

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

И. Ф. Гарипов, Ю. С. Жидик

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОСИСТЕМНОЙ
ТЕХНИКИ**

Учебное пособие

Томск
Издательство ТУСУРа
2023

УДК 621.382.049.77.002(075.8)

ББК 32.844я73

Г203

Рецензенты:

Юрьев Ю. Н., канд. техн. наук;

Ерофеев Е. В., канд. техн. наук

Печатается по решению научно-методического совета ТУСУРа
(протокол № 5 от 01.06.23 г.)

Гарипов, Иван Фаритович

Г203 Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники: учеб. пособие / И. Ф. Гарипов, Ю. С. Жидик. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 148 с.

ISBN 978-5-86889-999-7

Представлены этапы разработки и рассмотрен состав конструкторской и технологической документации; описаны этапы подготовки серийного производства изделий электронной техники; виды испытаний на этапах разработки и серийного производства изделий электронной техники в соответствии с государственными стандартами Российской Федерации. Приведены примеры оформления конструкторской документации на изделие электронной техники, технических условий, маршрутной карты, операционной карты и других технических документов.

Для студентов высших учебных заведений технических специальностей.

УДК 621.382.049.77.002(075.8)

ББК 32.844я73

Учебное издание

Гарипов Иван Фаритович

Жидик Юрий Сергеевич

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

Учебное пособие

Подписано в печать 09.10.23. Усл. печ. л. 8,60.

Формат 60x84/16. Тираж 100 экз. Заказ № 203.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.

ISBN 978-5-86889-999-7

© Гарипов И. Ф., Жидик Ю. С., 2023

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2023

Введение

С учетом стремительного развития науки, инноваций и технологий важно понимать, что любое изобретение, открытие и инновация в конечном итоге должно стать востребованным для потребителей продуктом, который будет приносить доход разработчику и производителям. Для выполнения этой задачи инженерам необходимо иметь навыки чтения (во многих случаях и разработки) и составления конструкторской и технологической документации, знать системы испытаний готовых изделий и изделий, находящихся на стадии производства.

Целями и задачами данной дисциплины является постепенное рассмотрение этапов проектирования изделия, системы разработки конструкторской и на ее основе технологической документации, этапов проведения испытаний и технологической подготовки производства изделий электронной техники. Важнейшей задачей дисциплины является ознакомление с комплексами государственных стандартов по разработке конструкторской и технологической документации, владение ими, умение ориентироваться и работать с ними, а также применение принципов, изложенных в них, для разработки технической документации и работы с ней.

1 ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ

Разработка и постановка продукции на производство регламентируется государственным стандартом РФ ГОСТ Р 15.201-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство». Настоящий стандарт распространяется на народно-хозяйственную продукцию производственно-технического назначения (далее – продукция) и определяет порядок ее разработки и постановки на производство [1].

Стандарт устанавливает основные положения по разработке технического задания (ТЗ), конструкторской и технологической документации, приемке результатов разработки, подготовке и освоению производства, испытаниям опытных образцов продукции и продукции, изготовленной при освоении производства, а также по подтверждению их соответствия обязательным требованиям. Требования настоящего стандарта при необходимости допускается конкретизировать в других стандартах и методических документах разных сфер действия [1].

1.1 Этапы жизненного цикла изделия

Жизненный цикл изделия (ЖЦИ) – взаимосвязанная последовательность процессов, сопровождающих изделие от момента выявления потребности в данном изделии до реализации данных потребностей и утилизации продукции после исчерпания эксплуатационного ресурса.

ЖЦИ включает период от возникновения потребности в создании продукции до её ликвидации вследствие исчерпания потребительских свойств.

Основные этапы ЖЦИ, касающиеся производственной цепочки, – опытно-конструкторская разработка (ОКР), подготовка к производству, испытания, серийное производство, техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт, утилизация. На рисунке 1.1 приведена графическая схема данной цепочки.

Опытно-конструкторская работа (ОКР) – комплекс работ по разработке конструкторской, технологической и сертификационной документации на опытный образец продукции, изготовлению и испытаниям опытного образца (опытной партии) продукции, выполняемых при создании (модернизации) нового вида продукции по утвержденному техническому заданию.

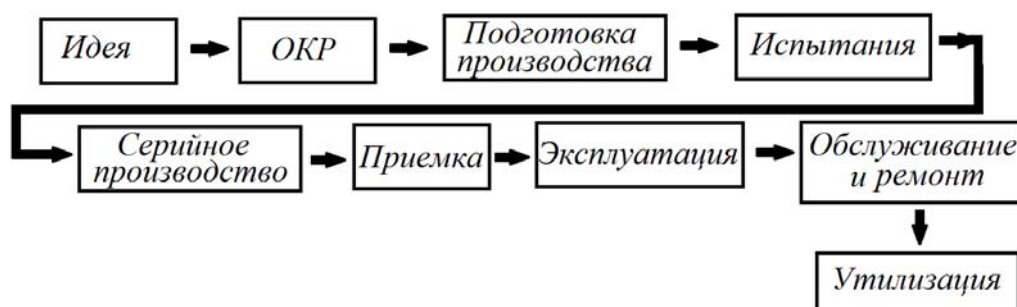


Рисунок 1.1 – Этапы ЖЦИ, относящиеся к производственному циклу

1.2 Структура производства изделий электронной техники

В настоящее время производство всех изделий электронной техники можно разделить на две основные ветви: *производство военной продукции* (изделия категории качества ВП (военная приемка), или так называемая пятая приемка) и *производство гражданской продукции* (первая приемка).

Производство военной продукции. Производство продукции категории качества ВП регулируется военными государственными стандартами и осуществляется под контролем военных представительств и Министерства обороны РФ. На предприятии, изготавливающем военную продукцию, должно быть размещено военное представительство (ВПр), под контролем которого происходит движение жизненного цикла изделия (рисунок 1.2).

Производство гражданской продукции. При производстве гражданской продукции производители руководствуются принципами рыночной экономики и организуют производство исходя из соображений получения максимальной прибыли при минимуме затрат (рисунок 1.3).

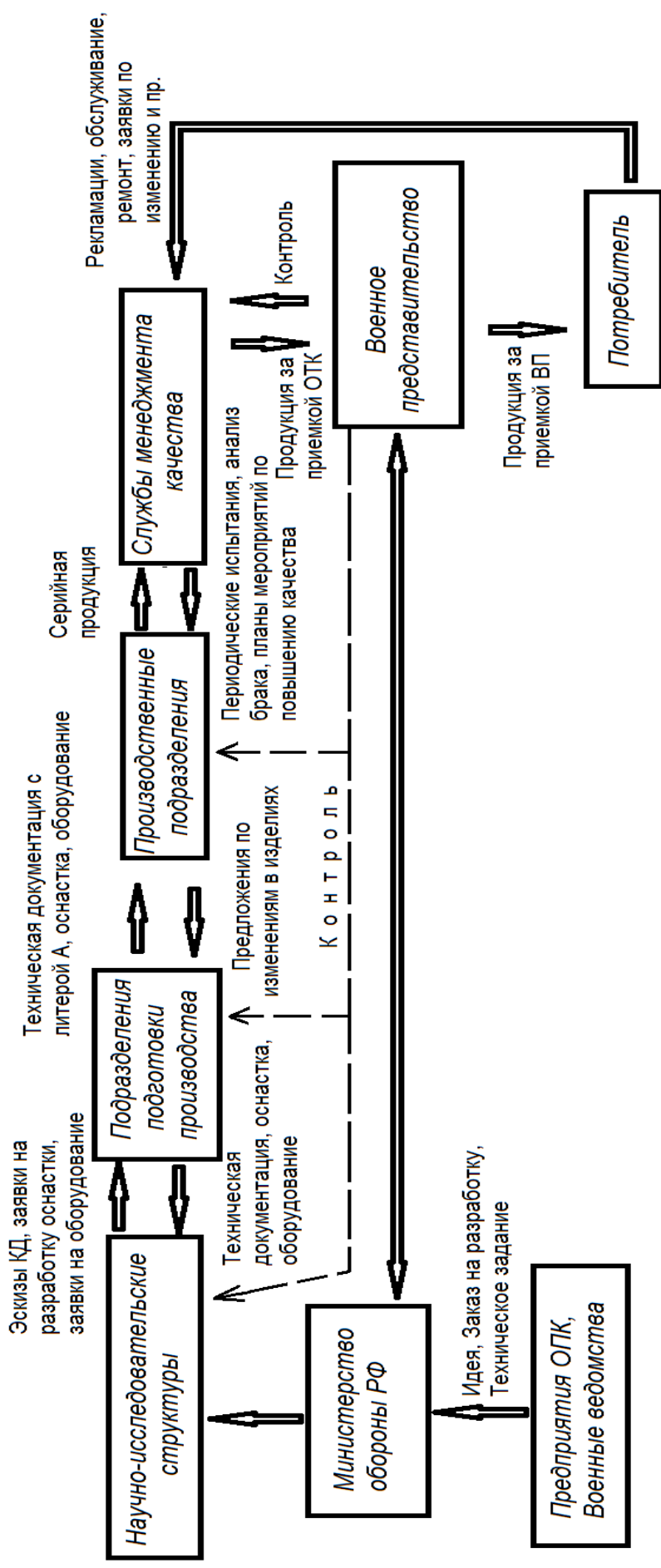


Рисунок 1.2 – Структурная схема производства военной продукции

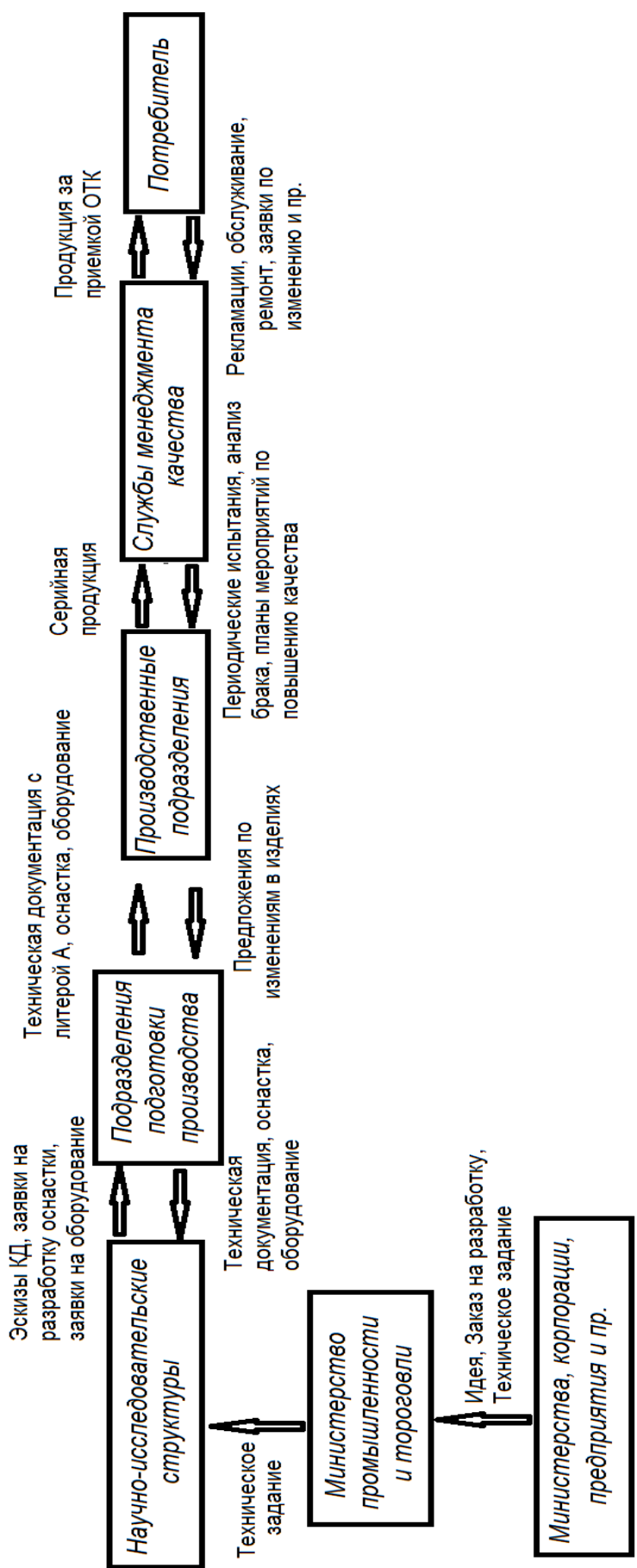


Рисунок 1.3 – Структурная схема производства гражданской продукции

Движение жизненного цикла изделия происходит под контролем служб менеджмента качества (СМК), а приемка изделий – под контролем отдела технического контроля (ОТК) или аналогичных отделов (наименование отдела может быть установлено согласно принятым стандартам организации).

1.3 Модели организации работ по разработке изделий

В зависимости от наличия целевых программ развития продукции, наличия или отсутствия заказчика, характера взаимоотношений между субъектами и хозяйственной деятельности, разработку и постановку продукции на производство осуществляют по следующим *моделям организации работ* [1]:

1) создание продукции по государственному и муниципальным заказам, а также другим заказам, финансируемым из федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации (далее – по госзаказу);

2) создание продукции по заказу конкретного потребителя (заинтересованных организаций, обществ, коммерческих структур);

3) инициативные разработки продукции без конкретного заказчика при коммерческом риске разработчика и изготовителя.

Модель организации работ выбирают исходя из возможности при их реализации обеспечивать необходимое качество продукции, выполнение обязательных требований и конкурентоспособность продукции. Первая модель применяется при государственном заказе на данное изделие (класс изделий) и проводится, как правило, по конкурсной программе.

Вторая модель наиболее часто используется при выполнении составной части ОКР (СЧ ОКР).

Третья модель применяется по собственной инициативе предприятия-разработчика за собственные средства и на основании собственных коммерческих рисков.

1.4 Этапы разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание

Разработка и постановка продукции на производство в общем случае предусматривает:

- 1) разработку ТЗ на ОКР;
- 2) проведение ОКР, включающее:
 - разработку технической документации: конструкторской (КД) и технологической (ТД);
 - изготовление опытных образцов;
 - испытания опытных образцов;
 - приемку результатов ОКР;
- 3) постановку на производство, включающую:
 - подготовку производства;
 - освоение производства;
 - изготовление установочной серии;
 - квалификационные испытания.

Основанием для выполнения ОКР является ТЗ, утвержденное заказчиком, и договор (контракт) с ним. В качестве ТЗ может быть использован иной документ, содержащий необходимые и достаточные требования для разработки продукции и взаимопризнаваемый заказчиком и разработчиком [1].

При разработке ТЗ разработчик учитывает информацию об аналогичной продукции, содержащуюся в базах данных (общероссийской и региональных), созданных в Госстандарте России на основе каталожных листов продукции. Например, крупнейшей базой данных изделий электронной техники является Перечень электронной компонентной базы (ЭКБ), например, для приборов и модулей полупроводниковых – «Перечень ЭКБ 03-2020».

1.5 Разработка документации, изготовление и испытания опытных образцов продукции

Для оценки и контроля качества результатов, полученных на определенных этапах ОКР (составной части ОКР), опытные образцы

(опытную партию) продукции (головные образцы продукции) подвергают контрольным испытаниям по следующим категориям:

– предварительные испытания, проводимые с целью предварительной оценки соответствия опытного образца продукции требованиям ТЗ, а также для определения готовности опытного образца к приемочным испытаниям;

– приемочные испытания, проводимые с целью оценки всех определенных ТЗ характеристик продукции, проверки и подтверждения соответствия опытного образца продукции требованиям ТЗ в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации (применения, использования) продукции, а также для принятия решений о возможности промышленного производства и реализации продукции.

Если к продукции предъявляются обязательные требования, подлежащие в дальнейшем обязательному подтверждению соответствия (сертификации), результаты приемочных испытаний продукции в части обязательных требований, проведенных в лабораториях (центрах), аккредитованных в установленном порядке, могут быть использованы для получения подтверждения соответствия по установленным правилам.

Предварительные и приемочные испытания проводят по соответствующим программам и методикам испытаний (далее – программа испытаний), разрабатываемым и утверждаемым стороной, несущей ответственность за проведение этих испытаний [1].

Программу испытаний разрабатывают на основе требований ТЗ и КД с использованием, при необходимости, типовых программ, типовых (стандартизованных) методик испытаний и других нормативных документов в части организации и проведения испытаний.

В программу испытаний включают:

- объект испытаний;
- цель испытаний;
- объем испытаний;
- условия и порядок проведения испытаний;
- материально-техническое обеспечение испытаний;
- метрологическое обеспечение испытаний;
- отчетность по испытаниям.

В методику испытаний включают:

- оцениваемые характеристики (свойства, показателя) продукции;
- условия и порядок проведения испытаний;
- способы обработки, анализа и оценки результатов испытаний;
- используемые средства испытаний, контроля и измерений;
- отчетность.

Методики испытаний, применяемые для определения соответствия продукции обязательным требованиям, если они не являются типовыми стандартизованными методиками, должны быть аттестованы в установленном порядке и согласованы с соответствующими органами государственного надзора.

Испытания считают законченными, если их результаты оформлены актом, подтверждающим выполнение программы и методик и содержащим оценку результатов испытаний с конкретными точными формулировками, отражающими соответствие испытываемого опытного образца продукции требованиям ТЗ.

По окончании приемочных испытаний опытные образцы или образцы опытной партии считаются выполнившими свои функции. Их дальнейшее использование (в качестве единиц несерийной продукции), утилизация или уничтожение определяются особым решением, отвечающим действующему законодательству [1].

1.6 Литера комплекта технической документации

Литера – это буквенное обозначение документации на изделие, указывающее на этап его жизненного цикла и применяемость.

Литера является обязательным реквизитом и проставляется в установленном месте штампа конструкторской документации, технических условий и технологической документации [2].

Для КД правила внесения литеры в штамп определяется ГОСТ 2.104-2006 «ЕСКД. Основные надписи». Согласно этому стандарту графа 4 (обозначение в штампе «Лит.»), предназначенная для заполнения литеры конструкторских документов, делится на три зоны, в которые последовательно вписывают присвоенные

литеры, начиная с левой зоны (см. приложение А). В соответствии с данным стандартом обязательными для проставления литеры являются спецификация на КД и технические условия, на остальные документы литеры может не проставляться [3].

Присвоение литеры происходит после очередного этапа разработки изделия, который завершается по окончании испытаний, соответствующих данному этапу, и доработки технической документации по результатам испытаний. В таблице 1.1 приведено соответствие литеры конкретному этапу разработки изделия.

Таблица 1.1 – Соответствие литеры конкретному этапу разработки изделия

Документ	Литера	Этап
Проектная техническая документация		
Техническое предложение	П	Разработка технического предложения
Эскизный проект	Э	Разработка эскизного проекта
Технический проект	Т	Разработка технического проекта
Рабочая техническая документация		
Опытный образец (опытная партия) изделия, предназначенный для серийного (массового) или единичного производства (кроме разового изготовления)	Без литеры	Разработка конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии)
	О	Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (опытной партии)
	О1	Корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца (опытной партии)
	О2	Корректировка конструкторской документации по результатам повторного изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) для изделий, разрабатываемых по заказу Министерства обороны (при необходимости)

Окончание таблицы 1.1

Документ	Литера	Этап
Серийное (массовое) производство	А	Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания установочной серии (квалификационные испытания), а также оснащения технологического процесса изготовления изделия
	Б	Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания головной (контрольной) серии для изделия, разрабатываемого по заказу Министерства обороны (при необходимости)
Изделия единичного производства, предназначенные для разового изготовления	И	Разработка конструкторской документации. Под разовым изготовлением понимается одновременное изготовление одного или более экземпляров изделия, дальнейшее производство

1.7 Подготовка и освоение производства

Подготовку и освоение производства, которые представляют собой этапы постановки продукции на производство, осуществляют с целью обеспечения готовности производства к изготовлению и выпуску (поставке) вновь разработанной (модернизированной) либо выпускавшейся ранее другим предприятием продукции в заданном объеме, соответствующей требованиям конструкторской документации.

Изготовитель принимает от разработчика продукции:

- комплект КД и ТД литеры О1 или более высокой;
- специальные средства контроля и испытаний;
- опытный образец продукции (при необходимости), изготовленный в соответствии с условиями использования научно-технической продукции, оговоренными в договоре (контракте) на ОКР;
- документы о согласовании применения комплектующих изделий в соответствии с ГОСТ 2.124-2014 «Единая система конструкторской документации. Порядок применения покупных изделий»;

- заключения по проведенным экспертизам (в том числе метрологической, экологической и др.);
- копию акта приемочных испытаний;
- документы, подтверждающие соответствие разработанной продукции обязательным требованиям.

На этапе подготовки производства изготовитель должен выполнить работы, обеспечивающие технологическую готовность предприятия к изготовлению продукции в оговоренные контрактом (договором) сроки в заданных объемах, в соответствии с требованиями КД и законодательства Российской Федерации, а также следующие основные работы:

- разработку ТД (или корректировку полученной ТД) на изготовление продукции для поставки, контроля и испытаний;
- отработку конструкции на технологичность с учетом стандартов единой системы технологической документации (ЕСТД);
- заключение договоров (контрактов) с поставщиками комплектующих изделий и материалов, а также лицензионных соглашений с правообладателями на использование объектов промышленной и интеллектуальной собственности;
- подготовку и представление в территориальные органы Госстандарта России каталожного листа продукции в установленном порядке;
- другие работы.

Подготовку производства считают законченной, когда изготовителем продукции получена вся необходимая документация, разработана (отработана) ТД на изготовление продукции, опробованы и отлажены средства технологического оснащения и технологические процессы (ТП), подготовлен персонал, занятый при изготовлении, испытаниях и контроле продукции, и подтверждена готовность к освоению производства продукции.

На этапе освоения производства выполняют:

- изготовление оговоренного договором (контрактом) либо иным документом количества единиц продукции установочной серии (первой промышленной партии) в соответствии с требованиями КД (литеры О1 или более высокой), доработку разработанного технологического процесса для производства продукции по ТД (литеры О1 или более высокой);

- квалификационные испытания;
- дальнейшую отработку (при необходимости) конструкции на технологичность;
- утверждение КД и ТД с присвоением литеры А.

С целью демонстрации готовности предприятия к выпуску продукции, отвечающей требованиям КД, проверки разработанного ТП, обеспечивающего стабильность характеристик продукции, а также для оценки готовности предприятия к выпуску продукции в количестве, определяемом договором (контрактом), проводят квалификационные испытания.

Квалификационные испытания проводят по программе, разработанной изготовителем с участием разработчика продукции и согласованной с заказчиком (при его наличии).

В программе испытаний указывают:

- количество единиц продукции, подвергаемых испытаниям и проверкам, исходя из их сложности, стоимости, надежности и других факторов, необходимых для достоверных оценок;
- все виды испытаний, соответствующих периодическим испытаниям, указанным в ТУ, а также другие испытания и проверки, позволяющие достигнуть цели квалификационных испытаний;
- место проведения испытаний.

В программу квалификационных испытаний допускается не включать проверки отдельных требований КД, которые не могут измениться в ходе работ по постановке на производство.

При положительных результатах квалификационных испытаний освоение производства считается законченным [1].

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое жизненный цикл изделия?
2. Какие этапы жизненного цикла относятся к производственной цепочке?
3. Что такое ОКР?
4. Что обозначают литеры комплекта?
5. Какие испытания проводятся для постановки изделий на серийное производство?

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

2.1 Назначение технических условий и общие требования

Технические условия (ТУ) – конструкторский документ, устанавливающий технические требования, которым должно соответствовать конкретное изделие, материал, вещество и пр. или их группа, а также содержащий требования к изготовлению, контролю, приемке и поставке изделия, которые нецелесообразно указывать в других КД [4].

Технические условия являются *техническим документом*, который разрабатывается по решению разработчика и/или изготовителя или по требованию заказчика (потребителя) продукции. Технические условия являются неотъемлемой частью комплекта *конструкторской* или другой технической документации на продукцию, а при отсутствии документации должны содержать полный комплекс требований к продукции, её изготовлению, контролю и приемке.

Основу для составления ТУ на изделие (группу изделий) можно выразить следующей формулой:

$$ТУ = ОТУ + ТЗ,$$

где ОТУ – общие технические условия [4]; ТЗ – техническое задание на изделие.

Общие технические условия являются важнейшим рабочим документом, производитель осуществляет выпуск продукции в соответствии с требованиями, утверждёнными в этом документе [5].

В ОТУ устанавливаются требования к безопасности и качеству продукции в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами для данного класса продукции. На основании ОТУ проводится обязательная и добровольная сертификация, декларирование, регистрация продукции.

