов;
- исключением отдельных листов документа.

3. Внесение изменений в электронный конструкторский (технологический) документ осуществляют путём выпуска новой версии документа с внесёнными изменениями (ГОСТ 2.051).

Изменения, вносимые в подлинники электронных конструкторских (технологических) документов, приводят к изменению соответствующих реквизитов и атрибутов (ГОСТ 2.104).

Внесение изменений в интерактивный электронный документ (интерактивный эксплуатационный документ), выполненный в соответствии с ГОСТ 2.051 и ГОСТ 2.610 осуществляют заменой, исключением или добавлением модулей данных с последующим выпуском новой версии документа.

Изменения электронной структуры изделия (ГОСТ 2.053) осуществляют изменением информационных объектов, находящихся в системе управления данными об изделии с последующим выпуском новой версии документа.

4. Изменения в бумажные копии вносят заменой старых копий новыми, снятыми с подлинников или контрольных копий, исправленных по извещению об изменении. В случае нецелесообразности замены бумажных копий допускается исправлять их черными тушью, чернилами или пастой по правилам, установленным для подлинников. В этом случае замену (перевыпуск) бумажных копий осуществляют с периодичностью, устанавливаемой организацией.

Внесение изменений в копии подчисткой не допускается. О необходимости исправления копий указывают в графе "Содержание изменения" извещения: "Копии исправить".

5. При добавлении нового листа в бумажный документ допускается присваивать ему номер предыдущего листа с добавлением очередной строчной буквы русского алфавита или через точку арабской цифры, например 3а или 3.1. При этом на первом (заглавном) листе изменяют общее количество листов. При аннулировании листа документа нумерацию его последующих листов сохраняют.

6. В текстовых документах, содержащих в основном сплошной текст, допускается при добавлении нового пункта (раздела, подраздела, подпункта), таблицы, графического материала присваивать им номер предыдущего пункта (раздела, подраздела, подпункта), таблицы, графического материала с добавлением очередной строчной буквы русского алфавита; при аннулировании пункта (раздела, подраздела, подпункта), таблицы, графического материала сохраняют номера

последующих пунктов (раздела, подраздела, подпункта), таблиц, графических материалов.

При необходимости замены отдельных страниц копий документов, выполненных способом двухстороннего светокопирования, заменяют полностью листы.

7. Изменения в бумажные контрольные копии (при их наличии) вносят зачеркиванием одновременно с внесением изменений в подлинники. Допускается замена бумажных контрольных копий новыми. В случае замены контрольной копии на ней делают надпись по примеру: «Замена новой контрольной копией, изм.2 извещение АБВГ.837-2004» и проставляют подпись ответственного лица с указанием даты замены копии. Замененную бумажную контрольную копию допускается хранить вместе с новой.

Изменения в контрольную копию электронного конструкторского (технологического) документа осуществляют методом копирования новой версии подлинника с внесением соответствующих изменений в реквизитах и атрибутах контрольной копии в соответствии с ГОСТ 2.104.

8. После внесения изменений подлинники должны быть пригодны для микрофильмирования (ГОСТ 13.1.002), а дубликаты и копии должны соответствовать своему назначению по ГОСТ 2.102.

Если недостаточно места для внесения изменений или возможно нарушение четкого изображения при исправлении, или невозможно выполнить требования к микрофильмированию, то изготавливают новый подлинник с учетом вносимых изменений и сохраняют его прежнее обозначение.

9. Внесение изменений зачеркиванием размеров, знаков, надписей, отдельных слов и строк осуществляют сплошной тонкой линией с проставлением новой информации в непосредственной близости от зачеркнутого.

При изменении части изображения его обводят сплошной тонкой линией, образующей замкнутый контур, и крестообразно перечеркивают сплошными тонкими линиями. Измененный участок изображения выполняют на свободном поле документа. Новое изображение измененного участка должно быть выполнено в прежнем масштабе без поворота. Обозначают перечеркнутый и вновь изображенный участки так же, как выносные элементы. Над новыми изображениями указывают: «Взамен перечеркнутого».

Если изменяется всё изображение (вид, разрез или сечение), то его перечеркивают и выполняют заново. Над вновь выполненным изображением, при необходимости, помещают надпись, например: «Вид слева», «Вид снизу».

Допускается вносить изменения в изображение зачёркиванием изменяемого контура короткими штрихами с нанесением нового контура на этом же изображении.

10. Изменения обозначают порядковыми номерами арабских цифр (1, 2, 3 и т.д.). Один порядковый номер изменения присваивают всем изменениям, которые вносят в документ по одному извещению. Его указывают для всего документа независимо от того, на скольких листах он выполнен.

11. При внесении изменений рукописным способом около каждого изменения, в том числе около места, исправленного подчисткой (смывкой) или закрашиванием белым цветом, за пределами изображения или текста наносят порядковый номер изменения в окружности диаметром 6-12 мм, в квадрате со стороной 6-8 мм или в скобках и от этой окружности (квадрата, скобок) проводят сплошную тонкую линию к изменённому участку.

Допускается от окружности (квадрата, скобок) с номером изменения проводить несколько линий к участкам, изменение которых проведено под одним номером.

Допускается от окружности (квадрата, скобок) с номером изменения линию к изменяемому участку не проводить.

При внесении изменений в текстовые документы (в текстовую часть документов) линии от окружности (квадрата, скобок) с номером изменения не проводят.

Задание 6.2. Разработать перечень элементов (в САПР КОМПАС или в шаблоне формата doc) по ГОСТ ЕСКД на исходный проект ПП в задании №1.1. В этот перечень внести изменения по ГОСТ ЕСКД 2.503 в соответствии с требованиями технического задания на корректировку печатной платы в задании №1.2.

На Рис. 21 представлена спецификация с внесёнными изменениями по ГОСТ. Жёлтым маркером выделены изменения. Изменения включают: добавление конденсатора С5, резистора R3 и светодиода VD3; удаление конденсатора С7; а также в основной надписи сделана запись о внесении изменений. Изменения на Рис. 21 соответствуют изменениям на Рис. 20.

Контрольные вопросы по разделу №6:

- 1) Как добавить радиатор для микросхемы в топологию ПП?
- 2) Какие ошибки могут возникнуть в топологии, если изменить тип корпуса ЭК?
- 3) Можно ли внести изменения сначала в топологию, а потом в схему?
- 4) Какие ошибки размещения могут возникнуть при корректировке ПП?
- 5) Если к разъему на ПП подсоединен кабель, то при увеличении числа контактов разъема какие составляющие кабель нужно будет скорректировать?
- 6) На основании какого документа вносят изменения в конструкторскую документацию?
- 7) Какими способами вносят изменения в документы?
- 8) Где необходимо указать информацию о внесённых изменениях?
- 9) Журнал изменений ведут для одного изделия или нескольких?
- 10) Для каких документов оформляется лист регистрации изменений?
- 11) В каком случае допускается вносить изменения без извещения об изменении?
- 12) В каких случаях организация-держатель имеет право выпускать предварительное извещение об изменении?
- 13) Как вносить отметки об изменениях в документах, не имеющих листа регистрации изменений?
- 14) В каком случае выпускают дополнительное извещение об изменении?

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				<u>Документация</u>		
A4			ПР.5153.010 СБ	Сборочный чертеж		
A4			ПР.5153.010 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная		
				<u>Детали</u>		
A4		1	ПР.5153.011	Плата печатная	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
		3		Конденсатор		
				С 0805 0,1мкФ 50В Y5V -20+80%	7 6	C2...C4, C6...C9 C6,C8,C9
		4		Конденсатор K50-35 10мкФ 50В	1	C5
		5		Микросхема ADM213EARS	1	DD2
		7		Микросхема FT232RL PL2303XA	1	DD1
		9		Резистор RC 0805 750 Ом ±5%	2 3	R1,R2 R1...R3
		11		Светодиод L934GT	2 3	VD1,VD2 VD1...VD3
		13		Разъем DRB-09M	1	X2
		15		Разъем USBB-1J	1	X1
				ПР.5153.001		
1	1	1-12-2014				
Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата		
Разраб.	Романова				Лит.	Лист
Провер.						Листов
Т.конт.						1
Н.конт.					ИТМО	
Утверд.					Плата 1 (П1)	

Рис. 21. Спецификация на плату с внесёнными изменениями

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате освоения изложенного материала магистранты научатся конфигурировать электронные изделия, в т.ч.: определять конфигурацию персонального компьютера; анализировать техническое задание на модификацию электронного изделия; разрабатывать структурную схему электронного изделия; разрабатывать спецификацию на печатную плату с вариантами исполнения; разрабатывать алгоритмы внесения изменений в конструкцию электронного изделия и вносить изменения в конструкторскую документацию. При выполнении практических заданий внесение изменений в конструкцию электронного изделия осуществляется в интегрированной информационной среде, что обеспечивает сквозной цикл проектирования изделия.