ТЗ определяет технические требования к конкретному виду разрабатываемого изделия (группы изделий), а также методы контроля качества на всех этапах разработки и серийного выпуска продукции.

2.2 Порядок разработки и обращения технических условий

Технические условия относятся к конструкторской документации и разрабатываются в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД). Дадим определение ЕСКД согласно ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Общие положения».

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приёмке, эксплуатации, ремонте, утилизации).

В Российской Федерации порядок разработки и общую структуру технических условий определяет ГОСТ 2.114-2016 «Единая система конструкторской документации. Технические условия».

ТУ являются собственностью организации-изготовителя, на которую оформляется платная абонентская подписка, то есть потенциальный потребитель изделия электронной техники должен приобрести ТУ на это изделие, а предприятие-разработчик обязуется оповещать потребителя обо всех вносимых изменениях, а при необходимости согласовывать с потребителем предлагаемые изменения, которые могут повлиять на эксплуатационные характеристики изделия.

В ТУ с присвоенной литерой А не допускается внесение изменений. Любые изменения в ТУ проводятся в установленном порядке после подтверждения качества изделий (собранных в соответствии с предложенными изменениями) и соответствия установленным техническим требованиям посредством проведения типовых испытаний. Пример оформления технических условий приведен в приложении Б.

2.3 Состав, построение и оформление технических условий

Состав, построение и оформление технических условий должны соответствовать требованиям стандартов, входящих в систему ЕСКД.

Согласно действующим стандартам ТУ должны содержать вводную часть и разделы, расположенные в следующей последовательности [4]:

- 1) вводная часть;
- 2) технические требования;
- 3) требования безопасности;
- 4) требования охраны окружающей среды;
- 5) правила приемки;
- 6) методы контроля;
- 7) транспортирование и хранение;
- 8) указания по эксплуатации;
- 9) гарантии изготовителя.

Рассмотрим содержание вводной части и разделов ТУ.

1. Вводная часть

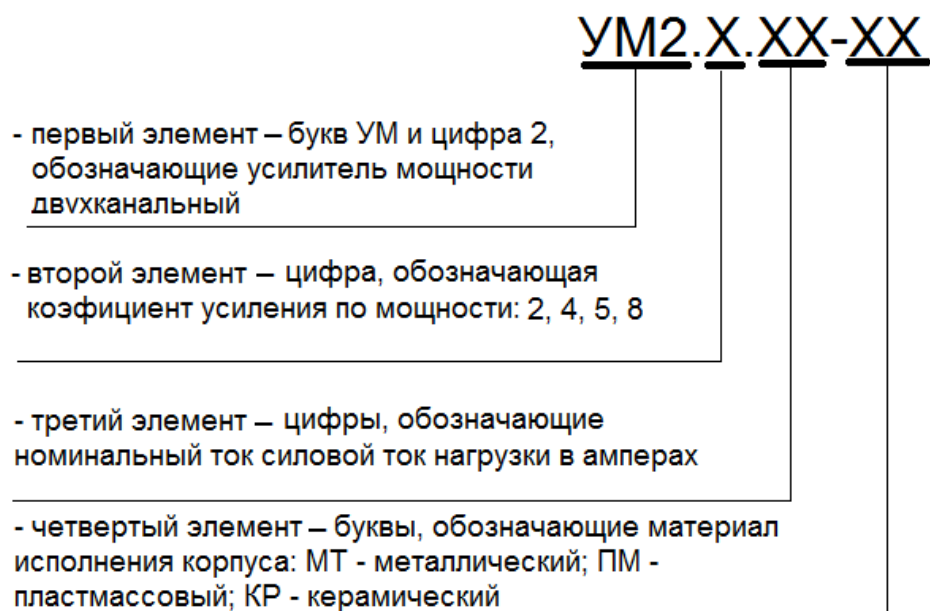
В водной части отражаются назначение и область применения продукции, выпускаемой по данным ТУ, расшифровка торгового наименования продукции и иная общая информация, дающая общую характеристику.

Пример

Данные технические условия распространяются на усилители мощности УМ2, применяемые в силовых электрических цепях и блоках.

Также в вводной части может указываться, каким ОТУ или государственным стандартам (в зависимости от сферы применения) должно соответствовать данное изделие.

Расшифровка наименования:



2. Технические требования

Технические требования состоят из следующих основных разделов [4]:

- основные параметры и характеристики;
- требования к сырью, материалам и покупным изделиям;
- комплектность;
- маркировка;
- упаковка.

При необходимости могут вводиться дополнительные разделы для отражения необходимых технических и эксплуатационных характеристик.

В подразделах, касающихся *основных параметров и характеристик*, приводят основные параметры и характеристики изделия, изображение изделия с габаритными и посадочными размерами (при необходимости), коды продукции по классификатору, основные функции изделия в заданных условиях, совместимость и взаимозаменяемость, требования надежности к выполнению изделием своих функций, конструктивные требования, требования технологичности, требования экономики.

В подразделах, касающихся *требований к сырью, материалам и покупным изделиям*, указывают необходимые требования к покуп-

ным изделиям, материалам и полуфабрикатам, требования к драгоценным металлам, цветным металлам, сплавам и порядку их учета, требования ко вторичному сырью и отходам производства.

В подразделе, касающемся *комплектности*, указывают составные части изделия, запасные части к нему, инструмент, принадлежности, входящие в состав поставки, а также поставляемую вместе с изделием документацию.

В подразделе, касающемся *маркировки изделия*, указывают место маркировки (на изделии, на бирке, на ярлыке и т. д.), содержание маркировки (сокращенное обозначение изделия, дату изготовления {месяц, квартал, год} и пр.), способ нанесения маркировки (ударным клеймом, краской, лазерной гравировкой и др.), знаки безопасности (при необходимости).

В подразделе, касающемся *упаковки изделия*, указывают правила подготовки продукции к упаковыванию, применяемые средства, вид применяемой тары, количество продукции в единице упаковки (тары), порядок размещения и способ укладки продукции, перечень документов, укладываемых с продукцией, и способ их упаковывания.

3. Требования безопасности

В разделе указывают меры по обеспечению безопасности (пожарной, электро-, взрыво-, радиационной, химической и т.д.) в течение срока службы (хранения) изделия. Также указывается степень воздействия излучений, материалов и веществ, входящих в состав изделия или образующихся в процессе его эксплуатации, на организм человека. В данном разделе приводится класс опасности материалов и веществ, входящих в состав изделия.

Класс опасности вредных веществ – это условная величина, предназначенная для упрощенной классификации потенциально опасных веществ. Все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяют на четыре класса опасности [6]. В таблице 2.1 приведены характеристики класса опасности и примеры веществ, соответствующих каждому классу.

Таблица 2.1 – Характеристика класса опасности вредных веществ

Класс опасности	Степень опасности	Предельно допустимая концентрация рабочей зоны, мг/м ³	Примеры веществ
1	Чрезвычайно опасные	Менее 0,1	Ртуть и ее соединения, диоксины, бериллий, расплавленный свинец и его сплавы (паяльные пасты, ПОС-61 и т.д.) и пр.
2	Высокоопасные	0,1–1	Кадмий, мышьяк и их соединения, хлор, эпихлоргидрин (входит в состав эпоксидных смол), анилин, азотная и серная кислота, едкие щелочи, сероводород и пр.
3	Умеренно опасные	1–10	Уксусная кислота, метиловый спирт, окись азота, толуол, сульфат железа и пр.
4	Малоопасные	Более 10	Аммиак, ацетон, бензин, этиловый спирт, окись углерода, флюс канифольный и пр.

4. Охрана окружающей среды

В разделе указывают следующие данные [4]:

- требования по допустимым (по уровню и времени) воздействиям внешних факторов на окружающую среду;
- требования по устойчивости загрязняющих и ядовитых веществ в объектах окружающей среды;
- требования по местам захоронения продукции и ее отходам при утилизации.

5. Правила приемки

В разделе указывают:

- порядок и условия предъявления, контроля и приемки продукции контрольными органами (ОТК, ВП);
- размер предъявляемых для контроля партий;

- сопроводительную и предъявительскую документацию;
- порядок оформления результатов приемки;
- виды программ испытаний;
- периодичность проведения каждого вида испытаний;
- правила и условия приемки, забракования и повторного предъявления (невозможность повторного предъявления забракованной продукции оговаривается в ТУ особо), порядок окончательного забракования;
- порядок и места проставления клейм (штампов, пломб), подтверждающих приемку продукции.

В приложении Б в разделе 3 приведенных технических условий показано оформление раздела правил приемки.

6. Методы контроля

В разделе указывают приемы, способы и режимы контроля параметров и характеристик.

Для каждого метода контроля устанавливают:

- 1) методы отбора проб и их количество;
- 2) контрольное оборудование, материалы и реактивы, допустимые замены средств контроля;
- 3) порядок подготовки к контролю;
- 4) порядок проведения контроля, последовательность операций, порядок ведения записей, указания мер безопасности;
- 5) порядок обработки результатов контроля, расчетные формулы, требуемая точность вычислений.

Пример

7.5.1 Кратковременные испытания на безотказность проводят в течение 500 ч при номинальном значении напряжения питания $U_{\text{пит}}$ и повышенной температуре $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ на корпусе цоколя источников света. До и после испытаний осуществляют визуальный контроль источников света, измерение тока потребления $I_{\text{пот}}$ и светового потока Φ_v . В процессе испытаний через 125 ч; 250 ч; 500 ч, не извлекая источники света из камеры, проводят контроль наличия свечения и измерение тока потребления. Время выдержки источников света в нормальных климатических условиях после окончания испытания перед измерением параметров-критериев годности – не менее 1 ч.

Источники света считают выдержавшими испытание, если в процессе испытания наблюдается свечение источников света, после испытания внешний вид источников света соответствует описанию образцов внешнего вида, значения тока потребления $I_{\text{пот}}$ соответствуют нормам при приемке и поставке, значения светового потока соответствует нормам, указанным в п. 4.3.1 данных ТУ.

7. Правила транспортировки и хранения

В подразделе по транспортировке при необходимости указывают:

- виды транспорта (воздушный, железнодорожный, морской, автомобильный) и транспортных средств (крытые, открытые, специальные);
- способы крепления;
- порядок размещения;
- параметры транспортирования (скорость, расстояние, допустимые воздействия, необходимость защиты от воздействий при погрузке, транспортировании, выгрузке).

В подразделе по правилам хранения указывают [4]:

- место хранения (открытая площадка, хранилище и т. д.);
- условия хранения (температура, влажность и т. д.);
- условия складирования (в один ряд, в несколько рядов и т. д.);
- специальные условия и сроки хранения (обслуживание, переконсервация и т. д.).

Пример

8.1 Источники света следует транспортировать в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.412.

8.2 Условия транспортирования источников света в части воздействия механических факторов внешней среды должны соответствовать средним (Ст) условиям по ГОСТ В 9.001, в части воздействия климатических факторов – условиям хранения 5 по ГОСТ 15150.

8.3 Хранение упакованного модуля производить в закрытом, вентилируемом помещении в соответствии с ГОСТ В 9.003-80 при температуре от 10 до 40 °С и относительной влажности до 70 % при отсутствии в окружающей атмосфере паров кислот в течение гарантированного срока хранения.

8. Указания по эксплуатации

В разделе дают указания по установке, монтажу и применению продукции на месте ее эксплуатации (сборка, соединение с другой продукцией, особые условия эксплуатации, порядок утилизации и пр.) либо дают ссылку на соответствующий эксплуатационный документ (руководство по эксплуатации, инструкция, паспорт, формуляр и т. п.).

Пример

9.1 Рекомендуется установку взрывозащищенного светильника производить в специально оборудованную нишу или другие углубления, обеспечивающие защиту от прямого воздействия взрывной волны.

9.2 Подключение и настройку режимов работы взрывозащищенного светильника проводить согласно паспорту, прилагающемуся в комплекте упаковки.

9. Гарантии изготовителя (поставщика)

В разделе устанавливают правила и обязанности изготовителя (поставщика) по гарантиям в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 15.306-2003 «Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Обязательства гарантийные. Основные положения», а также указывают:

- гарантийный срок (для изделий, особенности использования которых не позволяют четко разграничить их хранение и эксплуатацию);
- гарантийный срок хранения или гарантийный срок эксплуатации;
- гарантийный срок хранения и гарантийный срок эксплуатации;
- гарантийный срок хранения в пределах гарантийного срока эксплуатации;
- гарантийную наработку в пределах гарантийного срока.

Пример

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества усилителей мощности требованиям настоящих ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, транспортировки и эксплуатации.

10.2 Гарантийный срок – 10 лет с даты изготовления.

10.3 Гарантийная наработка – 20 000 ч в пределах гарантийного срока.

2.4 Обозначение и литера технических условий

ГОСТ 2.201-80 «Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов» устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначения технических условий на изделия отрасли машиностроения и приборостроения. Обозначение технических условий имеет вид:

АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ ТУ

где АБВГ – четырехзначный буквенный код организации-разработчика изделия (или код, выделенный при централизованном присвоении обозначения); ХХХХХХ – шестизначный числовой код классификационной характеристики, присвоенный по ОКП; ХХХ – трехзначный числовой порядковый номер, присваиваемый разработчиком; ТУ – код для обозначения технических условий [8].

Пример обозначения технических условий для полупроводникового светодиода, разработанного Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР):

ЕГВА.432220.011 ТУ

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое технические условия на изделие?
2. Какие документы являются основой для разработки ТУ?
3. В каком разделе ТУ указываются основные параметры изделия?
4. Что отражено в разделе «Правила приемки»?
5. Какое обозначение имеет ТУ?

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

3.1 Основные термины, определения и нормативная документация

Конструкторская документация (КД) – это графические и текстовые документы, которые в совокупности или в отдельности определяют состав и устройство *изделия* и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации.

Все конструкторские документы делятся на два основных типа: графические документы и текстовые документы. Набор графических и текстовых документов, относящихся ко всему изделию (составленных на все данное изделие в целом) и однозначно определяющих конструкцию изделия, порядок его сборки или изготовления, эксплуатации и ремонта, называется *комплект конструкторской документации*.

Разработка и обращение конструкторской документации регламентируется ЕСКД. Из основополагающих нормативно-технических документов по разработке и обращению КД можно привести следующие:

ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Общие положения»;

ГОСТ 2.101-2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий»;

ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»;

ГОСТ 2.103-2013 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки»;

ГОСТ 2.201-80 «Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов»;

ГОСТ 2.301-68 «Единая система конструкторской документации. Форматы»;

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам»;

ГОСТ 2.106-2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы».

3.2 Виды изделий, на которые разрабатывается конструкторская документация

Выпуск продукции предприятием включает в себя изготовление различных технических предметов, которые определяются термином «изделие». Изделие представляет собой любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии [9].

Установлены следующие виды изделий:

1) деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марки материала без применения сборочных операций;

2) сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе сборочными операциями;

3) комплекс – несколько изделий, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

4) комплект – набор деталей или сборочных единиц, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера.

3.3 Графические и текстовые конструкторские документы

Как было сказано выше, все конструкторские документы делятся на графические и текстовые. В таблице 3.1 приведены виды графических и текстовых документов [8].

В графическом конструкторском документе основная информация о техническом предмете представлена в виде графического изображения, выполненного черным цветом при помощи линий, штрихов и точек. Информация о предмете в виде графического изображения наиболее удобна при рассмотрении устройства и принципа

действия изделия, взаимного расположения и устройства его составных частей, геометрической формы деталей. Часто графическая информация сопровождается текстовой или знаковой (знаки и цифры) информацией. Текстовые документы содержат речевую описательную информацию, а также расчеты и их результаты. Текстовый документ оформляется в виде сплошного текста или текста, разбитого на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. д.).

Таблица 3.1 – Виды конструкторских документов и их коды

Наименование конструкторского документа	Назначение документа	Буквенный код документа
Графические документы		
Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия	ВО
Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят чертежи, по которым выполняют гидромонтаж и пневмомонтаж	СБ
Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля	
Теоретический чертеж	Документ, определяющий геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей	ТЧ
Габаритный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами	ГЧ
Электромонтажный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия	МЭ

Продолжение таблицы 3.1

Наименование конструкторского документа	Назначение документа	Буквенный код документа
Схема электрическая принципиальная	Документ, содержащий чертеж схемы электрической принципиальной с указанием всех активных и пассивных элементов цепи	ЭЗ
Монтажный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия	МЧ
Упаковочный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковки изделия	УЧ
Схема (по ГОСТ 2.701)	Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними	
Электронная модель детали	Документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.	
Электронная модель сборочной единицы	Документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. К электронным моделям сборочных единиц также относят электронные модели для выполнения гидромонтажа и пневмомонтажа	ЭСБ

Продолжение таблицы 3.1

Наименование конструкторского документа	Назначение документа	Буквенный код документа
Электронная структура изделия	Документ, содержащий структуру изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта) и другие данные в зависимости от его назначения	
Чертеж на этикетку	Документ, содержащий изображение этикетки	ЭТ
Текстовые документы		
Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта	
Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений	ПЗ
Таблица	Документ, содержащий, в зависимости от его назначения, соответствующие данные, сведенные в таблицу	ТБ
Инструкция	Документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т. п.)	И
Расчет	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.	РР
Описание внешнего вида	Документ, содержащий описание внешнего вида изделия с указанием допустимых и недопустимых отклонений	Д2
Этикетка (паспорт)	Документ, содержащий краткую информацию об изделии, применяемый в составе упаковки и в котором проставляется штамп ОТК	ПС

Окончание таблицы 3.1

Наименование конструкторского документа	Назначение документа	Буквенный код документа
Ведомость спецификаций	Документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости	ВС
Ведомость ссылочных документов	Документ, содержащий перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия	ВД
Ведомость покупных изделий	Документ, содержащий перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии	ВП
Ведомость разрешения применения покупных изделий	Документ, содержащий перечень покупных изделий, разрешенных к применению в соответствии с ГОСТ 2.124	ВИ
Ведомость держателей подлинников	Документ, содержащий перечень предприятий (организаций), на которых хранят подлинники документов, разработанных и/или примененных для данного изделия	ДП
Ведомость технического предложения	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в техническое предложение	ПТ
Ведомость эскизного проекта	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в эскизный проект	ЭП
Ведомость технического проекта	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в технический проект	ТП
Ведомость электронных документов	Документ, содержащий перечень электронных КД	ВДЭ
<i>Примечание.</i> Чертеж детали, спецификация, электронная модель детали, электронная структура изделия и схема кода не имеют, так как эти документы приняты в качестве основных для детали и изделия (сборочной единицы).		

Стандарты ЕСКД предусматривают номенклатуру конструкторских документов. Наиболее употребительными документами

являются чертеж общего вида, чертеж детали, спецификация, сборочный чертеж, габаритный чертеж, схема, пояснительная записка, расчеты [8]. В отрасли электронной техники и микроэлектроники также часто применяют электромонтажный чертеж и схему электрическую принципиальную.

Чертеж общего вида содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для понимания принципа работы и взаимодействия составных частей сборочной единицы [8]. Чертеж общего вида является основанием для разработки чертежей деталей и спецификации.

На чертеже общего вида, как правило, не приводят сведения, необходимые для изготовления деталей и осуществления сборки. Эти данные помещают на чертежах деталей и сборочных чертежах. Основное назначение чертежа общего вида состоит в том, чтобы дать представление об устройстве сборочной единицы и взаимодействии ее составных частей.

Чертеж детали – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные (размеры, предельные отклонения размеров, шероховатость поверхности, сведения о материале и др.), необходимые для ее изготовления и контроля [8].

Графическая и текстовая информация, помещенная на чертеже, полностью определяет геометрическую форму детали и позволяет изготовить ее с требуемой степенью точности из материала заданной марки.

Состав сборочной единицы, необходимые сведения по соединению деталей в сборочную единицу и требования к готовой сборочной единице приводятся в спецификации и на сборочном чертеже. Спецификация и сборочный чертеж являются самостоятельными конструкторскими документами, но разрабатываются совместно.

Спецификация является текстовым документом, который содержит сведения о составе сборочной единицы [8]. Спецификация представляет собой перечень документов, относящихся к данной сборочной единице, и составным частям этой сборочной единицы. Перечень составляется по определенной форме и в определенной последовательности согласно ГОСТ 2.106-2019 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы».

Сборочный чертеж содержит упрощенное изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее изготовления (сборки) [8]. На сборочном чертеже составные части сборочной единицы снабжаются полками-выносками, на которых проставляются номера позиций этих составных частей в соответствии с порядковым номером позиции в спецификации. Кроме того, чертеж снабжен полками-выносками с указанием пунктов технических требований данного чертежа, дающих технические указания по сборке составных частей сборочной единицы (способ сборки, место монтажа, применяемые вспомогательные материалы, не указанные в спецификации, и т. д.). В этом случае на чертеже над полкой-выноской проставляется соответствующий номер пункта технических требований с простановкой перед номером обозначения пункта – «п.» (например: обозначение «п. 2» на сборочном чертеже дает отсылку на второй пункт технических требований чертежа, в котором приведена информация по способу пайки и применяемого для нее материала, а также указание нормативного документа, по которому данный способ пайки выполняется; сноска же укажет место на сборочной единице, где должна быть применена данная пайка).

Схема представляет собой конструкторский документ, на котором в виде условных графических обозначений показаны составные части изделия, а также связи между ними [8]. В зависимости от входящих в состав изделия элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие виды: электрические, гидравлические, пневматические, газовые (кроме пневматических), кинематические, вакуумные, оптические, энергетические, деления, комбинированные.

Назначение схемы определяет ее тип: структурная, функциональная, принципиальная (полная), соединений (монтажная), подключения, общая, расположения, объединенная [10].

Габаритный чертеж содержит контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами [8]. В отрасли электроники и микроэлектроники в габаритном чертеже также могут приводиться рекомендуемая конфигурация контактных площадок и посадочных мест для монтажа данного изделия (так называемые "footprint" или "land pattern"), указание меток

для различения электродов изделия и прочая полезная информация, связанная с планированием размещения данного изделия в проектах потребителя.

3.4 Классификация изделий и обозначение конструкторских документов

Каждому изделию должно быть присвоено обозначение, которое включает в себя четырехзначный буквенный код организации-разработчика, шестизначный цифровой код классификационной характеристики изделия и трехзначный порядковый регистрационный номер изделия [7].

Пример обозначения конструкторского документа на изделие приведен на рисунке 3.1.

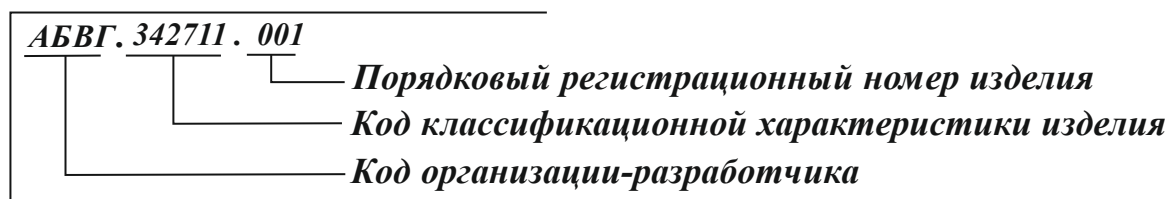


Рисунок 3.1 – Схема обозначения конструкторского документа

Основной конструкторский документ имеет обозначение, которое совпадает с обозначением изделия [7]. Обозначение других конструкторских документов состоит из обозначения изделия и кода документа по ГОСТ 2.102 (для изделий) и ГОСТ 2.701 (для схем). Например, изделие имеет обозначение АБВГ.342711.001, следовательно, сборочный чертеж будет иметь обозначение АБВГ.342711.001СБ.

Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков в централизованном порядке. Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу по классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (классификатору ЕСКД). Регистрационный номер присваивается в соответствии с установленным организацией-разработчиком порядком регистрации конструкторской документации.

3.5 Стадии разработки и комплектность конструкторских документов

На этапе проектирования изделия КД разрабатывается на нескольких стадиях: *техническое предложение, эскизный проект, технический проект*, а на этапе изготовления опытного образца (партии) – *рабочая конструкторская документация* [2].

Техническое предложение – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделия, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого изделия, и патентные исследования [2]. Техническое предложение содержит следующие документы: чертеж общего вида, схемы, таблицы, расчеты и др. Обязательными для технического предложения являются пояснительная записка и ведомость технического предложения. Общие положения по выполнению технического предложения приведены в ГОСТ 2.118-2013 «Единая система конструкторской документации. Техническое предложение».

Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия [2]. В эскизный проект обязательно включается пояснительная записка, ведомость эскизного проекта. Кроме того, могут быть включены чертеж общего вида, теоретический и габаритный чертежи, схемы и другие документы. Общие положения по выполнению эскизного проекта приведены в ГОСТ 2.119-2013 «Единая система конструкторской документации. Эскизный проект».

Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей

документации [2]. В технический проект обязательно включаются чертеж общего вида, пояснительная записка, ведомость технического проекта. Могут быть также включены чертежи деталей, теоретические и габаритные чертежи, схемы и т. д. Общие положения по выполнению технического проекта приведены в ГОСТ 2.120-2013 «Единая система конструкторской документации. Технический проект».

Рабочая конструкторская документация (РКД) – комплект конструкторских документов, которые предназначены для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) изделия, а также изготовления и испытания установочной серии. Комплектность и виды РКД определены в ГОСТ 2.102.

Рабочая документация на деталь обязательно содержит чертеж детали, а также может содержать чертежи теоретический, габаритный, упаковочный, технические условия и другие документы [8].

Рабочая документация на сборочную единицу обязательно содержит спецификацию и сборочный чертеж, могут быть и другие чертежи, схемы и текстовые документы [8].

В комплект конструкторской документации на стадиях проектной разработки (техническое предложение, эскизный и технический проект) входит ведомость проекта, которая является обязательным документом [8].

В ведомость записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного комплекта и примененные из других проектов и рабочей документации на ранее разработанные изделия.

Ведомость проекта представляет собой таблицу, составленную по специальной форме. Запись документов производят по разделам в следующей последовательности: документация общая, документация по сборочным единицам. Каждый раздел документации должен состоять из подразделов: вновь разработанная документация, примененная документация [11].

Документы технического предложения, эскизного и технического проектов комплектуют в папки, книги или альбомы по ГОСТ 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

Приведем комплектность документации на стадиях разработки КД. В таблице 3.2 указаны обязательные и возможные конструкторские документы, входящие в комплект на различных стадиях разработки.

Таблица 3.2 – Комплектность основных конструкторских документов на стадиях разработки

Код доку-мента	Наименование документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация			
					Деталь	Сборочная единица	Комплекс	Комплект
–	Чертеж детали	–	–	○	●	–	–	–
–	Электронная модель детали	–	–	○	●	–	–	–
СБ	Сборочный чертеж	–	–	–	–	●	–	–
ЭСБ	Электронная модель сборочной единицы	○	○	○	–	○	○	○
ВО	Чертеж общего вида	○	○	●	–	–	–	–
ТЧ	Теоретический чертеж	–	○	○	○	○	○	–
ГЧ	Габаритный чертеж	○	○	○	○	○	○	–
МЭ	Электромагнитный чертеж	–	–	–	–	○	–	–
МЧ	Монтажный чертеж	–	–	–	–	○	○	○
УЧ	Упаковочный чертеж	–	–	–	○	○	○	○
По ГОСТ 2.701	Схемы	○	○	○	–	○	○	○
–	Спецификация	–	–	–	–	●	●	●
ПТ	Ведомость технического предложения	●	–	–	–	–	–	–
ЭП	Ведомость эскизного проекта	–	●	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 3.2

Код документа	Наименование документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация			
					Деталь	Сборочная единица	Комплекс	Комплект
ТП	Ведомость технического проекта	—	—	●	—	—	—	—
ПЗ	Пояснительная записка	●	●	●	—	—	—	—
ТУ	Технические условия	—	—	○	○	○	○	○
ТБ	Таблицы	○	○	○	○	○	○	○
РР	Расчеты	○	○	○	○	○	○	○
И	Инструкции	—	—	—	○	○	○	○
● – обязательный документ; ○ – документ составляют в зависимости от характера, назначения и условий производства изделия.								

Пример конструкторской документации на изделие электронной техники приведен в приложении А.

3.6 Чтение конструкторских документов

Навык чтения конструкторской документации является основным для инженеров, занимающихся разработкой технологической документации, подготовкой производства, технологическим сопровождением производства и непосредственно производством изделий. Для данных категорий инженерно-технических работников не является обязательным умение разрабатывать и оформлять конструкторские документы, но является обязательным умение читать конструкторские документы и извлекать из них нужную информацию для понимания организации технологического процесса сборки, контроля, упаковки и эксплуатации производимых изделий.

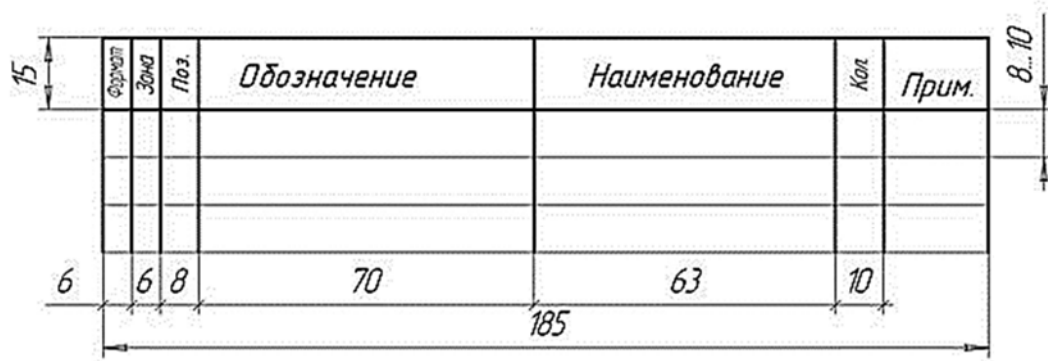
Рассмотрим порядок работы с основными конструкторскими документами: спецификацией, сборочным чертежом и чертежом на деталь.

Спецификация

Как упоминалось выше, спецификация является текстовым документом, позволяющим разместить всю нужную справочную информацию о составных частях изделия или сборочной единицы. Это позволяет удобно организовать информацию об изделии (сборочной единице), разгрузить сборочный чертеж, а также организовать семейство спецификаций (при необходимости с применением ведомости спецификаций) для прозрачной и удобной прослеживаемости взаимосвязи конструкторской документации на составные части изделия.

На рисунке 3.2 приведена форма спецификации. Как видно из рисунка, в форме спецификации приводится основная информация о конструкторских документах и составных частях изделия (сборочной единицы).

Форма спецификации к сборочному чертежу



Основная надпись спецификации



Рисунок 3.2 – Форма спецификации

Приведем расшифровку граф таблицы спецификации и их содержание:

✓ «Формат» – указание формата листа, на котором оформлен чертеж на данную составную часть (А4, А3 и т. д.);

✓ «Зона» – указание зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны), данная графа может быть исключена, если не затруднен поиск составных частей на сборочном чертеже;

✓ «Поз.» – указание цифры, обозначающей позицию данной составной части на сборочном чертеже;

✓ «Обозначение» – указание обозначения изделия, присвоенного разработчиком (для стандартных и покупных изделий, материалов и комплектующих этот столбец не заполняется за отсутствием данного обозначения);

✓ «Наименование» – указание полного наименования изделия (для документов и разработанных изделий – наименование без номера, для стандартных и покупных изделий, материалов и комплектующих – полное наименование с указанием нормативных документов, в соответствии с которыми разработана данная составная часть);

✓ «Кол.» – указание количества единиц данной составной части в составе изделия (сборочной единицы). Для материалов в этой графе приводится норма расхода с указанием в графе «Примечание» размерности и допуска отклонения от указанной нормы;

✓ «Примечание» – указание необходимой уточняющей информации по данной составной части (например: размерность нормы расхода и допустимое отклонение от нормы; пометка о применении данной составной части в другом изделии, и соответственно, в другом комплекте конструкторской документации; допустимая замена на другую составную часть; обозначение позиции на схеме электрической принципиальной и прочее).

В основной надписи спецификации содержатся следующие данные: конструкторское обозначение изделия (сборочной единицы), его наименование, обозначение литеры документа (комплекта), указание количества листов в спецификации, текущий лист. Так же в форме спецификации, как и в других конструкторских документах,

указываются разработчики и контролирующие лица с их согласующими подписями.

На рисунке 3.3 приведен пример оформления спецификации на изделие.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A3			ЕГВА.64 1119.001СБ	Сборочный чертеж		
A3			ЕГВА.64 1119.001ЗЗ	Схема электрическая принципиальная		
A4			ЕГВА.64 1119.001ПЗЗ	Перечень элементов		
<i>Сборочные единицы</i>						
A4	1		ЕГВА.426439.004	Плата проверки контакта	1	
<i>Детали</i>						
A4	2		ЕГВА.665124.076	Хомутик	1	Примен.
A4	3		ЕГВА.71114.1099	Втулка	1	
	4		-01	Втулка	1	
A3	5		ЕГВА.735322.008	Кожух	1	
A4	6		ЕГВА.74 1121.346	Стекло	1	
A3	7		ЕГВА.74 1128.064	Основание	1	
A4	8		ЕГВА.74 1138.162	Панель	1	
A3	9		ЕГВА.74 1545.049	Держатель	1	Примен.
A3	10		ЕГВА.754461.016	Наклейка	1	
A3	11		ЕГВА.754461.016	Наклейка	1	
ЕГВА.64 1119.001						
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.
Разраб.		Фамилия				
Проб.		Фамилия				
Н.контр.		Фамилия				
Утв.		Фамилия				
Блок проверки контакта				Лит. Лист Листов		
				1 2		
Копировал				Формат А4		

Рисунок 3.3 – Спецификация на изделие

Задание

Выделите содержание формы и основной надписи спецификации изделия, приведенного на рисунке 3.3.

Сборочный чертеж

Сборочный чертеж разрабатывается совместно со спецификацией и является основным графическим документом в комплекте конструкторской документации на изделие (сборочную единицу). Без спецификации сборочный чертеж не может быть прочитан.

В сборочном чертеже содержится различная важная информация, поясняющая конструкцию изделия (сборочной единицы) и правила сборки. Рассмотрим на примере, приведенном на рисунке 3.4, элементы сборочного чертежа [12].

Содержание сборочного чертежа можно разбить на 4 основных блока.

1. Штамп сборочного чертежа – содержит обозначение сборочного чертежа, которое совпадает с обозначением изделия (сборочной единицы) с добавлением сокращенного обозначения «СБ» после обозначения самого изделия (на рисунке 3.4 – АБВГ.ХХХХХХ.020 СБ); наименование изделия (сборочной единицы) с обязательной пометкой «Сборочный чертеж» (на рисунке 3.4 – Микросхема Сборочный чертеж). Кроме того, штамп содержит следующую информацию:

- литеру комплекта в графе «Лит.» (на рисунке 3.4 – литера О);
- масштаб рисунка (на рисунке 3.4 – 10:1);
- массу изделия (сборочной единицы);
- количество листов в чертеже.

2. Графическая часть – содержит чертеж изделия (сборочной единицы) со всеми необходимыми проекциями и видами, местными разрезами, а также сносками местных размеров и видов в требуемом масштабе, класс шероховатости поверхностей и т. п. На чертежах приводятся все необходимые сноски размеров (в том числе и размеры для справок с пометкой).

Для изделий, имеющих электрические контакты, для которых необходимо указание их обозначения, прямо на чертеже помечается обозначение контакта (например, контакты 1–14 микросхемы на рисунке 3.4).

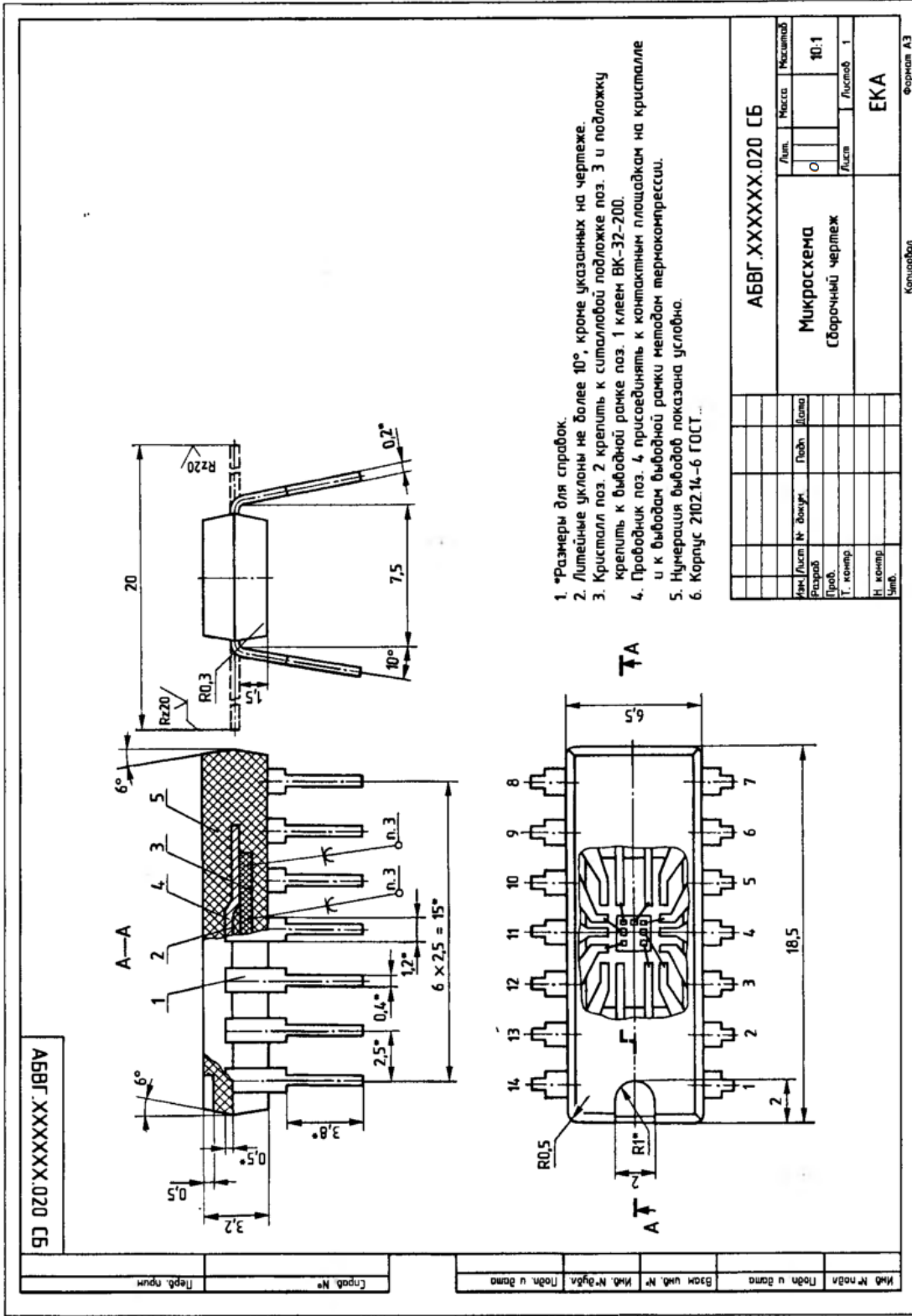


Рисунок 3.4 – Сборочный чертеж на микросхему

На полках-выносках с целыми цифрами указываются позиции составных частей из спецификации. Цифра на полке-выноске совпадает с номером позиции данной составной части в спецификации (например, позиции 1–5 на рисунке 3.4).

На полках-выносках, над которыми помечены цифры с префиксом «п.» (например, п. 3 на рисунке 3.4), обозначают номер пункта технических требований. При этом местоуказание данной полки-выноски относится к той части изделия (сборочной единицы), о которой говорится в указанном пункте технических требований.

3. Текстовая часть – содержит текстовую информацию, поясняющую различные технические аспекты сборки изделия, контроля операций, применения материалов, указание на нормативную документацию, уточняющую информацию и т. д.

Основным разделом текстовой информации являются технические требования (на рисунке 3.4 раздел начинается со строки «1. * Размеры для справок.» и далее). В данном разделе содержится вся техническая и уточняющая информация, необходимая для подготовки производства данного изделия (сборочной единицы). Не обязательно, но чаще всего пункты технических требований стараются располагать последовательно этапам сборки изделия (сборочной единицы). Пункты технических требований, относящихся к сборочным операциям и устанавливающих применение тех или иных вспомогательных материалов, не указанных в спецификации и не имеющих позиций на сборочном чертеже, с помощью полок-выносок указывают место на изделии (сборочной единице), к которому применяется данное требование. При большом объеме технических требований они могут оформляться отдельным листом сборочного чертежа.

Помимо технических требований, сборочный чертеж может содержать таблицы, в которых приводится необходимая техническая информация (варианты исполнений изделия и применение для них различных составных частей, материалов и пр., а также указание соответствующих им рисунков сборочного чертежа; таблицу рецептур материалов; таблицу слоев и уровней для полупроводниковых кристаллов и структур и т. д.).

Чертеж на деталь

Чертеж на деталь – конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (размеры; качество поверхностей, ограничивающих деталь; название материала; термообработку; покрытия и т. д.).

Чертеж каждой детали должен занимать отдельный лист стандартного формата и иметь основную надпись по ГОСТ 2.104.

Чертеж на деталь является самостоятельным конструкторским документом, по которому может быть обеспечено изготовление детали. Требования к графической и текстовой частям чертежа такие же, как и к соответствующим частям сборочного чертежа. В текстовой части могут приводиться таблицы с необходимыми техническими данными (например, с переменными размерами для исполнений).

Штамп чертежа на деталь имеет такое же оформление, как и штамп сборочного чертежа с той лишь разницей, в рамке на деталь должен быть указан материал (или изделие-заготовка) для изготовления детали.

На рисунке 3.5 показан чертеж печатной платы [12]: в графической части приводятся размеры и вся разводка изготавливаемой печатной платы в трех видах, с координатной сеткой на главном виде. В текстовой части даны технические требования для изготовления данной платы, а также таблица с условно-графическими обозначениями отверстий, соответствующими им размерами и указанием их количества на плате. Из штампа видно наименование детали (Плата), обозначение детали (АБВГ.ХХХХХХ.025), материал для изготовления данной платы (Стеклотекстолит СФ-2-35-1,5 ГОСТ...), литеру чертежа (литера А) и массу детали (на чертеже не приводится).

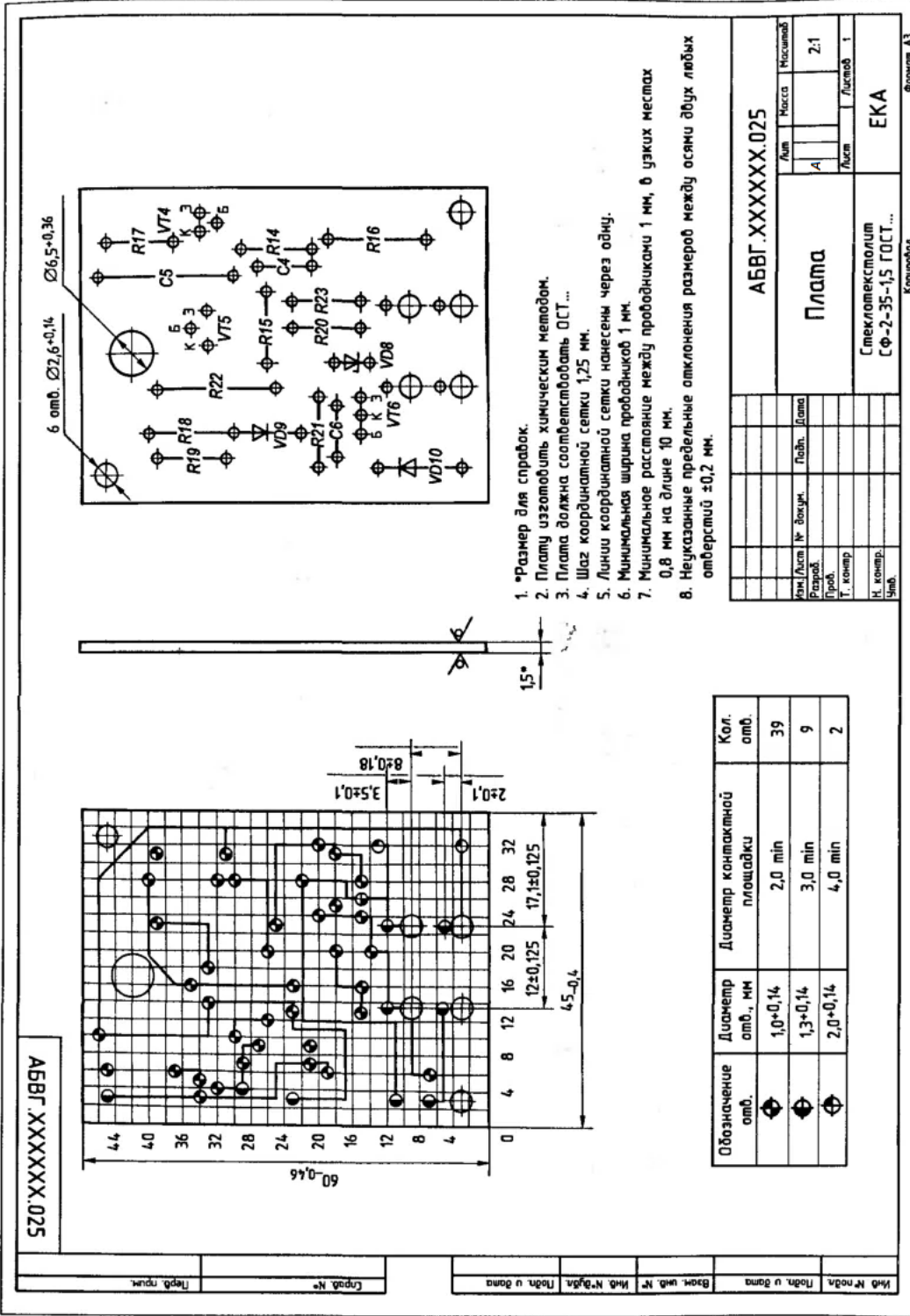


Рисунок 3.5 – Чертеж на печатную плату

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое конструкторская документация?
2. Назвать наиболее часто употребляемые конструкторские документы при разработке КД.
3. Что означают сноски типа «п.1» на сборочном чертеже?
4. Что такое сборочная единица?
5. Какой чертеж не является самостоятельным без спецификации?

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

4.1 Основные термины, определения и нормативная документация

Технологический документ (ТД) – текстовый или графический документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия [13].

ТД оформляется согласно порядку, установленному на предприятии. Данный порядок регламентируется стандартами организации (СТО), утвержденными на предприятии.

Все технологические документы делятся на два основных типа: *текстовые* и *графические* документы. Набор текстовых и графических технологических документов, относящихся ко всему изделию (составленных на все данное изделие в целом) и однозначно определяющих технологию изготовления данного изделия, называется *комплексом технологической документации*.

Технологическая документация разрабатывается и эксплуатируется в соответствии с единой системой технологической документации.

Единая система технологической документации (ЕСТД) – это комплекс межгосударственных стандартов и рекомендаций, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации, применяемой при изготовлении, контроле, приёмке и ремонте (модернизации) изделий [13].

Основными нормативными документами ЕСТД являются:

✓ ГОСТ 3.1001-2011. Единая система технологической документации. Общие положения;

✓ ГОСТ 3.1102-2011. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения;

- ✓ ГОСТ 3.1103-2011. Единая система технологической документации. Основные надписи. Общие положения;
- ✓ ГОСТ 3.1105-2011. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения;
- ✓ ГОСТ 3.1118-82. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт;
- ✓ ГОСТ 3.1119-83. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы;
- ✓ ГОСТ 3.1127-93. Единая система технологической документации. Общие правила выполнения текстовых технологических документов;
- ✓ ГОСТ 3.1128-93. Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов.

4.2 Стадии разработки и виды технологических документов

Технологическая документация является вторичной и разрабатывается на основе конструкторской документации и технических условий на изделие после их появления (утверждения).

Стадии разработки технологической документации определяются этапами разработки КД на изделие. На конструкторском этапе «Техническое предложение» ТД не разрабатывается, на этапах «Эскизный проект» и «Технический проект» ТД разрабатывается как «Предварительный проект». На этапе «Рабочая конструкторская документация» разрабатывается рабочая технологическая документация (РТД), которая является основанием для изготовления опытных образцов изделий. По мере присвоения очередных литер комплекту КД такая же литера присваивается и комплекту ТД.

ЕСТД определяет стадии разработки и виды технологических документов, которые приведены в таблице 4.1 [14].

Самыми главными документами для достаточного описания технологических процессов являются маршрутные карты, операци-

онные карты и технологические инструкции. Именно эти документы дают полную описательную часть процессов сборки изделия и требуют детальной разработки.