В ходе выполнения практических заданий магистранты получают знания о конфигурировании электронных изделий и их составных частей: печатных плат, кабелей и жгутов, конструкций приборов; приобретут навыки работы по внесению изменений в графические и текстовые конструкторские документы. Полученные знания и навыки позволят выпускникам работать в организациях, занимающихся разработкой конструкций изделий различных уровней конструктивной иерархии: типовых элементов замены (включающих печатную плату), блоков, стоек и т.д. А также магистранты приобретут следующие компетенции: способность применять современные методы анализа; использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, оформлять и представлять результаты исследований; проектировать модули, блоки, системы и комплексы электронных изделий с учётом заданных требований; и разрабатывать проектно-конструкторскую документацию на конструкции электронных изделий в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левин А.И. Методические основы управления конфигурацией. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2012. – 15 с.
2. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник – М.: ФОРУМ: ИНФАРМ-М, 2014.
3. Описание весового дозатора [Электронный ресурс]: Сайт Компании Дози Рос. – Черкассы, [2014]. – Режим доступа: <http://124952.ua.all.biz/dozatory-vesovoj-dozator-g2191637>.
4. ГОСТ 2.113-75. Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы. – Введ. 1976-07-01. – М.: Стандартиформ, 2007.
5. Романова Е.Б. Разработка методов повышения эффективности САПР электронных устройств на основе использования трехмерной модели [Текст] : дис. канд. тех. наук : 05.13.12 : защищена 17.11.2009. – СПб, 2009.
6. ГОСТ 2.503-2013. Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений. – Введ. 2014-06-01. – М.: Стандартиформ, 2014.

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ

1945-1966 РЛПУ (кафедра радиолокационных приборов и устройств). Решением Советского правительства в августе 1945 г. в ЛИТМО был открыт факультет электроприборостроения. Приказом по институту от 17 сентября 1945 г. на этом факультете была организована кафедра радиолокационных приборов и устройств, которая стала готовить инженеров, специализирующихся в новых направлениях радиоэлектронной техники, таких как радиолокация, радиоуправление, теленаведение и др. Организатором и первым заведующим кафедрой был д.т.н., профессор С. И. Зилитинкевич (до 1951 г.). Выпускникам кафедры присваивалась квалификация инженер-радиомеханик, а с 1956 г. – радиоинженер (специальность 0705).

В разные годы кафедрой заведовали доцент Б.С. Мишин, доцент И.П. Захаров, доцент А.Н. Иванов.

1966–1970 КиПРЭА (кафедра конструирования и производства радиоэлектронной аппаратуры). Каждый учебный план специальности 0705 коренным образом отличался от предыдущих планов радиотехнической специальности своей четко выраженной конструкторско-технологической направленностью. Оканчивающим институт по этой специальности присваивалась квалификация инженер-конструктор-технолог РЭА.

Заведовал кафедрой доцент А.Н. Иванов.

1970–1988 КиПЭВА (кафедра конструирования и производства электронной вычислительной аппаратуры). Бурное развитие электронной вычислительной техники и внедрение ее во все отрасли народного хозяйства потребовали от отечественной радиоэлектронной промышленности решения новых ответственных задач. Кафедра стала готовить инженеров по специальности 0648. Подготовка проводилась по двум направлениям – автоматизация конструирования ЭВА и технология микроэлектронных

устройств ЭВА.

Заведовали кафедрой: д.т.н., проф. В.В. Новиков (до 1976 г.), затем проф. Г.А. Петухов.

1988–1997 МАП (кафедра микроэлектроники и автоматизации проектирования). Кафедра выпускала инженеров-конструкторов-технологов по микроэлектронике и автоматизации проектирования вычислительных средств (специальность 2205). Выпускники этой кафедры имеют хорошую технологическую подготовку и успешно работают как в производстве полупроводниковых интегральных микросхем, так и при их проектировании, используя современные методы автоматизации проектирования. Инженеры специальности 2205 требуются микроэлектронной промышленности и предприятиям-разработчикам вычислительных систем.

Кафедрой с 1988 г. по 1992 г. руководил проф. С.А. Арустамов, затем снова проф. Г.А. Петухов.

С 1996 г. кафедрой заведует д.т.н., профессор Ю.А. Гатчин.

1997–2011 ПКС (кафедра проектирования компьютерных систем). Кафедра выпускала инженеров по специальности 210202 «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Область профессиональной деятельности выпускников включала в себя проектирование, конструирование и технологию электронных средств, отвечающих целям их функционирования, требованиям надежности, дизайна и условиям эксплуатации. Кроме того, кафедра готовила специалистов по защите информации, специальность 090104 «Комплексная защита объектов информатизации». Объектами профессиональной деятельности специалиста по защите информации являются методы, средства и системы обеспечения защиты информации на объектах информатизации.

В 2009 и 2010 годах кафедра заняла второе, а в 2011 году – почетное первое место в конкурсе среди кафедр университета.

С **2011 ПБКС** (кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем). Кафедра осуществляет подготовку бакалавров и магистров по направлениям 090900 «Информационная безопасность» (с 2013г. коды направления: для бакалавров 10.03.01, для магистров 10.04.01) и 211000 «Конструирование и технология электронных средств» (с 2013г. коды направления: для бакалавров 11.03.03, для магистров 11.04.03), а также продолжает подготовку инженеров по специальностям 090104 и 210202.

За время своего существования кафедра выпустила более 4650 инженеров, бакалавров и магистров. На кафедре защищено 70 кандидатских и 10 докторских диссертаций.