Таблица 4.1 – Виды технологических документов

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Титульный лист	ТЛ	<p>Документ предназначен для оформления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплекта(ов) технологической документации на изготовление или ремонт изделия; - комплекта(ов) технологических документов на технологические процессы изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия); - отдельных видов технологических документов. <p>Является первым листом комплекта(ов) технологических документов</p>
Карта эскизов	КЭ	<p>Графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления, или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения</p>
Технологическая инструкция	ТИ	<p>Документ предназначен для описания технологических процессов, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. Применяют в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации</p>

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Маршрутная карта	МК	<p>Документ предназначен для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормах и трудовых затратах.</p> <p><i>Примечания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - МК является обязательным документом; - допускается МК разрабатывать на отдельные виды работ; - допускается МК применять совместно с соответствующей картой технологической информации взамен карты технологического процесса с операционным описанием в МК всех операций и полным указанием необходимых технологических режимов в графе «Наименование и содержание операции»; - допускается взамен МК использовать соответствующую карту технологического процесса

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Карта технологического процесса	КТП	Документ предназначен для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах
Карта типового (группового) технологического процесса	КТТП	Документ предназначен для описания типового (группового) технологического процесса изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий) в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах. Применяют совместно с ведомостью деталей (сборочных единиц) к типовому технологическому процессу (ВТП)
Операционная карта	ОК	Документ предназначен для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяют при разработке единичных технологических процессов

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Карта типовой (групповой) операции	КТО	Документ предназначен для описания типовой (групповой) технологической операции с указанием последовательности выполнения переходов и общих данных о средствах технологического оснащения и режимах. Применяют совместно с ВТП
Карта технологической информации	КТИ	Документ предназначен для указания дополнительной информации, необходимой при выполнении отдельных операций (технологических процессов). Допускается применять при разработке типовых (групповых) технологических процессов (ТП, ГТП) для указания переменной информации с привязкой к обозначению изделия (составной его части)
Комплектовочная карта	КК	Документ предназначен для указания данных о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия. Применяют при разработке технологических процессов сборки. Допускается применять КК для указания данных о вспомогательных материалах в других технологических процессах
Технико-нормировочная карта	ТНК	Документ предназначен для разработки расчетных данных к технологической операции по нормам времени (выработки), описания выполняемых приемов. Применяют при решении задач нормирования трудозатрат

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Карта кодирования информации	ККИ	Документ предназначен для кодирования информации, используемой при разработке управляющей программы к станкам с программным управлением (ПУ)
Карта наладки	КН	Документ предназначен для указания дополнительной информации к технологическим процессам (операциям) по наладке средств технологического оснащения. Применяют при многопозиционной обработке для станков с ПУ, при групповых методах обработки и т. д.
Ведомость технологических маршрутов	ВТМ	Документ предназначен для указания технологического маршрута изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) по подразделениям предприятия. Применяют для решения технологических и производственных задач
Ведомость оснастки	ВО	Документ предназначен для указания применяемой технологической оснастки при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия)
Ведомость оборудования	ВОб	Документ предназначен для указания применяемого оборудования, необходимого для изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия)
Ведомость материалов	ВМ	Документ предназначен для указания данных о подетальных нормах расхода материалов, о заготовках, технологическом маршруте прохождения изготавливаемого или ремонтируемого изделия (составных частей изделия). Применяют для решения задач по нормированию материалов

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Ведомость специфицированных норм расхода материалов	ВЕН	Документ предназначен для указания данных о нормах расхода материалов для изготовления или ремонта изделия. Применяют для решения задач по нормированию расхода материалов на изделие
Ведомость удельных норм расхода материалов	ВУН	Документ предназначен для указания данных об удельных нормах расхода материалов, используемых при выполнении технологических процессов и операций изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия). Применяют для решения задач по нормированию расхода материалов
Технологическая ведомость	ТВ	Документ предназначен для комплексного указания технологической и организационной информации, используемой перед разработкой комплекта(ов) документов на технологические процессы (операции). Применяют на одном из первых этапов технологической подготовки производства (ТПП)
Ведомость применяемости	ВП	Документ предназначен для указания применяемости полного состава деталей, сборочных единиц, средств технологического оснащения и др. Применяют для решения задач ТПП
Ведомость сборки изделия	ВСИ	Документ предназначен для указания состава деталей и сборочных единиц, необходимых для сборки изделия в порядке ступени входимости, их применяемости и количественного состава

Продолжение таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Ведомость операций	ВОП	Документ предназначен для операционного описания технологических операций одного вида формообразования, обработки, сборки и ремонта изделия в технологической последовательности с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения и норм времени. Применяют совместно с МК или КТП
Ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процесс	ВТП (ВТО)	Документ предназначен для указания состава деталей (сборочных единиц, изделий), изготавливаемых или ремонтируемых по типовому (групповому) технологическому процессу (операции), и переменных данных о материале, средствах технологического оснащения, режимах обработки и трудозатратах (операции)
Ведомость деталей, изготовленных из отходов	ВДО	Документ предназначен для указания данных о деталях, изготовленных из отходов при раскросе металла
Ведомость дефектации	ВД	Документ предназначен для указания изделий (составных частей изделий), подлежащих ремонту, с определением вида ремонта, дефектов и для указания дополнительной технологической информации. Применяют при ремонте изделий (составных частей изделий)
Ведомость стержней	ВСТ	Документ предназначен для указания информации, необходимой при изготовлении стержней для отливок

Окончание таблицы 4.1

Наименование технологического документа	Буквенный код документа	Назначение документа
Ведомость технологических документов	ВТД	Документ предназначен для указания полного состава документов, необходимых для изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий). Применяют при передаче комплекта документов с одного предприятия на другое
Ведомость держателей подлинников	ВДП	Документ предназначен для указания полного состава документов, необходимых при передаче комплекта документов на микрофильмирование
Карта раскроя	КР	Графический документ, изображение кристалла (подложки, пластины) с намеченными линиями реза и указанием годных и бракованных изделий после реза

На каждом предприятии, в зависимости от отрасли хозяйственной деятельности, выпускаемой продукции, установленных стандартов организации и условий производства (единичное, мелкосерийное, среднесерийное и т. д.), применяются различные комбинации технологических документов для наиболее оптимального, простого и понятного описания технологических процессов.

В производстве изделий электронной техники ввиду сложности применяемого оборудования и сложности технологических процессов используется операционное описание, то есть на каждый процесс для исполнителя разрабатывается операционная карта с полным описанием последовательности выполнения переходов. Все разработанные операционные карты объединяются либо в маршрутные карты (МК), либо в карты технологического процесса (КТП).

4.3 Классификация изделий и обозначение технологических документов

Для комплектов документации на изделие, комплектов документов на процессы (операции) и отдельных видов документов устанавливаются структура и длина кодового обозначения, показанного на рисунке 4.1 [15].

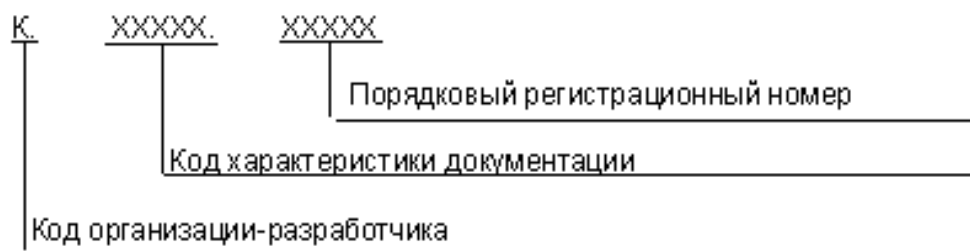


Рисунок 4.1 – Схема обозначения комплектов документации

Код организации-разработчика, код характеристики документации и порядковый регистрационный номер отделяются друг от друга точкой без пробелов.

1. Код организации-разработчика может иметь одну из двух форм записи:

- четырехбуквенный код организации (например, для ТУСУРа – это ЕГВА);
- семизначный цифровой код организации (например, для АО «НИИПП» – это 7606104).

2. Код характеристики документации, состоит из сегментов, указанных на рисунке 4.2 [15].

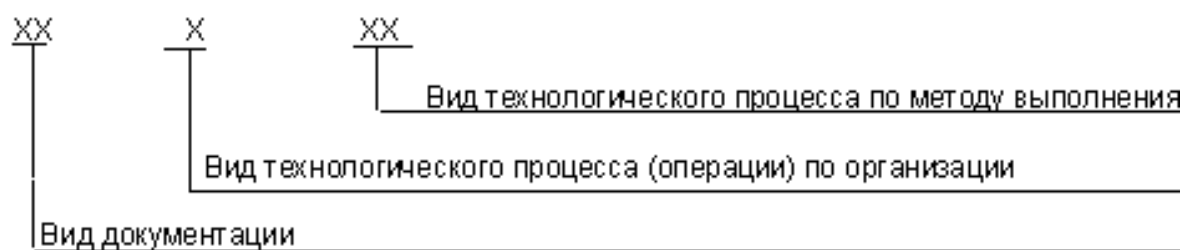


Рисунок 4.2 – Структура шифра характеристики документации

Первые две цифры кода устанавливают вид технологического документа: 01 – титульный лист комплекта; 10 – маршрутная карта;

25 – технологическая инструкция; 60 – операционная карта и т.д. Третья цифра устанавливает вид организации технологического процесса: 0 – без указания; 1 – единичный процесс; 2 – типовой процесс; 3 – групповой процесс. Четвертая и пятая цифры обозначают класс операции (например, 42 – обработка резанием; 88 – сборка; и т.д.). Система кодировки технологической документации приведена в ГОСТ 3.1201-85 «Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации».

При необходимости указания вида технологического метода (наименования операции) в структуру обозначения характеристики документации допускается вводить дополнительный признак с увеличением длины кодового обозначения на два знака (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Структура дополненного шифра характеристики документации

Таким образом, код характеристики документации может быть пяти- или семизначным.

3. *Порядковый регистрационный номер* документа состоит из пятизначного числа от 00001 до 99999. Номера присваиваются в пределах кода технологического процесса и кода организации-разработчика [15].

Пример

Маршрутная карта типового процесса сборки изделия, разработанная АО «НИИПП», может иметь шифр 7606104.1028800.00050, где 7606104 – код АО «НИИПП»; 10 – маршрутная карта (код); 2 – типовой процесс; 88 – код сборочных операций; 00 – добавочный шифр; 00050 – регистрационный номер данного документа.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое технологический документ?
2. Какое обозначение принято для технологических документов?

3. После каких документов разрабатывается технологическая документация?

4. Согласно какой системы стандартов разрабатывается технологическая документация?

5. Какие графические документы входят в перечень существующих технологических документов?

5 МАРШРУТНАЯ КАРТА И СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ

5.1 Основные термины, определения и нормативная документация

Маршрутная карта (МК) – это документ, предназначенный для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах [14].

Правила оформления маршрутных карт по ГОСТ 3.1118-82 «Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт».

Требования к обозначению маршрутной карты такие же, как и для всех технологических документов, и приведены в разделе 4.3 данного учебного пособия.

Пример

Приведем примеры обозначения маршрутных карт

Цифровой шифр: 7606104.10388.02514, где 7606104 – шифр АО «НИИПП»; 10 – маршрутная карта; 3 – групповой процесс; 88 – сборка; 02514 – порядковый номер карты.

Буквенно-цифровой шифр: ЕГВА.6020200.01056, где ЕГВА – ТУСУР; 10 – маршрутная карта; 2 – типовой процесс; 02 – технический контроль; 00 – дополнение к шифру; 01056 – порядковый номер карты.

5.2 Виды маршрутных описаний технологии

Выделяют три способа описания технологических процессов сборки изделия: *маршрутное, маршрутно-операционное и операционное*.

1. Маршрутное описание – это сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов [16]. В этом виде описания маршрутная карта является основным документом.

2. Маршрутно-операционное описание – это сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах [16]. В этом виде описания маршрутная карта является одним из основных и обязательных документов.

3. Операционное описание – это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов, с выполнением иногда необходимых эскизов [16]. В этом описании маршрутная карта выполняет роль сводного документа, в котором указывают адресную информацию (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудовые затраты, материалы и профессию исполнителя в каждой операции.

Взамен МК допускается использовать карты технологического процесса (КТП), которые предназначены для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Как ранее упоминалось, для обеспечения производства изделий электронной техники наиболее оптимальным является операционное описание с формированием маршрутной карты.

Принцип серийного производства заключается в том, что один исполнитель выполняет одну операцию, поэтому операционные карты разрабатываются только на конкретную операцию и конкретного исполнителя с соответствующей для этого профессией. Таким образом, маршрутная карта в операционном способе описания техпроцесса представляет собой последовательность узкоспециализированных операций сборки изделия.

Маршрутная карта, как и вся технологическая документация в целом, является вторичной технической документацией и формируется на основе разработанных КД и ТУ.

Маршрутные карты составляются на следующие виды составных частей изделия:

- ✓ разрабатываемое изделие (так называемый головной маршрут);
- ✓ сборочные единицы;
- ✓ детали;
- ✓ изготавливаемые материалы (многокомпонентные материалы; материалы, требующие различной обработки, очистки и пр.);
- ✓ групповой процесс (групповая операция) – маршрут на комплекс операций, предназначенных для выполнения процесса, предусматривающего проведение разнородных процессов различными исполнителями, но сводящихся к выполнению конкретной технологической задачи (например, процесс фотолитографии, предполагающий операции нанесение фоторезиста, задубливание, вскрытие окон, экспонирование и т. д.).

5.3 Структурная схема на изделие

Основополагающим документом для разработки маршрутной карты является КД. Однако для объемной по своей структуре КД (ввиду сложности конструкции изделия) ее прочтение и работа с ней для формирования маршрута может представлять известную трудность. Поэтому для лучшей визуализации и установления конструкторской связи между составными частями изделия удобно составлять структурную схему изделия на основе КД, а точнее, на основе спецификаций, входящих в комплект КД (рисунок 5.1).

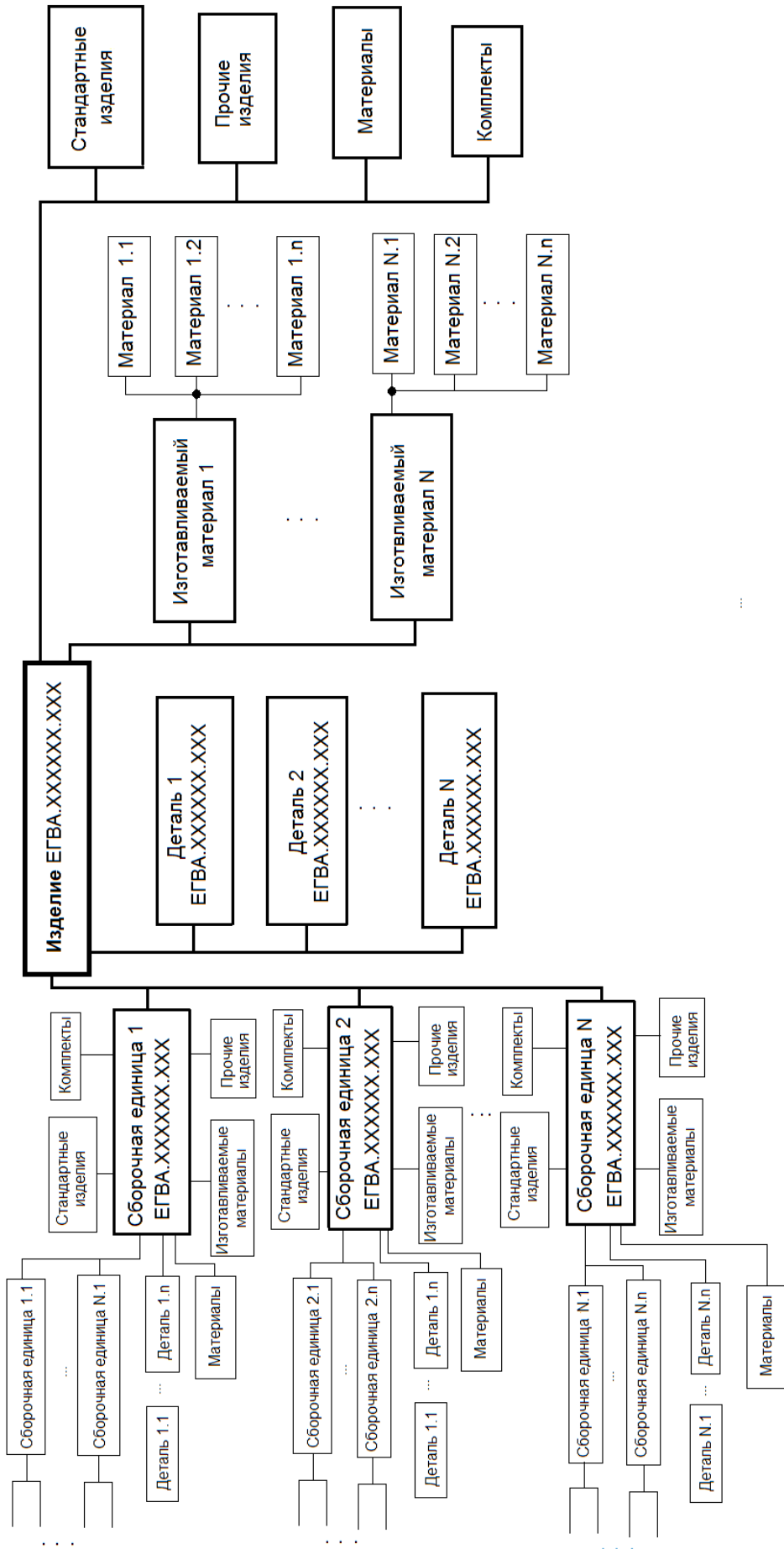


Рисунок 5.1 – Структура схемы на изделие

В структурной схеме приводят составные части изделия по их категориям, приведенным в спецификации на изделие. Так как сборочные единицы также состоят из своих составных частей, то в схеме они будут иметь свои ответвления. Таким образом схема формирует «дерево» конструкции изделия. На ее основе очень удобно определить «дерево» маршрутов и их взаимосвязь для удобства дальнейшей разработки.

Из рисунка видно, что с помощью структурной схемы читаемость конструкции изделия возрастает и упрощается процесс организации маршрутов для составных частей изделия.

Пример структурной схемы на изделие приведен в приложении В.

5.4 Структура маршрутной карты

Как отмечалось ранее, маршрутная карта разрабатывается на основе КД и ТУ.

Конструкторская документация определяет составные части, из которых изготавливается изделие, их позицию в составе изделия (данные из спецификации и сборочного чертежа); порядок сборки изделия, методики, по которым выполняются сборочные операции и применяемые для этого материалы (данные из технических требований сборочного чертежа); упаковку, которая применяется для данного изделия, и способы упаковывания (данные чертежей на упаковку или комплект упаковки).

Технические условия на изделие определяют операции по отбраковочным испытаниям, операции предъявительских испытаний и иные предписанные проверки или процедуры. Исходя из этого, маршрутная карта на изделие представляет собой последовательность сборочных операций, операций контроля и испытаний, предусмотренных ТУ на изделие. Операции в маршруте приводятся строго в последовательности сборки изделия от составных частей до упаковки. При первичной разработке шаг нумераций операций в МК идет с шагом 100 (операция 100, 200, 300 и т. д.) и в процессе необходимости изменения МК на стадии серийного производства операции добавляются между существующими операциями с целочисленными номерами и шагом, кратным 10 (или 5). Нумерация

кратности 100 и 10 (или 5) между операциями принята, чтобы присвоенный номер операции всегда был целочисленным.

В случае удаления операций при изменении МК оставшиеся операции не перенумеровываются.

Общие данные, которые задаются в маршрутной карте:

- наименование маршрутной карты;
- обозначение маршрутной карты;
- применяемость маршрутной карты (обозначение технологического документа, в котором применяется данная МК);
- наименование организации-разработчика данной МК;
- единица нормирования МК (на какое количество изделий или материала приведены нормы расхода материалов в операциях);
- примечания к МК, дающие необходимые пояснения;
- разработчик и контролирующие лица, их подписи.

Для каждой операции в маршруте приводятся следующие данные из операционной карты:

- наименование и обозначение операции;
- расцеховка (наименование производственного подразделения, выполняющего данную операцию);
- оборудование для проведения операции и коэффициент его использования;
- профессия исполнителя, разряд исполнителя и вредность, установленная в результате специальной оценки условий труда (СОУТ);
- материалы, расходуемые для проведения данной операции: конструктивные материалы, в том числе сборочные единицы, детали и изготовленные материалы с их маршрутным наименованием и обозначением маршрутной карты, по которой они изготовлены; вспомогательные материалы (флюсы, смазки, технические газы и жидкости, растворители и пр.); расходные материалы (перчатки, протирачные ткани, кисти, шприцы и пр.);
- нормы расходов материалов на единицу нормирования, указанных в МК;
- коэффициент использования материала (при необходимости);
- коэффициент использования оборудования;
- примечания, поясняющие особенности операций, входящих в МК.

При формировании МК составляется определенная последовательность операций, которая отражает порядок сборки изделия и обеспечения его качества. В таблице 5.1 приведена обобщенная последовательность заполнения МК.

Таблица 5.1 – Структурная последовательность заполнения МК операциями

Класс операций	Содержание операций (пример операций данного класса)	На каком основании вносятся в МК
Подготовительные	Операции, предшествующие сборочным операциям, но влияющие на их качество и/или быстроту, поэтому закладываемые в основной маршрут (например: плазменная очистка поверхности, нарезка заготовок, комплектование деталей для различных исполнений изделия и т. п.)	Исходя из технических требований КД или по технологическим причинам. Данные операции могут не применяться, если в них нет необходимости
Сборочные	Операции непосредственной сборки изделия или его составных частей. А также операции механической обработки деталей или изготовления составных материалов (монтаж, пайка, посадка кристалла, ультразвуковая разварка выводов, герметизация корпуса и т. п.)	Выполняются согласно КД в указанной последовательности с возможными промежуточными операциями, обусловленными требованиями технологии
Контрольные	Операции промежуточного контроля и проверок изделия на стадии сборочных операций (контроль внешнего вида, проверка прочности соединения, проверка прочности приклеивания и т. п.)	Предписываются ТУ в разделе отбраковочных испытаний или выполняются исходя из требований технологии
Испытания	Операции цеховских отбраковочных испытаний (термоциклирование, токовая тренировка, измерение электрических параметров и т. п.)	Предписываются ТУ в разделе отбраковочных испытаний, а также могут добавляться исходя из требований надежности

Окончание таблицы 5.1

Класс операций	Содержание операций (пример операций данного класса)	На каком основании вносятся в МК
Маркировка изделия	В зависимости от метода маркировки – единичная или групповая операция (лазерная маркировка, маркирование ударным клеймом, групповая операция тампопечати и пр.)	Согласно КД
Приемка ОТК	Как правило, групповая операция, состоящая из контрольных и испытательных операций, проводимых согласно ТУ на изделие (измерение основных электрических параметров, токовая тренировка, измерение электрических параметров при пониженной температуре среды и т.п.)	Согласно разделу предъявительских испытаний (для военной продукции) или правил приемки (для гражданской продукции) из ТУ
Приемка ВПр	Единичная операция без описания методик, но с указанием ТУ, по которым ведется приемка	Согласно разделу «Правила приемки» из ТУ
Операции упаковки	В зависимости от сложности и комплектности упаковки – одна или несколько операций по упаковке изделия в предусмотренную по ТУ тару (упаковывание в укладку, упаковка в коробку, упаковка в транспортную тару и т. п.)	Согласно упаковочному чертежу из комплекта КД

Пример оформления маршрутной карты приведен в приложении Г.

5.5 Оформление разделов операций

Как говорилось ранее, маршрутная карта состоит из последовательности операций, однозначно определяющих порядок сборки и испытаний изделий. Оформление каждой операции в карте выполняется в строго заданном порядке.

В таблице 5.2 приведена последовательность заполнения основных разделов карты и их содержание.

Таблица 5.2 – Буквенное обозначение и содержание разделов и подразделов маршрутной карты

Буквенное обозначение раздела	Подраздел	Содержание раздела / подраздела
В	Цех	Наименование подразделения, в котором выполняется операция
	Участок	Участок в составе подразделения, где выполняется операция
	Номер	Порядковый номер операции в МК
	Наименование	Наименование операционной карты
Г	–	Обозначение операционной карты (шифр)
Д/О (Д/З)	% исп.	Процент использования оборудования в процессе выполнения операции
	Наименование оборудования	Наименование основного оборудования (допустимого к замене оборудования)
Е	Профессия	Профессия исполнителя данной операции согласно Единому тарифно-квалификационному справочнику (ЕТКС)
	Разряд	Разряд исполнителя данной операции (согласно квалификации труда из ЕТКС)
	Доплата	Коэффициент, устанавливающий доплату исполнителю за работу с вредными факторами при выполнении операции (устанавливается согласно специальной оценке условий труда (СОУТ))
Л/О (Л/З)	Код ОКП	Код продукции, присваиваемый согласно Общероссийскому классификатору продукции
	Наименование детали, сборочной единицы, материала	Наименование конструктивных материалов, вспомогательных и расходных материалов, деталей, сборочных единиц, изготавливаемых из материалов, применяющихся в данной конкретной операции (материалов, используемых как допустимая замена основным материалам)
	ГОСТ/ТУ/МК	Нормативный документ, по которому регламентируется изготовление данного материала

Окончание таблицы 5.2

Буквенное обозначение раздела	Подраздел	Содержание раздела / подраздела
Н	Ед. изм.	Единица измерения, в которой нормируется данный материал (например, кг, м, мл, шт. и прочие)
	К исп.	Коэффициент использования, который определяет долю материала, идущего на полезное применение в данной операции (остальная часть материала переводится в брак или на переработку)
	Норма расх.	Норма расхода материала на количество производимых изделий (например, на штуку, на 1000 штук, на кг и прочее)

Важным правилом заполнения раздела материалов (Л/О, Л/З) является следующий принцип: в каждую следующую операцию в раздел материалов не входит предыдущая сборочная стадия данного изделия. Данная стадия сборки двигается от операции к операции вместе с сопроводительным листом.

Например, в операцию «Монтаж поверхностных компонентов на плату» входит как сама плата, так и навесные элементы (SMD-резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, микросхемы и пр.), но на следующую операцию «Монтаж навесных компонентов» входят лишь добавляемые навесные элементы (резисторы, конденсаторы, транзисторы, диоды и пр.), но плата с поверхностными компонентами уже не отмечается в разделе материалов этой операции, она уже считается как изделие (незавершенное) и идентифицируется сопроводительным листом. Таким образом, в каждой операции указываются только конструктивные материалы, добавляемые в изделие на этой операции, а также прочие вспомогательные материалы, применяемые в этой операции.

Указанные данные имеют значение не только для производственных подразделений, работающих по маршрутным картам, но и для экономических подразделений и планово-диспетчерских служб. По этим данным экономические отделы рассчитывают такие экономические показатели, как амортизация оборудования, оплата труда

исполнителей, затраты на материалы, которые в свою очередь определяют себестоимость готового изделия и экономическую эффективность. Планово-диспетчерские отделы определяют количество материалов, необходимых к закупке, для запуска той или иной партии изделий.

5.6 Сопроводительный лист

Сопроводительный лист – это документ, предназначенный для идентификации и прослеживаемости производственной партии на этапе производства по соответствующему маршруту.

Сопроводительный лист формируется на базе действующей маршрутной карты на изделие, на сборочную единицу или на деталь и однозначно определяет последовательность сборочных и контрольных операций на этапе производства.

Сопроводительный лист является документом, обеспечивающим идентификацию и прослеживаемость партии изделий на этапе производства и передается от одной операции к другой вместе с партией изделий.

Вне зависимости от порядка нумерации операций в МК в сопроводительном листе все операции нумеруются с шагом 1, начиная с 1.

В сопроводительном листе при его выпуске указываются следующие данные:

- номер сопроводительного листа и дата его регистрации в учетных журналах (в соответствии с установленными стандартами организации);
- наименование и обозначение изделия (сборочной единицы, детали);
- обозначение МК, к которой относится данный сопроводительный лист;
- производственное подразделение, выполняющие работы по данному сопроводительному листу;
- указание номеров сопроводительных листов на сборочные единицы и детали, входящие в состав данного (так называемое древо сопроводительных листов);
- нумерация и последовательность операция согласно МК.

Исполнитель операции при поступлении на операцию сопроводительного листа вместе с партией изготавливаемых изделий принимает данную партию по счету, делает соответствующие отметки в сопроводительном листе (количество поступивших изделий, дату начала выполнения операции). На основании этого исполнитель получает у мастера (распреда, технолога) необходимое количество материалов для проведения операции для полученного количества изделий. После проведения операции исполнитель отмечает в сопроводительном листе количество готовых годных изделий (на основании личного операционного контроля после завершения операции), количество забракованных изделий и дифференцированное количество по каждой группе брака с указанием причин брака (например, несоответствие внешнему виду – 3 шт.; затекание клея на поверхность – 1 шт.; отсутствие клеевого шва – 4 шт. и т. д.). После заполнения этих разделов исполнитель отмечает свою фамилию, дату завершения операции и ставит подпись. Сопроводительный лист передается мастеру (распреду, технологу) вместе с партией годных изделий и браком.

Сопроводительный лист, помимо его основной функции идентификации и прослеживаемости, несет очень важную функцию накопления статистики брака, что позволяет определять пооперационные проценты выхода годных изделий и общий процент выхода по изделию. На основании процентов выхода рассчитываются коэффициенты запуска – это нормировочные коэффициенты, позволяющие заложить нужное количество материалов, нормо-часов, ресурсов оборудования и прочего, для изготовления требуемого количества изделий.

Рассмотрим на примере.

Допустим, необходимо изготовить партию транзисторов в количестве 100 шт. Известно, что процент выхода годных изделий для данных транзисторов составляет 70 %, то есть 0,7 в долях от объема всей производимой партии. Таким образом, чтобы получить 100 шт. изделий нам недостаточно запустить партию в 100 изделий, потому что на выходе мы получим всего 70 годных изделий. Необходимо заложить в запуск партию количеством:

$$N_{\text{зап}} = N_{\text{парт}} \frac{1}{\%_{\text{ВЫХ}}} = 100 \cdot \frac{1}{0,7} = 143 \text{ шт.},$$

где $N_{\text{зап}}$ – объем партии, которую нужно запустить; $N_{\text{парт}}$ – требуемый выходной объем партии; $\%_{\text{ВЫХ}}$ – процент выхода годных изделий.

При запуске партии в 143 изделия с учетом статистического брака мы получим требуемую партию в 100 изделий. Отсюда можно для каждого изделия определить величину коэффициента запуска $K_{\text{зап}}$ по формуле

$$K_{\text{зап}} = \frac{1}{\%_{\text{ВЫХ}}}.$$

В рассматриваемом примере он будет равен: $K_{\text{зап}} = \frac{1}{0,7} = 1,43$.

Таким же образом закладываются нормы на ресурсы оборудования, время изготовления партии и прочие запасы. Следовательно, зная коэффициент запуска, всегда можно определить запускаемую партию изделий и ресурсы для изготовления:

$$N_{\text{зап}} = N_{\text{парт}} K_{\text{зап}}.$$

Помимо прочего, статистические данные из сопроводительных листов позволяют оценивать характер получаемого брака и его масштаб и на основании этого проводить мероприятия по минимизации или полному устранению брака, повышению качества и надежности изделий, повышению процента выхода годных изделий.

Форма сопроводительного листа и порядок его регистрации и выпуска определяются в каждой организации самостоятельно согласно утвержденному стандарту организации, разработанному на основании государственных стандартов.

Если сопроводительный лист выпущен на изделие, подлежащее приемке ОТК, то по завершении всех сборочных операций после предъявления партии изделий и проведения предъявительских испытаний представитель ОТК заполняет сопроводительный лист в установленном порядке и проставляет печать ОТК. В случае дальнейшего предъявления изделий в ВП (для изделий категории качества ВП и выше) и после завершения приемо-сдаточных испытаний

представитель ВП заполняет сопроводительный лист в установленном порядке и проставляет печать ВП на сопроводительном листе.

Сопроводительные листы после выпуска партии хранятся в порядке и в течение времени (не менее двух лет), установленных в стандарте организации. Таким образом, при возникновении брака при эксплуатации или несоответствии изделий эксплуатационным характеристикам и поступлении рекламаций от потребителей предприятие-изготовитель по сопроводительному листу может в обратной последовательности восстановить историю сборки изделия и исполнителей операций и установить вероятные причины брака.

Пример заполненного сопроводительного листа приведен на рисунке 5.3.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ № 2
 " 15 " 01 20 23 г.

Цех: ЛИОР Лампа светодиодная ЕГВА.433751.312

7606104.1008800.02842

№ п/п	Наименование операции	Обозначение документа	Срок хранения, режим	Время проведения операции		Количество изделий пластин (шт.)		Брак		Дата	Фамилия исполнителя или штамп ОТК (ВП)
				Начало	Окончание	Запуск	Годн.	К-во шт.	Вид брака		
1	Установка держателя	6006000.02766		9 ⁰⁰	14 ⁰⁰	100	98	1	1	15.01	Щербаков А.А.
2	Монтаж источника света	6009000.03026		15 ⁰⁰	18 ⁰⁰	98	96	1	1	15.01	Петрова И.С.
3	Установка колбы	6006000.04359		9 ⁰⁰	17 ⁰⁰	96	90	2	2	16.01	Сидорова И.И.
4	Монтаж преобразователя	6008000.04361		10 ⁰⁰	15 ⁰⁰	90	85	2	2	17.01	Шваков Р.А.
5	Монтаж цоколя	6008800.04362		16 ⁰⁰ 12.01	11 ⁰⁰ 15.01	85	84	1	1	18.01	Сидорова И.И.
6	Токовая тренировка ламп	6008800.04365		13 ⁰⁰	17 ⁰⁰	84	84	0	-	18.01	Евдокимов А.В.
7	Измерение световых и электрических параметров	6020200.04366		9 ⁰⁰	12 ⁰⁰	84	82	1	1	19.01	Ромов Е.В.
8	Измерение характеристик цветности и длины волны	6010200.04367		13 ⁰⁰	17 ⁰⁰	82	81	1	1	19.01	Ромов Е.В.
9	Упаковка в коробку	6008800.04368		9 ⁰⁰	12 ⁰⁰	81	81	0	-	20.01	Никитина Е.В.

Мастер Сидорова В.С.
 Технолог Соколов И.И.

Рисунок 5.3 – Заполненный сопроводительный лист

Пример

Определим историю производственной партии по сопроводительному листу, приведенному на рисунке 5.3. Данный сопроводительный лист выпущен 15.01.2023 г. под регистрационным номером 2. Подразделение, запустившее данную производственную партию, – ЛИОР кафедры ФЭ ТУСУРа. По данному сопроводительному листу запущена партия светодиодных ламп ЕГВА.433751.312 в количестве 100 шт. Операции, исполнители, время выполнения, количество входящих на каждую операцию и полученных годных изделий, количество и виды брака приведены в таблице листа. Видно, что из 100 запущенных изделий до последней операции упаковки дошло 81 изделие. Таким образом, общий процент выхода годных равен $81/100 = 0,81 = 81 \%$. Коэффициент запуска равен $1/0,81 = 1,23$. Точно так же можно определить пооперационный процент выхода.

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего применяется маршрутная карта?
2. На основании чего составляется структурная схема на изделие?
3. Какие виды описаний маршрутов сборки применяются для составления технологии?
4. Что такое сопроводительный лист?
5. Для каких целей определяется коэффициент запуска?

6 ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

6.1 Основные термины, определения и нормативная документация

Операционная карта (ОК), операционная карта универсальная (ОКУ), технологическая карта (ТК) – это технологический документ, содержащий описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения, список применяемых материалов, нормативной документации и указание профессии исполнителя [14].

Формы и правила заполнения операционных карт регламентируются по ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологических документов. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки».

Операционная карта разрабатывается на отдельно взятую операцию из маршрутной карты и формируется для исполнителя с определенной профессией. Она разрабатывается на основе КД, данных из ТУ и технологических требований к процессу.

Требования к обозначению операционной карты такие же, как и для всех технологических документов, и рассмотрены в подразделе 4.3. Приведем пример обозначения операционных карт.

Пример

Цифровой шифр: 7606104.6028800.00203, где 7606104 – шифр АО «НИИПП»; 60 – операционная карта; 2 – типовой процесс; 88 – сборка; 00 – дополнение к шифру; 00203 – порядковый номер карты.

Буквенно-цифровой шифр: ЕГВА.60160.10343, где ЕГВА – ТУСУР; 60 – операционная карта; 1 – единичный процесс; 60 – заливка компаундами; 10343 – порядковый номер карты.

6.2 Разделы операционной карты

Операционная карта составляется в строгом порядке в соответствии с установленными разделами. В таблице 6.1 приводится расшифровка и содержание разделов операционной карты.

Таблица 6.1 – Разделы операционной карты

Обозначение раздела	Расшифровка	Содержание
В	Наименование операции	Наименование операции согласно классификатору операций или исходя из сути технологического процесса (например: сушка, поверхностный монтаж, пайка навесных элементов и пр.)
Г	Обозначение документа	Обозначение и шифры нормативных документов, которыми должен руководствоваться исполнитель при выполнении данной операции (стандарты организации (СТО), карты организации труда, инструкции по охране труда, технологические инструкции, руководства по эксплуатации для оборудования и пр.)
Д	Наименование оборудования	Список оборудования, применяющегося при выполнении операции (например: шкаф сушильный, станция паяльная, станок фрезерный и пр.) с указанием нормативного документа, по которому изготавливается оборудование (если есть)
Т	Наименование технологической оснастки	Средства технологического оснащения, необходимого для проведения данной операции (например: пинцет, переходник, держатель, контактное устройство, отвертка и пр.)
Л	Материалы	Материалы необходимые для проведения операции, как конструктивные, так и вспомогательные, расходные с указанием нормативных документов, по которым они изготовлены или поставляются (например: Припой ПОС-61 ГОСТ 21931-76, герметик однокомпонентный ВГО-1 ТУ 38.303-04-04-90 и пр.)

Окончание таблицы 6.1

Обозначение раздела	Расшифровка	Содержание
Е	Профессия	Профессия и разряд исполнителя из справочника ЕТКС согласно характеру и сложности выполняемой работы
О	Содержание операции (перехода)	Переход – это законченное короткое действие при выполнении технологической операции (например, припаять резистор к контактными площадкам «R1»)
Ж	Примечание	Примечание к переходу, поясняющее его суть или дающее уточняющую информацию

Нередко в операционной карте возникает необходимость, помимо основного оборудования, оснастки или материала, указать допустимую замену. В этом случае данные позиции записываются в соответствующие разделы, как подраздел с косой чертой и буквой З (замена): для материалов – Л/З, для оборудования – Д/З, для оснастки – Т/З.

6.3 Состав операционной карты и правила заполнения

Как сказано выше, операционная карта состоит из упорядоченных разделов обязательных к заполнению. Операционную карту условно можно разделить на пять основных частей, в которые входят те или иные разделы, приведенные в подразделе 6.2:

- 1) материальная и нормативная базы;
- 2) информационный блок;
- 3) операционная часть;
- 4) экологические требования;
- 5) технологический режим.

Рассмотрим содержание перечисленных разделов.

Материальная и нормативная базы

Материальная и нормативная базы включают в себя разделы «В», «Г», «Д», «Т», «Л», «Е» (см. таблицу 6.1).

В разделе «В» отражается наименование карты.

В разделе «Г» отражают нормативные документы для проведения данной операции:

- государственные, отраслевые стандарты и стандарты организации;
- инструкции по охране труда;
- технические инструкции на оборудование и типовые процессы;
- карты организации труда;
- прочие технические и нормативные документы, необходимые для проведения технологического процесса.

В разделе «Д» приводятся единицы основного оборудования и оборудования, допустимого к замене, необходимые для выполнения данного технологического процесса. Как правило, к оборудованию относят все устройства, которые работают от электросети, хотя могут быть и исключения в виде устройств, работа которых основана на других принципах, не связанных с электричеством. Например, к оборудованию можно отнести: установку вакуумного напыления, установку УЗ-очистки, паяльную станцию, стол монтажный электрифицированный и др.

В разделе «Т» приводятся единицы основной оснастки и оснастки, допустимой к замене, необходимые для выполнения данного технологического процесса. Как правило, к оснастке относятся устройства и приспособления, которые не нужно подключать к электросети для их работы, они просты в эксплуатации и выполняют вспомогательные функции, облегчающие те или иные задачи по проведению техпроцесса. Этим оснастка отличается от оборудования, а от материалов отличается тем, что она является многоразовой и невозможно посчитать ее расход на изготовление заданного числа изделий. Поэтому гильотина для резки – это оснастка, а диск для резки пластин – материал. К оснастке относится широкий спектр приспособлений и устройств.

Рассмотрим основные виды и примеры оснастки:

- инструменты (отвертки, ключи, ножи, скальпели, пинцеты, стрипперы, кусачки, ножницы и пр.);
- штампы (для вырубки, для гибки, для формовки выводов радиокомпонентов, для прессования, для резки и пр.);

- контактные устройства и держатели;
- формы для отливки деталей, для герметизации или формообразования на изделиях и пр.;
- тара (чашки, ванны, тара для переноса, тара для хранения и пр.);
- браслеты заземления и другие заземляющие устройства;
- фиксирующие устройства (тиски, зажимы, струбцины и пр.);
- химическая посуда (пробирки, колбы, стаканы, чашка Петри, бюксы, ступки, стеклянные палочки и пр.);
- переходники, адаптеры, разъемы, соединители и пр.;
- многоразовые шприцы, иглы, дозаторы и пр.;
- кассеты, стенды, блоки подключения и пр.;
- резцы, лезвия, сверла, оправки, коронки, фрезы и пр.;
- специализированные приспособления, устройства и механизмы;
- другие виды оснастки.

В разделе «Л» приводятся все основные и заменяющие материалы, которые необходимы для проведения операции, с указанием нормативных документов, по которым они изготовлены (ГОСТ, ОСТ, ТУ, маршрутная карта и т. п.). В данный раздел заносится широкий спектр материалов.

Рассмотрим основные виды и примеры материалов:

- конструктивные материалы (входящие в состав конструкции изделия): сборочные единицы, детали, покупные изделия, стандартные изделия, покупные материалы, изготавливаемые материалы);
- материалы, применяющиеся в сборке (не указанные в конструкции изделия, но указанные в сборочном чертеже на изделие): клеи, припой, паяльные пасты, герметики, компаунды, подслои, краски, лаки и пр.;
- вспомогательные материалы: технические газы, сжиженные газы, флюсы, технические жидкости, растворители, отмывочные жидкости, вода разных марок, химические индикаторы и пр.;
- расходные материалы: протирочные ткани, карандаши, ручки, маркеры, прокладки, кисти, клейкие пленки, бумага, салфетки, одноразовая пластиковая посуда, одноразовые шприцы, топливо, смазки, латексные перчатки и пр.;

– материалы, расходуемые при работе оборудования и оснастки: лезвия, диски, прокладки, абразивные ленты, капилляры и пр.

В разделе «Е» указывают профессию исполнителя и его разряд согласно единому тарифно-квалификационному справочнику (ЕТКС), исходя из класса выполняемого процесса и его сложности. Например, для операции монтажа поверхностных компонентов на плату на автоматической линии понадобится монтажник РЭА и П не менее 4-го разряда или сборщик электронной техники не менее 4-го разряда.

Информационный блок

Информационный блок состоит из серии примечаний, идущих под разделом «Ж» (см. таблицу 6.1). Как правило, в них идет описание нормативной базы для проведения операции, а именно:

– требования к электронной, производственной, вакуумной гигиене или другие специальные требования по гигиене производства, например:

Ж. 1 Соблюдать требования электронной гигиены согласно СТО ЕГВА.012;

– требования по охране труда и безопасности производства при проведении операции, например:

Ж. 2 При выполнении данной операции соблюдать требования инструкций по охране труда НД0.012.012 ИОТ и ЕГВА.2520100.00003;

– требования к организации рабочего места и организации труда исполнителя согласно его профессии и разряда, например:

Ж. 3 Организацию труда и подготовку рабочего места проводить согласно ЕГВА.0020400.00010.

Также в этом разделе может указываться следующая информация:

– допуск на применение другого оборудования, оснастки, материалов, отличных от указанных в разделе нормативной и материальной базы, например:

Ж. 4 Вместо паяльной станции QUICK 704 допускается применение аналогичной паяльной станции.

Ж. 5 Вместо указанной, разрешается применять любую другую оснастку удобную для работы;

– предписывающая информация, например:

Ж. 6 Операцию проводить в браслете антистатическом, соблюдая требования СТО ЕГВА.021

или

Ж. 6 Операцию проводить в латексных перчатках;

– предупреждающая информация, например:

Ж. 7 Соблюдать осторожность при работе вблизи с токоведущими частями установки;

– регламентирующая информация, например:

Ж. 8 Настройку установки перед началом работы проводит инженер по оборудованию

или

Ж. 8 Цеху проводить 100% контроль деталей. ОТК проводить контроль по планам выборочного контроля, указанным в таблице 3.

Операционная часть

Операционная часть является основным блоком операционной карты, в котором описаны последовательные переходы для выполнения техпроцесса.

Переходы операций оформляются под разделом «О» (см. таблицу 6.1).

Правила оформления переходов:

1) переходы всегда идут под разделом «О»;

2) переходы идут последовательно друг за другом и имеют целочисленную последовательную нумерацию, начиная с 1. Однако в дальнейшем в процессе внесения изменений в операционную карту может применяться цифробуквенная нумерация, например 1а, 2а, 3а, 3б и т. п.;

3) переход может разделяться на подпункты, которые подробнее описывают выполнение данного перехода. Например, 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.;

4) текст перехода обязательно должен начинаться с глагола в повелительном наклонении, например: нагреть пластину, поместить кассету, отрезать заготовку, очистить поверхность и т. п.;

5) после перехода или серии переходов, объединенных одной тематикой, разрешается вставлять комментарий или серию комментариев под разделом «Ж». Комментарий может быть написан в

произвольной форме (не обязательно начинать текст с глагола в повелительном наклонении, как в переходах);

б) переход может состоять из нескольких синтаксических предложений, а также может содержать разбивку на маркеры и списки и включать в себя математическую формулу;

7) отсылка в тексте на другие переходы, описанные в этой карте, происходит через слово «переход(ы)».

Пример

Приведем пример отрывка текста операционной карты:

О. 1 Получить у мастера приборы для проведения измерений.

О. 2 Установить прибор в держатель установки.

Ж. Установку проводить в латексных перчатках.

О. 3 Задать номинальное рабочее напряжение прибора на блоке управления измерительной установки согласно данным таблицы 1.

Ж. 1 Выставить ограничение по току до 100 мА.

Ж. 2 При загорании индикатора ПРЕВЫШЕНИЕ на блоке управления установки измерения остановить и вернуть прибор на перепроверку и доработку.

О. 4 Снять значение тока потребления прибора.

О. 5 Рассчитать мощность потребления прибора по формуле

$$O. \quad P_{\text{потр}} = U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{потр}},$$

О. где $P_{\text{потр}}$ – мощность потребления, Вт;

О. $U_{\text{ном}}$ – номинальное рабочее напряжение, В;

О. $I_{\text{потр}}$ – ток потребления, А.

О. 6 Выполнить переходы 1–5 для всей партии приборов.

Экологические требования

Экологические требования являются обязательными для заполнения блоком в операционной карте. В этом разделе приводятся все вредные факторы, сопутствующие проведению данной операции, с указанием класса опасности и, при необходимости, ПДК веществ. Также обязательно прописываются требования по защите от воздействия данных факторов и минимизации их воздействия, правила утилизации отходов, представляющих экологическую опасность, и другие требования к экологической безопасности. В разделе

обязательно должно быть прописано взаимодействие с подразделениями экологического контроля предприятия.

Пункты экологических требований всегда оформляются под разделом «Ж» (см. таблицу 6.1).

Приведем пример типового оформления данного раздела.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Ж. 1 При выполнении данной операции происходит загрязнение окружающей среды парами веществ, содержащихся в эпоксидной смоле, в частности эпихлоргидрина – вещества 2-го класса опасности, а также парами ацетона – вещества 4-го класса опасности.

Ж. 2 Для предотвращения загрязнений окружающей среды парами вышеуказанных веществ операцию проводить при наличии приточно-вытяжной вентиляции со скоростью движения воздуха не менее 0,7 м/с.

Ж. 3 Контроль за ПДК осуществляет служба экологического контроля предприятия по утвержденному графику или по вызову.

Технологический режим

Этот раздел предназначен для размещения в нем таблиц, рисунков и других графических материалов, в которых отражаются сведения по режимам для различных приборов и их исполнений, изготавливаемых по операционной карте, а также размещаются поясняющие рисунки, схемы, эпюры и пр. Все эти данные оформляются под разделом «О» (см. таблицу 6.1).

Приведем пример заполнения раздела.

Таблица 1

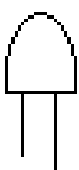
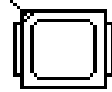
Изделие	Держатель	Прямой ток, мА	Напряжение, В, не более	Полярность подключения
АЛ301	ЕГВА3.143.020	20	3,2	 Анод
СИД350-50	ЕГВА3.145.034	350	9,0	Катодный ключ 
-----	-----	-----	-----	-----



Рисунок 1 – Внешний вид посадки кристалла

Пример оформления операционной карты приведен в приложении Д.

Задание

1. Выделите 5 основных частей операционной карты.
2. Укажите, какая оснастка используется в ОК (приложение Д).
3. Какие экологические требования предъявляются к технологическому процессу?

Вопросы для самоконтроля

1. На основании каких документов разрабатывается операционная карта?
2. Из каких основных блоков состоит операционная карта?
3. Как должно начинаться написание перехода?
4. Является ли обязательным для заполнения раздел «Экологические требования»?
5. В каком разделе размещают графические материалы?

7 ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

7.1 Основные термины, определения и нормативная документация

Испытания изделий – это комплекс мероприятий по установлению количественных и (или) качественных свойств объекта испытаний после воздействия на него различных факторов.

Испытания проводят с целью подтверждения качества изготавливаемой продукции, ее надежности и определения конструкторско-технологических запасов и ресурса ее работы. Состав и методы испытаний, которые применяются к конкретному изделию, первоначально определяются техническим заданием на разработку изделия, а также общими техническими условиями на данный класс изделий.

В современной культуре производства контроль и испытания изделий могут занимать до половины времени всего производственного цикла и составлять до половины себестоимости продукции. Поэтому испытания являются важной частью этапа разработки и производства.

Применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области испытаний и контроля качества продукции устанавливает ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения».

Нормы испытательных режимов и методы испытаний аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения (далее – аппаратура) на соответствие требованиям стойкости (устойчивости, прочности) к воздействию внешних факторов, указанным в тактико-техническом задании, техническом задании, программе испытаний или технических условиях на аппаратуру конкретного типа устанавливает ГОСТ РВ 20.57.305-98 «Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы испытаний на воздействие механических факторов».

7.2 Классификация испытаний

Испытания являются неотъемлемой частью разработки и серийного производства изделий электронной техники. Испытания можно разделить на классы и виды (рисунок 7.1).

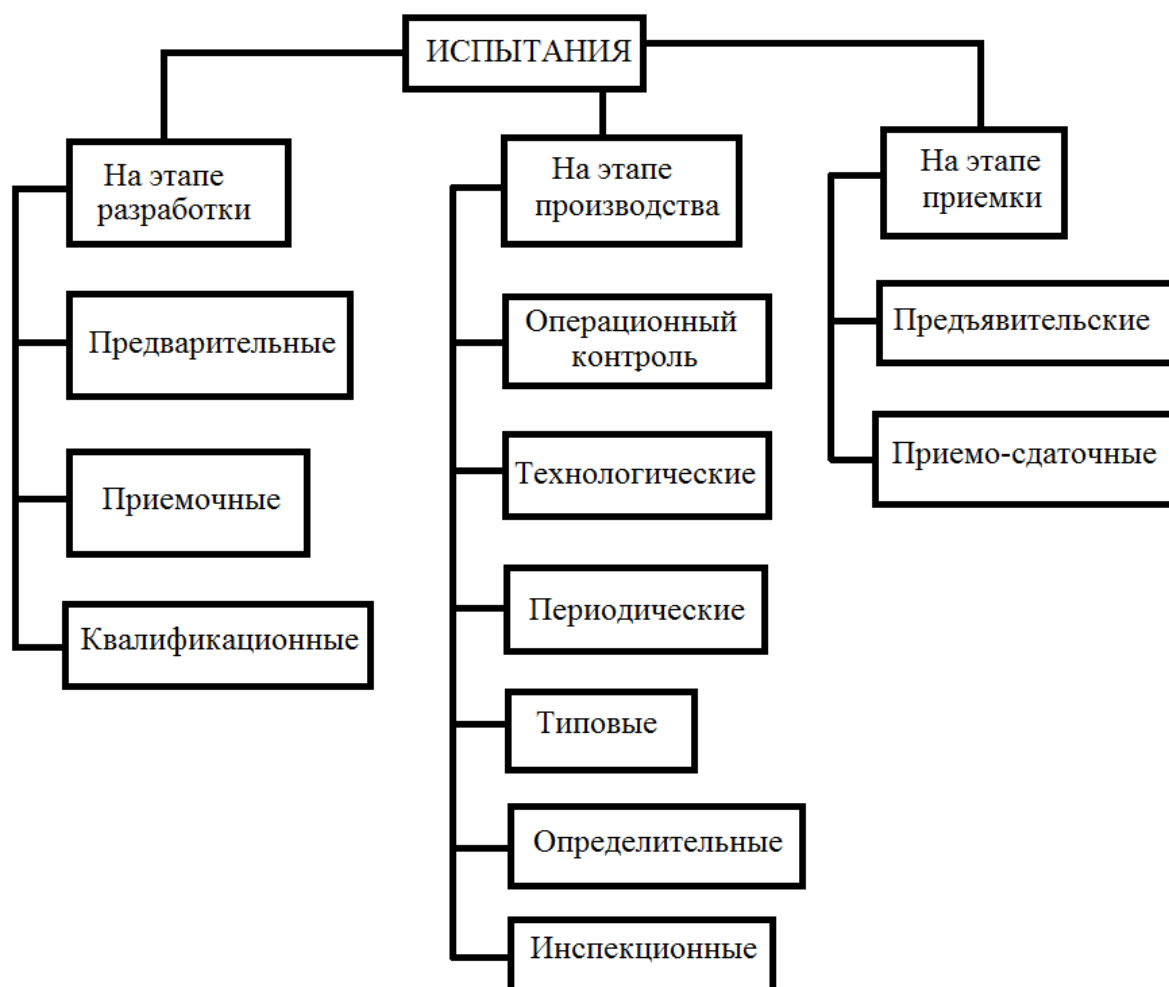


Рисунок 7.1 – Классификация испытаний изделий электронной техники

Дадим определения этим испытаниям.

Предварительные испытания – это контрольные испытания опытных образцов и/или опытных партий продукции с целью определения возможности их предъявления на приемочные испытания [17].

Особенность проведения предварительных испытаний в том, что они нацелены на проверку общей работоспособности и отдель-

ных эксплуатационных свойств изделия и являются условием для вынесения решения о возможности последующего приема продукции в опытное использование. При положительных результатах предварительных испытаний изделиям присваивается литера О (см. таблицу 1.1) и они допускаются к проведению приемочных испытаний.

Приемочные испытания – это контрольные испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые соответственно с целью решения вопроса о целесообразности постановки этой продукции на производство и (или) использования по назначению [17].

Основная цель приёмочных испытаний – это оценка каждой характеристики, установленной в техническом задании на продукцию, а также проверка и признание соответствия опытных образцов стандартам технического задания в условиях, которые наиболее близки к обстоятельствам практического применения изделий. Испытания принимает государственная комиссия. После положительных результатов приёмочных испытаний изделию присваивается литера О1 (см. таблицу 1.1) и принимается решение относительно возможности промышленного производства и эксплуатации испытываемых изделий.

Квалификационные испытания – контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме [17].

Сборку установочной серии или первой промышленной партии и ее испытания проводит предприятие-изготовитель. Они выполняются единожды и, по сути, это первые испытания в производстве, завершающие этап разработки. Квалификационные испытания проводятся согласно техническим условиям на изделие (при отсутствии ТУ проводят согласно техническому заданию на изделие и общим техническим условиям), в современных ТУ они обозначаются подгруппами с первой литерой К: КА, КВ, КС, КД, КР [16] (в советских ТУ – группы К: К-1, К-2 и т. д.). При положительных результатах квалификационных испытаний происходит корректировка техни-

ческой документации на изделие и присвоение ей литеры А (см. таблицу 1.1). С этого момента изделие готово к серийному выпуску.

Операционный контроль – это контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции [17].

Операционный контроль проводит исполнитель операции. Нередко при этом применяются разрушающие методы контроля на единичных образцах для того, чтобы убедиться в качестве остальной партии изделий. От этого испытания зависит отсев потенциально бракованной продукции.

Технологические испытания – это испытания, проводимые при изготовлении продукции, с целью оценки ее технологичности [17].

Также технологические испытания называют отбраковочными или 100 %-ми отбраковочными, так как проводятся на 100 % изделий производственной партии и их целью является отбраковка всех изделий, являющихся потенциальными браком. Операции данных испытаний входят в маршрут изготовления изделия и, соответственно, в сопроводительный лист.

Отбраковочные испытания проводит подразделение-изготовитель партии изделий. Минимальный состав и последовательность технологических испытаний устанавливаются техническими условиями на изделие либо общими техническими условиями на данный класс изделий. По решению главного конструктора изделия состав технологических испытаний может дополняться для ужесточения критериев качества.

Периодические испытания – это контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска [17].

Как правило, в современных ТУ периодические испытания – это испытания подгрупп С и D: С1, С2, D1, D2 и т.д. [16] (в советских ТУ – подгруппы П: П-1, П-2 и т. д.). При отрицательных результатах данных испытаний производится анализ причин брака и проводятся

мероприятия по устранению брака, при этом приемка всех изделий данной марки приостанавливается до устранения причин и получения положительных результатов повторных испытаний.

Типовые испытания – это контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию, рецептуру или технологический процесс [17].

Типовые испытания проводятся в том случае, когда предлагаемые изменения в конструкцию не влияют на тактико-технические характеристики изделия. Данные испытания проводятся из состава квалификационных испытаний по тем видам, на которые могут повлиять вносимые изменения. При положительных результатах данных испытаний предложенные изменения вносятся в серийную техническую документацию на изделие.

Определительные испытания – это испытания, проводимые для определения значения характеристик объекта с заданными значениями показателей точности и (или) достоверности [17].

Определительные испытания проводятся, когда исследуется воздействие фактора, не испытанного ранее, не предусмотренного при его разработке и серийном производстве.

Инспекционные испытания – это контрольные испытания установленных видов выпускаемой продукции, проводимые в выборочном порядке, с целью контроля стабильности качества продукции специально уполномоченными организациями [17].

Предъявительские испытания – это контрольные испытания продукции, проводимые службой технического контроля предприятия-изготовителя перед предъявлением ее для приемки представителем заказчика, потребителя или другим органом приемки [17].

Состав и последовательность инспекционных и предъявительских испытаний определяются техническими условиями. При положительных результатах данных испытаний на продукции проставляется штамп ОТК.

Приемо-сдаточные испытания – это контрольные испытания продукции при приемочном контроле [17].

В случае если речь идет о гражданской продукции, то приемо-сдаточные испытания проводятся службой технического контроля предприятия-изготовителя. Нередко данные испытания по согласованию совмещают с предъявительскими испытаниями. Состав и последовательность данных испытаний определяются техническими условиями и в современных технических условиях это испытания по подгруппам А и В: А1, А2, В1, В2 и т. д. (по советским ТУ – подгруппа С: С-1, С-2 и т. д.) [18]. При положительных результатах данных испытаний на продукции проставляется штамп ВП (в случае гражданской продукции – штамп ОТК) и продукцию допускают к отгрузке потребителям.

7.3 Состав, последовательность и методики испытаний

Все проводимые испытания делятся на два вида: разрушающие (воздействия от которых приводят к заведомому разрушению структуры изделия или снижению параметров ниже норм для приемки и поставки) и неразрушающие (воздействия от которых не приводят к снижению тактико-технических характеристик и разрушению структуры изделий). После проведения разрушающих испытаний изделия бракуют, после неразрушающих – разрешают к поставке.

Испытания, приводимые в технических условиях на изделие, делят на следующие подгруппы [18]:

- ✓ квалификационные испытания включают в себя подгруппы: КА, КВ, КС, КD, КR;
- ✓ приемо-сдаточные испытания включают подгруппы: А (А1, А2, А3...) и В (В1, В2, В3...);
- ✓ периодические испытания включают подгруппы: С (С1, С2, С3...) и D (D1, D2, D3...).

По виду воздействия, оказываемого на изделие, испытания делят на следующие классы:

- ✓ *механические воздействия* (удары одиночного действия, вибропрочность, растяжение, скручивание и т. п.);
- ✓ *климатические воздействия* (пониженное атмосферное давление, повышенная влажность воздуха, конденсированные осадки и т. п.);

✓ *термические воздействия* (повышенная температура среды, пониженная температура среды, изменение температуры среды и т. п.);

✓ *электрические воздействия* (термотоксовая тренировка, испытание на безотказность, испытание на электрическую прочность, испытание на короткое замыкание, испытание на стойкость к электростатическому потенциалу и т. п.);

✓ *электромагнитные воздействия* (электромагнитная совместимость, сильные электромагнитные поля и т. п.);

✓ *магнитные воздействия* (магнитное поле и т. п.);

✓ *химическое воздействие* (специальные среды, химическая стойкость и т. п.);

✓ *биологические воздействия* (плесневые грибы и т. п.);

✓ *радиационная стойкость* (гамма-излучение, альфа-излучение и пр.).

Стандартные методы вышеприведенных испытаний регламентированы для военной продукции в ГОСТ РВ 20.57.416-98. «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний», для гражданской продукции – в ГОСТ 20.57.406-81 «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний».

Вопросы для самоконтроля

1. Какова цель испытаний?
2. Какие испытания проводятся на этапе производства?
3. После каких испытаний изделие считается готовым к серийному выпуску?
4. Какие подгруппы испытаний относятся к периодическим испытаниям?
5. Назовите примеры испытаний на механические воздействия.

8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Технологическая подготовка производства (ТПП) – вид производственной деятельности предприятия (группы предприятий), обеспечивающий технологическую готовность производства к изготовлению изделий, отвечающих требованиям заказчика или рынка данного класса изделий [19].

Задачей технологической подготовки производства серийных изделий является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению изделий в соответствии с требованиями заказчика или рынка данного класса изделий.

Организатором и ответственным исполнителем ТПП серийных изделий является их изготовитель, соисполнителями (при научно-технической или экономической целесообразности) – специализированные технологические организации.

Для проведения ТПП серийных изделий разработчик передает изготовителю [19]:

- ✓ комплект рабочей конструкторской документации на изделие (с литерой О1 или выше по ГОСТ 2.103);
- ✓ документацию (в том числе директивную), содержащую определяющие технологические и организационные решения по производству изделия, отработанную при изготовлении и испытаниях опытных образцов;
- ✓ опытные образцы, прошедшие приемочные испытания;
- ✓ документацию на однотипные технологические процессы (с литерой «О» или выше по ГОСТ 3.1102);
- ✓ конструкторскую документацию на однотипные средства технологического оснащения, отработанную по результатам изготовления и испытаний опытных образцов;
- ✓ управляющие программы для однотипного оборудования;
- ✓ средства технологического оснащения, пригодные для использования;
- ✓ ведомости применения материалов и комплектующих изделий;

- ✓ расчет трудоемкости изготовления опытных образцов;
- ✓ план (график) ТПП опытных образцов;
- ✓ перечень квалификации исполнителей и др.

Изготовитель совместно с соисполнителями на основе полученной от разработчика документации с учетом принципиальных решений по организации ТПП, принятых при проектировании изделия, разрабатывает план (график) ТПП серийных изделий в виде самостоятельного документа или в составе плана (графика) постановки изделия на производство. При этом учитывают [19]:

- ✓ сроки освоения серийного производства изделия;
- ✓ планируемые объемы выпуска изделий по годам освоения;
- ✓ прогноз устойчивости сбыта в течение нескольких лет;
- ✓ трудоемкость ТПП;
- ✓ состояние организационно-технического уровня производства и возможность его повышения с целью обеспечения коммерческой стратегии изготовителя на рынке;
- ✓ возможность кооперации и специализации производства для ритмичного обеспечения изготовления изделий качественными материалами, деталями, сборочными единицами, комплектующими изделиями, средствами технологического оснащения.

ТПП серийных изделий предусматривает выполнение следующих основных работ:

- ✓ проработку рабочей конструкторской документации на серийное изделие с учетом технологичности заложенных в нее решений;
- ✓ разработку или уточнение (корректировку) с использованием информационных массивов описаний конструкторско-технологических решений:
 - а) технологических процессов изготовления серийного изделия в соответствии с государственными стандартами ЕСТД;
 - б) специальных средств технологического оснащения в соответствии с государственными стандартами ЕСКД и технологических процессов их изготовления согласно государственным стандартам ЕСТД;
 - в) управляющих программ для автоматизированного технологического оборудования;

- ✓ приобретение (изготовление) специальных средств технологического оснащения для производства серийных изделий;
- ✓ обеспечение необходимой технологической информацией реконструкции или нового строительства производственной и испытательной баз;
- ✓ уточнение (корректировка) технологической документации по результатам изготовления и квалификационных испытаний установочной серии (первой промышленной партии);
- ✓ обеспечение требований ресурсосбережения, экологии и охраны труда при изготовлении и испытаниях серийных изделий;
- ✓ мероприятия по обеспечению технологической готовности производства к изготовлению качественных изделий для приемочных испытаний.

Изготовитель серийных изделий по требованию заказчика или согласованию с разработчиком в целях сокращения сроков поставки изделий на производство выполняет наиболее сложные и трудоемкие работы ТПП одновременно с изготовлением и испытаниями опытных образцов. С этой целью разработчик и изготовитель опытных образцов в части, их касающейся, передают изготовителю серийных изделий:

- ✓ рабочую конструкторскую документацию на опытный образец (без литеры или с литерой «О» по ГОСТ 2.103);
- ✓ документацию, содержащую определяющие технологические и организационные решения по производству изделия;
- ✓ документацию на однотипные технологические процессы (без литеры или с литерой «О» по ГОСТ 3.1102);
- ✓ план (график) ТПП опытных образцов;
- ✓ другую необходимую документацию.

Критерий завершенности ТПП серийных изделий – фактическое выполнение работ, предусмотренных планом, подтвержденное оценкой технологической готовности производства к изготовлению серийных изделий в соответствии с критерием завершенности ТПП опытных образцов и единичных изделий [19].

Исходя из рассмотренного, следует, что система разработки и постановки продукции на производство (СРПП), являющаяся системой организации и обеспечения процессов ТПП, установленной

комплексом государственных стандартов, предусматривает широкое применение современных технологических методов, стандартных средств технологического оснащения, средств автоматизации техпроцессов, инженерных и организационных решений.

Главное предназначение СРПП заключается в реализации системы организации и обеспечения процессами ТПП, обеспечивающей:

- общий для всех промышленных предприятий систематизированный подход к выбору и применению методов и средств ТПП, соответствующих современным научно-техническим решениям;

- освоение изготовления изделий требуемой категории качества в оптимальные сроки при минимуме трудовых и материальных затрат на ТПП на всех стадиях разработки и производства изделий;

- организацию производственного процесса с высокой повторяемостью и точностью, обеспечивающую быструю переналадку оборудования и совершенствование технологических процессов;

- рациональную организацию механизированного и автоматического труда, систематизированный уход от ручного низкоэффективного труда;

- взаимосвязи технологических процессов и управляемость ими различными системами и подсистемами управления;

- решение задач, группируемых по следующим основным направлениям:

- а) обеспечение технологичности конструкции изделия;

- б) разработка и внедрение технологических процессов;

- в) проектирование и изготовление технологической оснастки и нестандартного оборудования;

- г) обеспечение управляемости процессами ТПП.

Проектирование технологической базы процессов производства от общего объема всей технической подготовки составляет 30–40 % – для мелкосерийного, 40–50 % – для серийного и 50–60 % – для массового производства.

Рационально выстроенный технологический процесс должен оптимально совмещать в себе выполнение технических, экономических и организационных задач, возникающих в данных условиях производства, т. е. обеспечивать выполнение всех требований к

качеству изделия, предусмотренных технической документацией, при минимально возможных затратах труда и времени.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова задача технологической подготовки производства?
2. Какая минимальная литература комплекта КД должна быть передана разработчиком изготовителю для начала процесса технологической подготовки производства?
3. Каков критерий завершенности технологической подготовки производства?
4. Какую часть общего объема подготовки занимает технологическое проектирование для массового производства?
5. Какое основное назначение системы разработки и постановки продукции на производство?

Заключение

Рассмотренная дисциплина является важным подспорьем для подготовки к инженерной деятельности на различных этапах производства изделий электронной техники и промышленной электроники, начиная от инженеров-разработчиков и заканчивая инженерами службы контроля качества, занимающимися приемкой готовой продукции.

В данном учебном пособии мы рассмотрели такие вопросы, как этапы разработки изделий и документации, конструкторская документация и ее комплектование, технологическая документация и ее комплектование, маршрутная карта и сопроводительный лист, операционная карта, испытания изделий, этапы и требования технологической подготовки производства.

В рамках изученной дисциплины даны практические навыки прочтения технических условий и конструкторской документации, составления маршрутных карт и обработка данных сопроводительного листа на изделие, написание операционных карт на технологические процессы.

Полученные знания и навыки позволят будущему специалисту легко ориентироваться в работе производственных предприятий и быстро включаться в решение поставленных перед ним инженерных задач.

Литература

1. ГОСТ Р 15.301-2016. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2016 г. № 1541-ст : взамен ГОСТ Р 15.201-2000. – М.: Стандартинформ, 2018.

2. ГОСТ 2.103-2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1794-ст : взамен ГОСТ 2.103-68. – М.: Стандартинформ, 2019.

3. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июня 2006 г. № 118-ст. : взамен ГОСТ 2.104-68. – М.: Стандартинформ, 2007.

4. ГОСТ 2.114-2016. Единая система конструкторской документации. Технические условия : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 августа 2016 г. № 978-ст : взамен ГОСТ 2.114-95. – М.: Стандартинформ, 2019.

5. ГОСТ 11630-84. Приборы полупроводниковые. Общие технические условия : взамен ГОСТ 11630-70. – М.: Изд-во стандартов, 1986.

6. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности : дата введения 1977-01-01. – М.: Стандартинформ, 2007.

7. ГОСТ 2.201-80. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов : дата введения 1984-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

8. ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1627-ст. – М.: Стандартиформ, 2014.

9. ГОСТ 2.101-2016. Единая система конструкторской документации. Виды изделий : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 августа 2016 г. № 977-ст. : взамен ГОСТ 2.101-68. – М.: Стандартиформ, 2018.

10. ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2008 г. № 702-ст. : взамен ГОСТ 2.701-84. – М.: Стандартиформ, 2009.

11. ГОСТ Р 2.106-2019. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2019 г. № 176-ст. – М.: Стандартиформ, 2019.

12. Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

13. ГОСТ 3.1001-2011. Единая система технологической документации. Общие положения : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 212-ст : взамен ГОСТ 3.1001-81. – М.: Стандартиформ, 2011.

14. ГОСТ 3.1102-2011. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения : введен в действие в Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 августа 2011 г. № 212-ст : взамен ГОСТ 3.1102-81. – М.: Стандартиформ, 2011.

15. ГОСТ 3.1201-85. Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации : дата введения 1986-07-01 : взамен ГОСТ 3.1201-74. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1985, 2003.

16. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий : дата введения 1983-01-01 : взамен ГОСТ 3.1109-73. – М.: Стандартиформ, 2012.

17. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения : дата введения 1982-01-01 : взамен ГОСТ 16504-74. – М.: Стандартиформ, 2011.

18. ГОСТ 55752-2013. Комплексная система общих технических требований. Изделия электронной техники. Система технических условий : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08 ноября 2013 г. № 1501-ст. – М.: Стандартиформ, 2014.

19. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 11 декабря 1996 г. № 674. – М.: Изд-во стандартов, 1997.

Приложение А

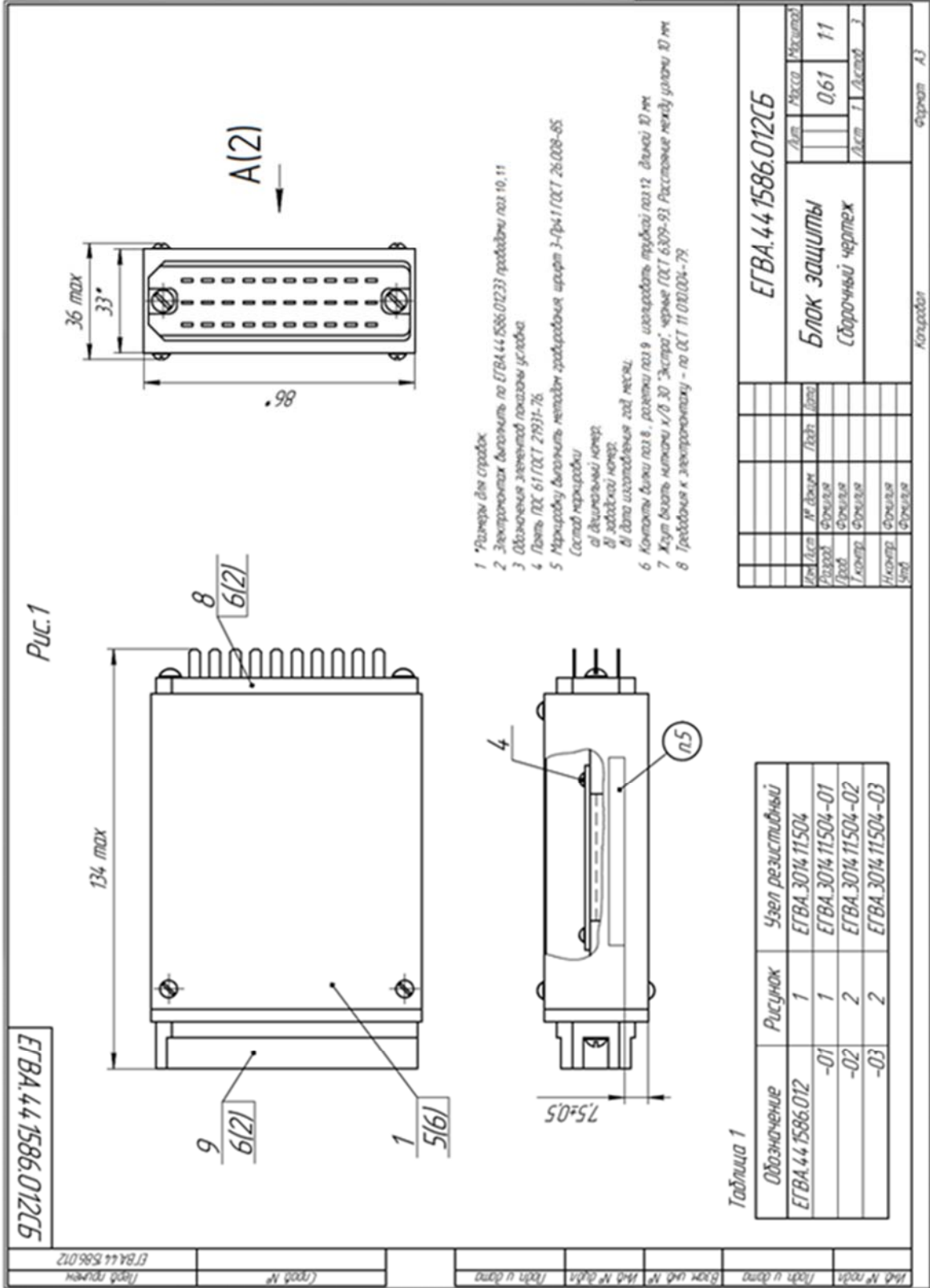
Пример рабочей конструкторской документации

Лист		Формат		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Зона	Лист				
Лист 1	Лист 1				<u>Документация</u>		
		А3		ЕГВА.44.1586.012СБ	Сборочный чертеж		
					<u>Детали</u>		
Лист 2	Лист 2	А4	1	ЕГВА.735322.002	Кожух	1	
		А3	2	ЕГВА.74.1545.049	Держатель	1	
		А3	3	ЕГВА.74.1545.050	Держатель	1	
Лист 3	Лист 3				<u>Стандартные изделия</u>		
			4		М2,5-6дх7.36.016	4	
			5		М3-6дх10.36.016	6	
			6		М4-6дх12.36.016	4	
					Винты ГОСТ 17473-80		
			7		Шайба 4 65Г 016 ГОСТ 6402-70	4	
Лист 4	Лист 4				<u>Прочие изделия</u>		
			8		Вилка РП14-30-0-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	XS1
			9		Розетка РП14-30-Ш-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	XS1
Лист 5	Лист 5				<u>Материалы</u>		
				ЕГВА.44.1586.012			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм. № подл.	Разраб.	Фамилия				Лист	Листов
	Проб.	Фамилия				1	3
Изм. № подл.	Исполн.	Фамилия					
	Утв.	Фамилия					
Блок защиты							
				Копировал		Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Провод МГТФ		
				ТУ 16.505.185-71		
		10		1x0,12	1	м
		11		1x0,35	0,3	м
		12		Трубка 305 ТВ-40, 4, белая, высшего сорта ГОСТ 19034-82	0,1	
<u>Переменные данные для исполнений:</u>						
				<u>ЕГВА.441586.012</u>		
				<u>Документация</u>		
А3			ЕГВА.441586.01233	Схема электрическая принципиальная		
				<u>Сборочные единицы</u>		
А4	13		ЕГВА.3014.11.504	Узел резистивный	1	#А1
				<u>ЕГВА.441586.012-01</u>		
				<u>Документация</u>		
А4			ЕГВА.441586.012-0133	Схема электрическая принципиальная		
				<u>Сборочные единицы</u>		
А4	13		ЕГВА.3014.11.504-01	Узел резистивный	1	#А1
ЕГВА.441586.012						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2	

Копировал

Формат А4



EGVA.44.1586.012CB

Рис.1

- 1 *Размеры для справок
- 2 Электронная компонента по ЕГВА.44.1586.012CB33 по таблице паз 10, 11
- 3 Обозначения элементов по таблице условна
- 4 Паз по ГОСТ 21931-76
- 5 Маркировку элементов металлоизделия указать по ГОСТ 26.008-85
Состав маркировки
а) десятичный номер
б) заводской номер
в) дата изготовления год месяц
- 6 Контакты длины паз 6, расстояние между паз 12, длиной 30 мм
- 7 Шаг между контактами 30, "Экстра", черные ГОСТ 6309-93, Расстояние между контактами 30 мм
- 8 Требования к электронике - по ГОСТ П.010.004-79

Таблица 1

Обозначение	Рисунок	Узел резистивный
EGVA.44.1586.012-01	1	EGVA.3014.11504
-02	2	EGVA.3014.11504-01
-03	2	EGVA.3014.11504-02
		EGVA.3014.11504-03

EGVA.44.1586.012CB

Блок защиты
Сборочный чертёж

Лист	Масса	Масштаб
1	0,61	1:1

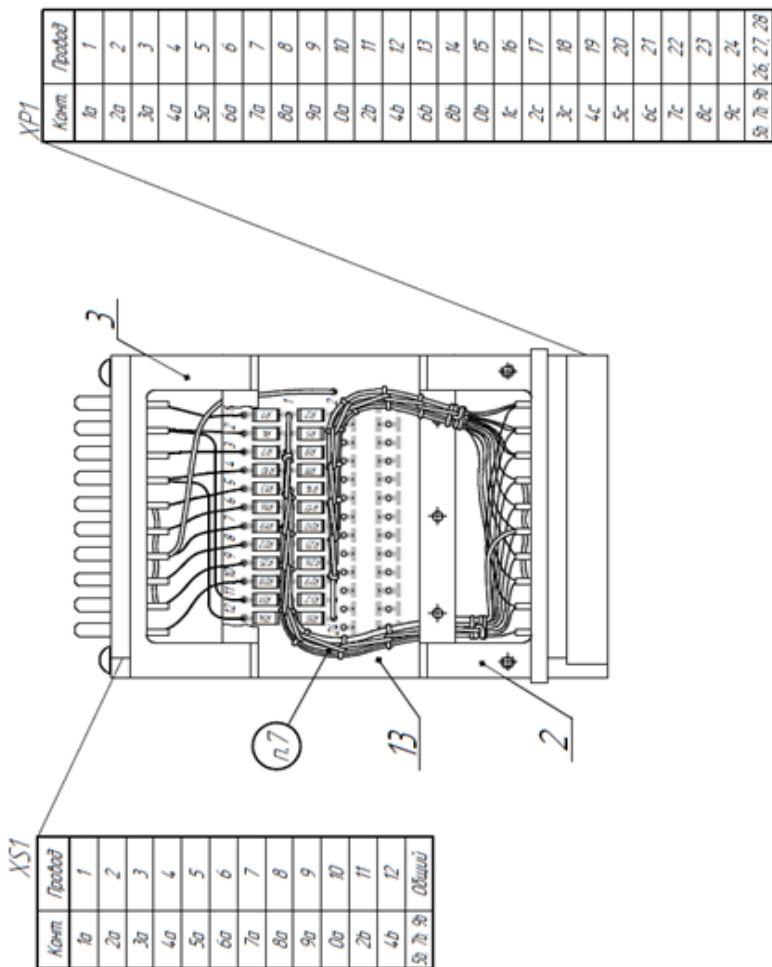
Формат А3

Копировать

ETBA.44.1586.012CB

АЧ90°(1)

Кожих поз. 1 не показан



XSI

Конт.	Гротов
1a	1
2a	2
3a	3
4a	4
5a	5
6a	6
7a	7
8a	8
9a	9
0a	10
2b	11
4b	12
5b	Общий

XP1

Конт.	Гротов
1a	1
2a	2
3a	3
4a	4
5a	5
6a	6
7a	7
8a	8
9a	9
0a	10
2b	11
4b	12
6b	13
8b	14
0b	15
1c	16
2c	17
3c	18
4c	19
5c	20
6c	21
7c	22
8c	23
9c	24
5b	25, 26, 27, 28

Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №

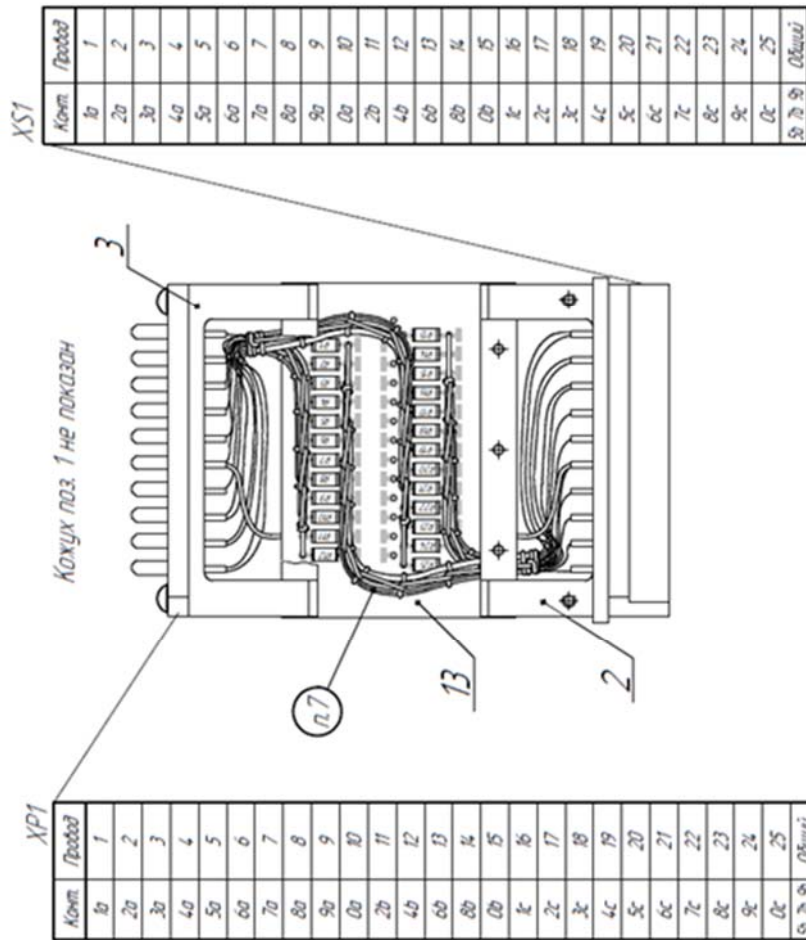
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №

ETBA.44.1586.012CB

Контракт А3

ЕГВА.44.1586.012СБ

Рис.2
Остальное см. рис. 1



Изд. № докум.	Изд. № черт.	Изд. № эскиз.	Изд. № дораб.

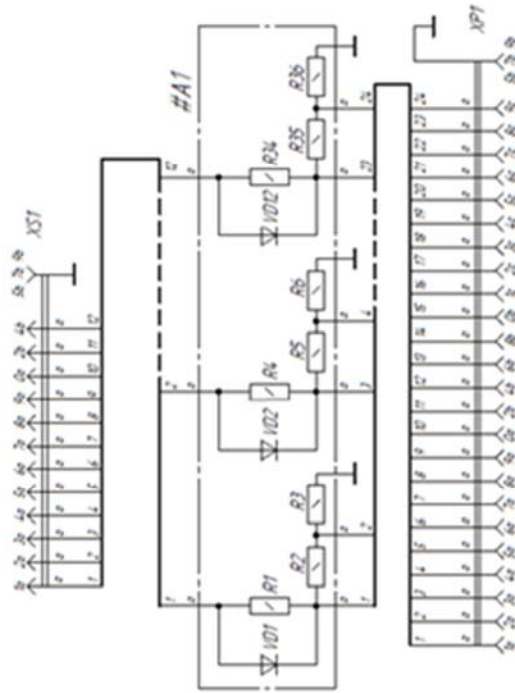
Изм.	Изм.	№ докум.	Изд.	Дата	Лист
					3

ЕГВА.44.1586.012СБ

Контракт АЗ

ЕГВА.44.1586.01233

ЕГВА.44.1586.012



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
XPT	Вилка РПН-30-0-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	
XST	Разетка РПН-30-Ш-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	
#A1	Узел защитный ЕГВА.30.14.11504	1	
R1-R36	Резистор RL2512FR-07W	36	
101-102	Диаг МА4007 (И17)	12	

Монтаж цепей в шести проводах ИТФ 1х0,12 ТУ 16-505.185-71
 монтаж остальных цепей - проводами ИТФ 1х0,35 ТУ 16-505.185-71

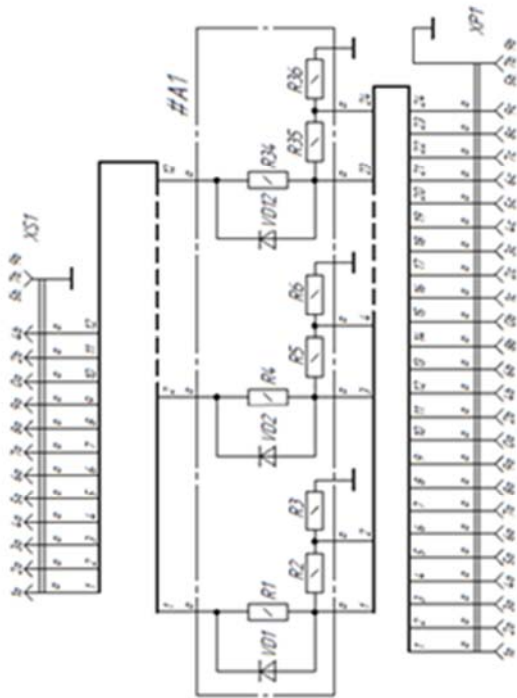
ЕГВА.44.1586.01233			
Блок защиты			
Изм.	И. Вып.	Лист	Листов
1		1	1
Схема электрических соединений			
Исполн.	Провер.	Лист	Листов
Удобр.	Удобр.		
Удобр.	Удобр.		

Контракт

Страница 1/1

ЕГВА.44.1586.012-0133

Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01



*Монтаж цепей в вехсти проводом ПТФ 1х0,12 ТУ 16-505.185-71
МОНТАЖ ОСТАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ - ПРОВОДОМ ПТФ 1х0,35 ТУ 16-505.185-71*

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
XP1	Вилка РПН-30-0-SB ЕС.3.656.015 ТУ	1	
XS1	Разетка РПН-30-Ш-SB ЕС.3.656.015 ТУ	1	
#A1	Узел резистивный ЕГВА.3014.11504-01	1	
R1-R36	Резистор РС2512FR-07ПЧ	36	
101-1012	Диод МА4007 ПМ71	12	

ЕГВА.44.1586.012-0133		Лист	Рисунка	Матрица
		1/01	1/01	1/01
Блок защиты				
Схема электрическая принципиальная				
Лист	Листов	Лист	Листов	Листов
1/01	1/01	1/01	1/01	1/01
Копировать				
Формат А3				

ETBA.44.1586.012-0233

ETBA.44.1586.012

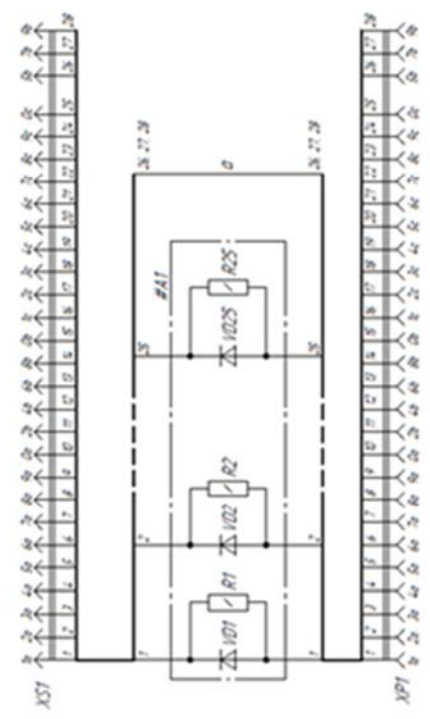
(код №)

(код №)

(код №)

(код №)

(код №)



Для обозначения	Наименование	Кол.	Примечание
XUP1	Вилка РПН-30-0-5В ЕС.3.656.015 ТУ	1	
X51	Розетка РПН-30-Ш-5В ЕС.3.656.015 ТУ	1	
#A1	Узел резистивный ETBA.3014.11504-02	1	
R1-R25	Резисторы RC2512FR-07W	25	
101-105	Диоды 1N4007 (П7)	25	

Монтаж цепей в шести проводах МГФ 1x0,35 ТУ 16-505.185-71
 монтаж остальных цепей - проводами МГФ 1x0,12 ТУ 16-505.185-71

ETBA.44.1586.012-0233		Лист		Листов	
Изм.	И.Филиппов	1	1	1	1
Провер.	Филиппов				
Утвер.	Филиппов				
Исполн.	Филиппов				
Удобр.	Филиппов				
Блок защиты					
Схема электрической принципиальной					
		Лист		Листов	
		1		1	

Копировать
 Формат А3

EГBA.44.1586.012-0333		EГBA.44.1586.012		EГBA.44.1586.012-0333	
Изд. № докум.	Изм. и дата	Изд. № докум.	Изм. и дата	Изд. № докум.	Изм. и дата
Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №
Контр. инв. №	Контр. инв. №	Контр. инв. №	Контр. инв. №	Контр. инв. №	Контр. инв. №
Изд. № докум.	Изд. и дата	Изд. № докум.	Изд. и дата	Изд. № докум.	Изд. и дата
Блок защиты					
Схема электрической принципиальной					
Лист	Листов	Лист	Листов	Лист	Листов
Контракт А3					

Наименование	Кол.	Примечание
XP1 Вилка РПН-30-0-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	
XS1 Розетка РПН-30-Ш-5В ЕС3.656.015 ТУ	1	
#A1 Узел резистивный EГBA.30.14.11504-03	1	
R1-R25 Резисторы RC2512FR-07M	25	
V01-V05 Диоды M44007 (M7)	25	

Монтаж цепей в весты проводом МГТФ 1x0,35 ТУ 16.505.185-71
 монтаж остальных цепей – проводом МГТФ 1x0,12 ТУ 16.505.185-71

Лист № 001/1	Лист № 002/1	Лист № 003/1	Лист № 004/1	Лист № 005/1	Лист № 006/1	Лист № 007/1	Лист № 008/1	Лист № 009/1	Лист № 010/1

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

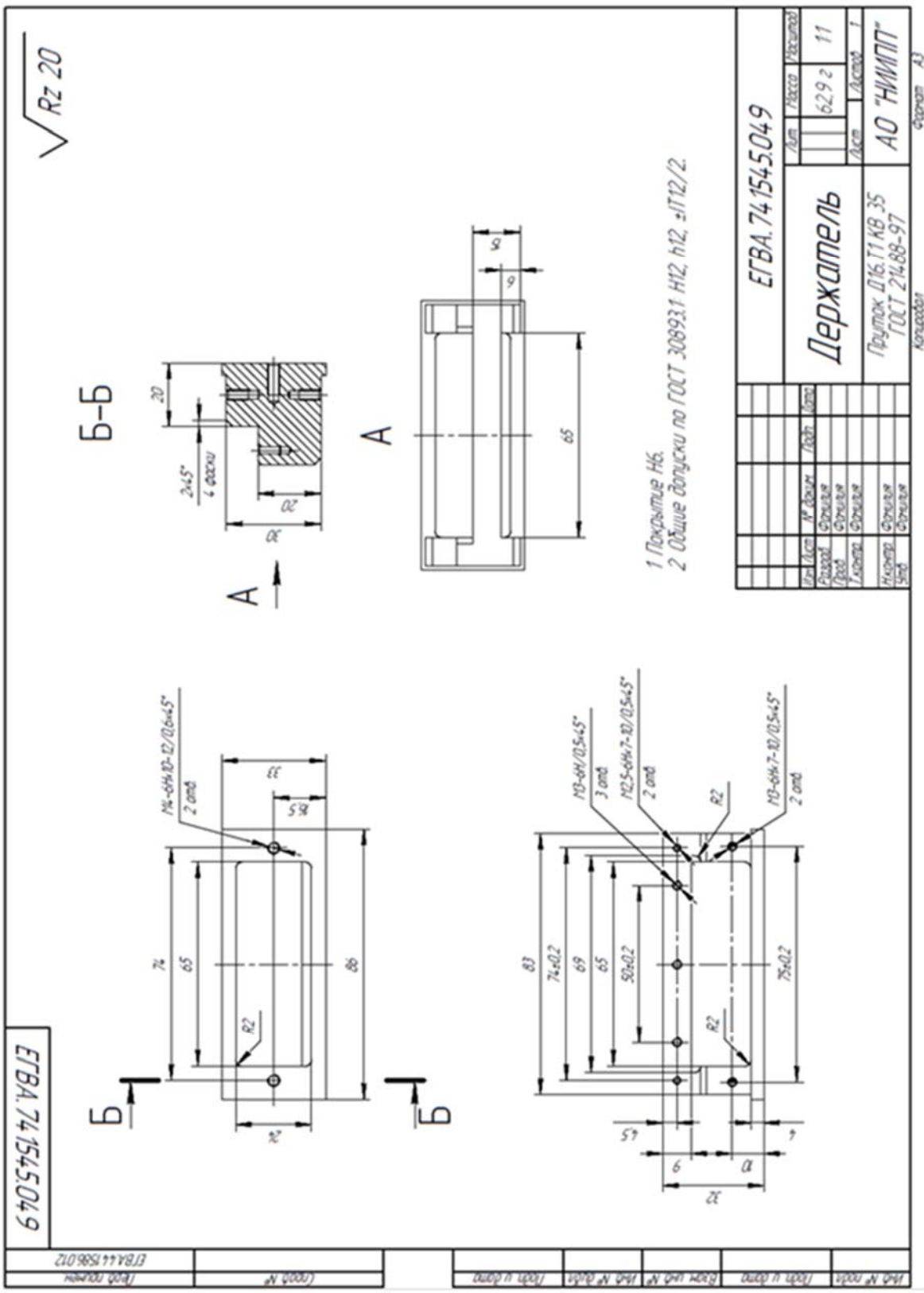
ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ГОСТ 14.771-76-С-УП

ЕГБА. 735322.008				
КОЖУХ				
Б-6Т-50-ИИ-1ГОСТ 19904-90			Лист 1 из 10	
(50/100/100) - зп ГОСТ 5582-75			Лист 1 из 2	
КОЖУХ			Лист 2 из 2	
ГОСТ 14.771-76-С-УП			Лист 2 из 2	
ГОСТ 14.771-76-С-УП			Лист 2 из 2	
ГОСТ 14.771-76-С-УП			Лист 2 из 2	
ГОСТ 14.771-76-С-УП			Лист 2 из 2	
ГОСТ 14.771-76-С-УП			Лист 2 из 2	

- 1 *Размер для справок
- 2 Внутренние радиусы ступи 1 мм
- 3 Общее допуск по ГОСТ 30693.1 НН, НН, НН/2
- 4 Сваркой шов II класса по ГОСТ 47.0105.24-87
- 5 Старшой шов зачистить заводским √Rz 12,5.
- 6 Покрытие по Поверх. покрытие Су80в. 1 см².
- 7 Основные технические требования ГОСТ 1010700.04.



Rz 20

ETBA.74.1545.050

ETBA.74.1545.050
ETBA.74.1545.050

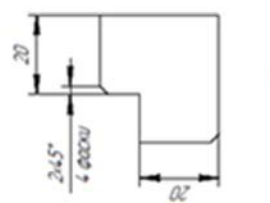
(код №)
ETBA.74.1545.050

ETBA.74.1545.050
ETBA.74.1545.050

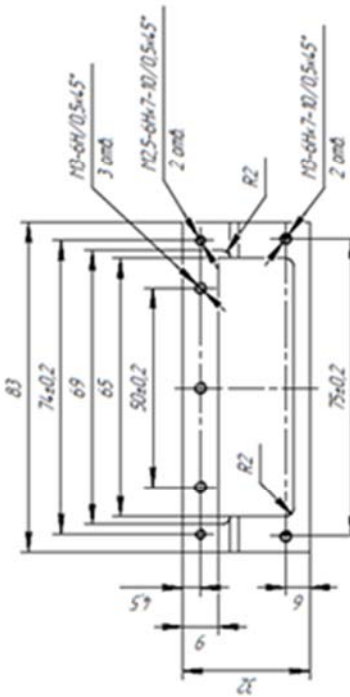
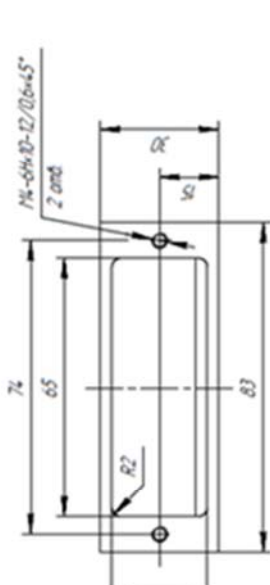
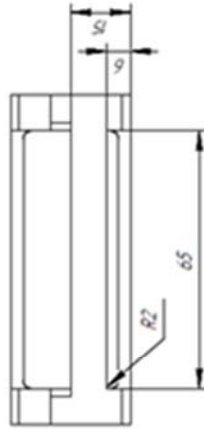
ETBA.74.1545.050
ETBA.74.1545.050

ETBA.74.1545.050
ETBA.74.1545.050

ETBA.74.1545.050
ETBA.74.1545.050



A



- 1 Покрытие Н6.
- 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 Н12, н12, ±IT12/2.

ETBA.74.1545.050

Держатель

Путылок Д16.Т1 КВ.35
ГОСТ 21488-97

консульт

формат А3

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Листы поимен. ЕГВА.44.586.012						
				<u>Детали</u>		
А)	1		ЕГВА.758715.045	Плата	1	
<u>Переменные данные для исполнений:</u>						
<u>ЕГВА.3014.11.504</u>						
<u>Документация</u>						
А)			ЕГВА.3014.11.504СБ	Сборочный чертеж		
<u>Прочие изделия</u>						
	3			Диод SMA4007 (M7)	12	VD1-VD12
	4			Резистор RC2512FR-071ML	36	R1-R36
<u>ЕГВА.3014.11.504-01</u>						
<u>Документация</u>						
А)			ЕГВА.3014.11.504-01СБ	Сборочный чертеж		
<u>Прочие изделия</u>						
	3			Диод SMA4007 (M7)	12	VD1-VD12
	4			Резистор RC2512FR-071ML	36	R1-R36
ЕГВА.3014.11.504						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.		Фамилия			Лист	Листов
Проб.		Фамилия			1	2
Исполн.		Фамилия			АО "НИИПП"	
Учт.		Фамилия				
Узел резистивный				Копировал		
				Формат А4		

										Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
														ЕГВА.3014.11.504-02				
														<u>Документация</u>				
										А3			ЕГВА.3014.11.504-02СБ	Сборочный чертеж				
														<u>Прочие изделия</u>				
											3			Диод SMA4007 (M7)	12	VD1-VD12		
											4			Резистор RC2512FR-071ML	36	R1-R36		
														ЕГВА.3014.11.504-03				
														<u>Документация</u>				
										А3			ЕГВА.3014.11.504-03СБ	Сборочный чертеж				
														<u>Прочие изделия</u>				
											3			Диод SMA4007 (M7)	12	VD1-VD12		
											4			Резистор RC2512FR-071ML	36	R1-R36		
										ЕГВА.3014.11.504						Лист		
																2		
										Изм.	Лист	№ дожим.	Подп.	Дата				
										Копировал						Формат А4		

ЕГВА.3014.11.504.СБ

Рис.1

Рис.2
Остальное см. рис.1

ЕГВА.3014.11.504.СБ

Узел резистивный
(Сборочный чертеж)

Таблица 1

Обозначение	Рисунок	Схема
ЕГВА.3014.11.504	1	ЕГВА.44.1586.01233
-01	2	ЕГВА.44.1586.012-0133
-02	3	ЕГВА.44.1586.012-0233
-03	4	ЕГВА.44.1586.012-0333

1 * Размеры для справок
 2 Электрониках обозначить по схеме электронной принципиальной см. таблицу 1
 3 Плата ПСХ 61 ГСХ 7 21931-76
 4 Позиционные обозначения элементов по схеме

Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01	1/01

ЕГВА.3014.11.504		Лист	Листов
		7112	11
		Лист	Листов
		1	2

Копировать

Формат А3

ЕТВА.3014.11.504С6

Рис.3

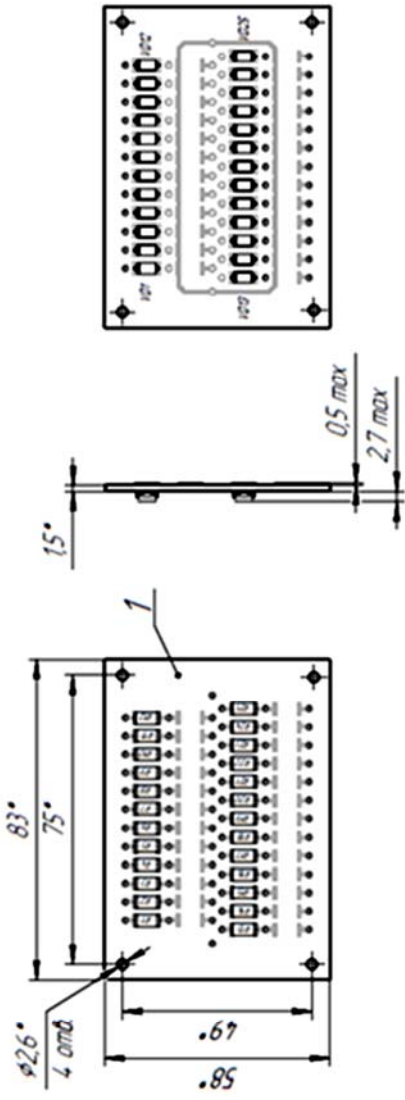
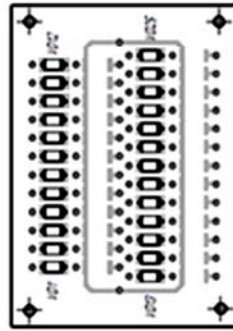


Рис.4

Остальное см. рис.1



Лист № 2	ИЗМ. № 01	ИЗМ. № 02	ИЗМ. № 03	ИЗМ. № 04	ИЗМ. № 05	ИЗМ. № 06	ИЗМ. № 07	ИЗМ. № 08	ИЗМ. № 09	ИЗМ. № 10	ИЗМ. № 11	ИЗМ. № 12	ИЗМ. № 13	ИЗМ. № 14	ИЗМ. № 15	ИЗМ. № 16	ИЗМ. № 17	ИЗМ. № 18	ИЗМ. № 19	ИЗМ. № 20	ИЗМ. № 21	ИЗМ. № 22	ИЗМ. № 23	ИЗМ. № 24	ИЗМ. № 25	ИЗМ. № 26	ИЗМ. № 27	ИЗМ. № 28	ИЗМ. № 29	ИЗМ. № 30	ИЗМ. № 31	ИЗМ. № 32	ИЗМ. № 33	ИЗМ. № 34	ИЗМ. № 35	ИЗМ. № 36	ИЗМ. № 37	ИЗМ. № 38	ИЗМ. № 39	ИЗМ. № 40	ИЗМ. № 41	ИЗМ. № 42	ИЗМ. № 43	ИЗМ. № 44	ИЗМ. № 45	ИЗМ. № 46	ИЗМ. № 47	ИЗМ. № 48	ИЗМ. № 49	ИЗМ. № 50
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Лист № 2	ИЗМ. № 01	ИЗМ. № 02	ИЗМ. № 03	ИЗМ. № 04	ИЗМ. № 05	ИЗМ. № 06	ИЗМ. № 07	ИЗМ. № 08	ИЗМ. № 09	ИЗМ. № 10	ИЗМ. № 11	ИЗМ. № 12	ИЗМ. № 13	ИЗМ. № 14	ИЗМ. № 15	ИЗМ. № 16	ИЗМ. № 17	ИЗМ. № 18	ИЗМ. № 19	ИЗМ. № 20	ИЗМ. № 21	ИЗМ. № 22	ИЗМ. № 23	ИЗМ. № 24	ИЗМ. № 25	ИЗМ. № 26	ИЗМ. № 27	ИЗМ. № 28	ИЗМ. № 29	ИЗМ. № 30	ИЗМ. № 31	ИЗМ. № 32	ИЗМ. № 33	ИЗМ. № 34	ИЗМ. № 35	ИЗМ. № 36	ИЗМ. № 37	ИЗМ. № 38	ИЗМ. № 39	ИЗМ. № 40	ИЗМ. № 41	ИЗМ. № 42	ИЗМ. № 43	ИЗМ. № 44	ИЗМ. № 45	ИЗМ. № 46	ИЗМ. № 47	ИЗМ. № 48	ИЗМ. № 49	ИЗМ. № 50
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ЕТВА.3014.11.504С6

Формат А3

$\sqrt{Rz\ 20\ (\ \ / \)}$

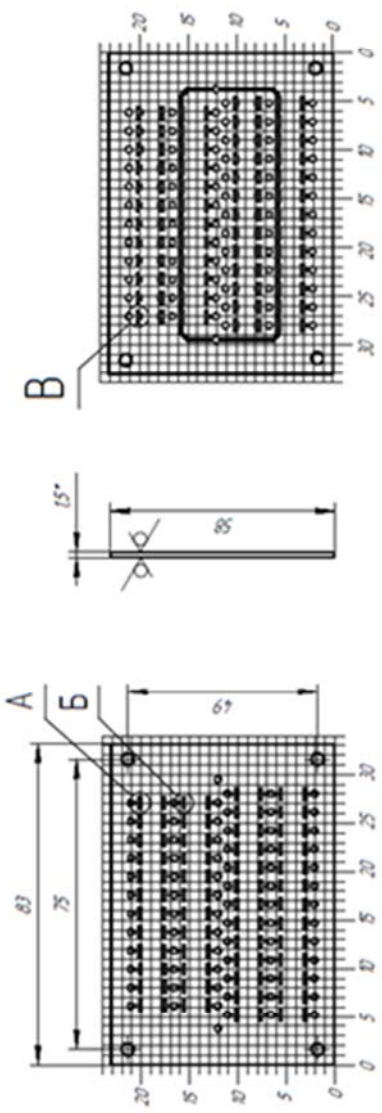
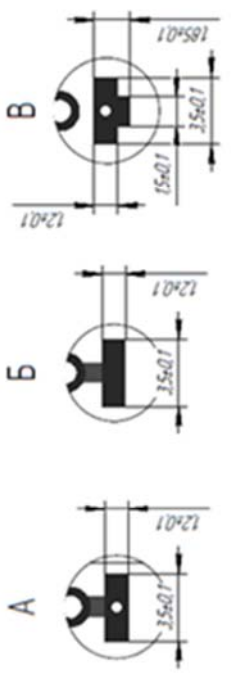


Таблица 1

Обозначение	Диаметр отверстия, мм	Размер контактной площадки, мм	Размер контактной площадки, мм	Количество отверстий
⊕	±0,25 ⁺⁰¹	±0,8 ⁺⁰¹	Да	4
⊙	±0,6 ⁺⁰¹	±1,0 ⁺⁰¹	Да	5
■	±0,8 ⁺⁰¹	См. А	Да	50
■	±0,8 ⁺⁰¹	См. Б	Да	
■	-	См. Б	-	-

- 1 Размер для справок
- 2 Шаг координатной сетки 2,5 мм
- 3 Размеры проводников соответствуют номинальным значениям Плата ЕГБА.758715.045
- 4 Контактные площадки покрыты ЛПС 61 ГОСТ 21931-75 серым цветом
- 5 Защитное лаковое покрытие желтого цвета XI-5011331 оставлен только для лапки
- 6 Оси для лапки должны соответствовать размерам и форме контактных площадок согласно таблице 1
- 7 Общие размеры по ГОСТ 30693-1 Н12, Н12, в П12/2




ЕГБА.758715.045		Лист	Листов	Углублен
Плата		12	2	11
Стеклопластиколит		Лист	Листов	1
FR-4, 35/35, 15 НМ		АО "НИИП"		
Контакты		Формат А3		

Приложение Б
Пример технических условий (частично)
на изделие ЭТ

УТВЕРЖДАЮ


Генеральный директор
АО "Первый"


_____ А.А. Иванов
«__» _____ 2015 г.

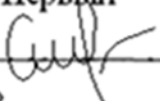
МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ
К1234АБ1В2

Технические условия Главного конструктора
АБВГ.654321.010ТУ ГК

Главный инженер – зам. Генерального
директора по развитию
АО "Первый"


_____ Н.Н. Петров
«__» _____ 2015 г.

Заместитель главного инженера
по основному производству –
начальник КТБ

АО "Первый"

_____ В.В. Сидоров
«__» _____ 2015 г.

2015

Справочн. №	Первичн. примен.
	АБВГ654321.010

Содержание

1 Общие положения.....	4
2 Технические требования.....	6
2.1 Требования к конструкции.....	6
2.2 Требования к электрическим параметрам и режимам.....	7
2.3 Требования к устойчивости при механических воздействиях.....	9
2.4 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.....	9
3 Контроль качества и правила приемки.....	10
3.1 Требования по обеспечению и контролю качества в процессе производства.....	10
3.2 Правила приемки.....	10
4 Методы испытаний и контроля.....	11
5 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.....	18
6 Указания по применению и эксплуатации.....	18
7 Гарантии предприятия-изготовителя.....	19
8 Перечень прилагаемых документов.....	19
9 Ссылочные нормативно-технические документы.....	35
Лист регистрации изменений.....	36

					АБВГ654321.010ТУ ГК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Микросхемы интегральные К1234АВ1В2 Технические условия Главного конструктора	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Алексеев	А.А.	2006	01.05.06		0	2	36
Пров.	Сергеева	С.С.	2006	01.05.06				
Н.контр.	Никитина	Н.Н.						
Утв.	Шилов	Ш.Ш.						

Настоящие технические условия Главного конструктора (далее – ТУ ГК) распространяются на микросхемы интегральные К1234АБ1В2 в пластмассовом корпусе (далее – микросхемы), изготавливаемые для широкого применения.

Микросхемы, выпускаемые по настоящим ТУ, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 18725 и требованиям, установленным в соответствующих разделах настоящих ТУ.

Микросхемы изготавливают в климатическом исполнении УХЛ, категория размещения 3.1 ГОСТ 15150.

					АБВГ.654321.010ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				3
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата

1 Общие положения

Термины и определения – по ГОСТ 17021 и ГОСТ 19480.

Перечень ссылочных нормативно-технических документов, на которые даны ссылки в ТУ, приведен в разделе 9.

1.1 Классификация. Условные обозначения

1.1.1 Классификация и система условных обозначений микросхем – по ОСТ 11 073.915.

1.1.2 Тип (типономиналы) поставляемых микросхем указан в таблице 1.

1.1.3 Обозначение микросхем при заказе и в конструкторской документации:
«Микросхема К1234АВ1В2 – АБВГ.654321.010ТУ ГК».

					АБВГ.654321.010ТУ ГК			Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			4		
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата	

Таблица 1 – Тип (типономиналы) поставляемых микросхем

Условное обозначение микросхемы	K1234AB1B2				
Основное функциональное назначение	Программируемая логическая интегральная схема с возможностью многократного измерения конфигурации				
Классификационные параметры в нормальных климатических условиях (буквенное обозначение, единица измерения)	<p>Напряжение питания, В 3,3 ± 0,3</p> <p>Диапазон температур окружающей среды, °С от минус 60 до плюс 100</p> <p>Число эквивалентных вентиляей 50 000</p> <p>Объем памяти, бит 20 480</p> <p>Количество логических элементов 2 880</p> <p>Количество триггеров 3 184</p> <p>Количество выводов, программируемых пользователем 176</p>				
Обозначение комплекта конструкторской документации	АБВГ.654321.010				
Обозначение габаритного чертежа	АБВГ.654321.010 ГЧ				
Условное обозначение корпуса	PQFP240				
Количество элементов в схеме электрической	5 400 000				
Группа типов (испытательная группа)	1				
АБВГ.654321.010ТУ ГК					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	5
Инов.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв.№	Инов.№ дубл.	Подп. и дата

2 Технические требования

2.1 Требования к конструкции

2.1.1 Микросхемы изготавливают по комплекту конструкторской документации, обозначение которой приведено в таблице 1.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры микросхем приведены на чертеже, обозначение которого указано в таблице 1.

Микросхемы предназначены для ручной сборки (монтажа) аппаратуры.

Требования ГОСТ 20.39.405 к микросхемам не предъявляются.

2.1.2 Масса микросхем не более 7,4 г.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				6
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата

2.2 Требования к электрическим параметрам и режимам

2.2.1 Электрические параметры микросхем при приемке и поставке должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Электрические параметры микросхем при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С	Примечание
		не менее	не более		
1	2	3	4	5	6
Выходное напряжение низкого уровня, В, $U_{CC} = 3,0 \text{ В}$, $U_{П} = 0,8 \text{ В}$, $U_{Н} = 2,2 \text{ В}$, $I_{OL} = 12 \text{ мА}$	U_{OL}	–	0,45	–60 ± 3 25 ± 10 100 ± 5	Контролируется по одному произвольному пользовательскому выходу
Выходное напряжение высокого уровня, В, $U_{CC} = 3,0 \text{ В}$, $U_{П} = 0,8 \text{ В}$, $U_{Н} = 2,2 \text{ В}$, $I_{OH} = -4 \text{ мА}$	U_{OH}	2,4	–		
Ток потребления, мА, $U_{CC} = 3,6 \text{ В}$, $U_{П} = 0 \text{ В}$, $U_{Н} = U_{CC}$	I_{CC}	–	15		–
Входной ток низкого уровня, мкА, $U_{CC} = 3,6 \text{ В}$, $U_{П} = 0 \text{ В}$	$I_{П}$	–10	–		Для пользовательских входов
Входной ток высокого уровня, мкА, $U_{CC} = 3,6 \text{ В}$, $U_{Н} = 5,5 \text{ В}$	$I_{Н}$	–	10		
Выходной ток в состоянии «Выключено», мкА, $U_{CC} = 3,6 \text{ В}$, $U_{П} = 0 \text{ В}$, $U_{Н} = 3,3 \text{ В}$, $U_{OH} = 5,5 \text{ В}$ $U_{CC} = 3,6 \text{ В}$, $U_{П} = 0 \text{ В}$, $U_{Н} = 3,3 \text{ В}$, $U_{OL} = 0 \text{ В}$	I_{OZ}	–25	25		Выходной ток буфера с третьим состоянием в состоянии «Выключено» для пользовательских входов-выходов

АБВГ.654321.010 ТУ ГК					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	7
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.
		Подп. и дата			

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Длительность тактового интервала межрегистровой пересылки, нс. $U_{CC} = 3,0 \text{ В}$, $U_{\text{П}} = 0 \text{ В}$, $U_{\text{И}} = U_{CC}$	t_{DRR}	–	17,2		–
Максимальная частота следования импульсов тактовых сигналов, МГц. $U_{CC} = 3,0 \text{ В}$, $U_{\text{П}} = 0 \text{ В}$, $U_{\text{И}} = U_{CC}$	$f_{\text{Сmax}}$	100	–	-60 ± 3 25 ± 10 100 ± 5	Контролируется на тестовой конфигурации 8-разрядного счетчика. Время нарастания и спада входного сигнала (t_1 , t_2) не более 3 нс

Микросхемы при всех допустимых значениях электрических режимов и внешних воздействующих факторов, указанных в настоящих ТУ, должны выполнять свои функции в соответствии с набором тестовых последовательностей, приведенных в программе и методике функционального контроля

АБВГ.654321.001ПМ. При использовании программы и методики функционального контроля АБВГ.654321.001ПМ учитывать таблицу 7.

2.2.2 Порядок подачи и снятия напряжений питания и входных сигналов на микросхемы должен быть следующим:

- подача нулевого потенциала на общий вывод микросхемы;
- подача входных напряжений в соответствии с необходимым режимом;
- подача напряжения на вывод питания.

Допускается одновременно подача напряжения на вывод питания и подача входных напряжений в соответствии с необходимым режимом.

Снятие напряжений питания и входных сигналов проводить в обратном порядке.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК		Лист 8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	

2.2.3 Значения предельно допустимых режимов эксплуатации в диапазоне рабочих температур среды должны соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Значения предельно допустимых режимов эксплуатации микросхем

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Предельно допустимый режим	
		не менее	не более
Напряжение питания, В	U_{CC}	3,0	3,6
Входное напряжение низкого уровня, В	U_{PL}	-0,2	0,8
Входное напряжение высокого уровня, В	U_{PH}	2,2	5,5
Выходной ток низкого уровня, мА	I_{OL}	-	12
Выходной ток высокого уровня, мА	I_{OH}	-4,0	-
Ёмкость нагрузки, пФ	C_L	-	100

2.2.4 Номинальное значение напряжения питания микросхем должно быть плюс 3,3 В.

Допустимое отклонение значения напряжения питания от номинального должно быть не более $\pm 0,3$ В.

Амплитудное значение напряжения пульсации должно быть не более 30 мВ.

2.3 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия по ГОСТ 18725, в том числе:

линейное ускорение 5000 (500) m/c^2 (g).

2.4 Требования к устойчивости при климатических воздействиях

2.4.1 Климатические воздействия по ГОСТ 18725, в том числе:

повышенная рабочая температура среды 100 °С;

повышенная предельная температура среды 125 °С;

пониженная рабочая температура среды минус 60 °С;

изменения температуры среды от минус 60 °С до 125 °С.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК		Лист 9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	

3 Контроль качества и правила приемки

3.1 Требования по обеспечению и контролю качества в процессе производства – по ГОСТ 18725.

3.2 Правила приемки – по ГОСТ 18725 с дополнениями и уточнениями, изложенными в настоящем пункте.

3.3 Приемочный уровень дефектности по группам: С-1 – 2,5 %, С-3 – 0,1 %.

3.4 Отгрузка производится по положительным результатам приемо-сдаточных испытаний.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				10
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата

4 Методы испытаний и контроля

4.1 Методы испытаний и контроля – по ГОСТ 18725 и ОСТ 073.013.

4.2 Общие положения

4.2.1 Параметры-критерии годности, их нормы, а также соответствующие режимы, условия и методы измерения приведены в таблице 4.

4.2.2 Методы измерений электрических параметров

4.2.2.1 Измерение (контроль) U_{OL} , U_{OH} проводят согласно ГОСТ 18683.1 (раздел 4) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении контроля U_{OL} , U_{OH} приведены на рисунке 2.

4.2.2.2 Измерение (контроль) I_{CC} проводят согласно ГОСТ 18683.1 (раздел 1) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении контроля I_{CC} приведены на рисунке 2.

4.2.2.3 Измерение (контроль) I_{IH} , I_{IL} проводят согласно ГОСТ 18683.1 (раздел 2) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении контроля I_{IH} , I_{IL} приведены на рисунке 2.

4.2.2.4 Измерение (контроль) I_{OZ} проводят согласно ГОСТ 18683.1 (раздел 5) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении контроля I_{OZ} приведены на рисунке 2.

4.2.2.5 Измерение (контроль) I_{OFF} проводят согласно ГОСТ 18683.1 (раздел 2) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1.

4.2.2.6 Измерение (контроль) t_{DDR} , f_{Cmax} проводят согласно ОСТ 11 073.944 (раздел 4, п. 4.2) в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме измерения, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении контроля t_{DDR} , f_{Cmax} приведены на рисунке 2.

t_{DDR} определяется как разность между временем установления входных данных относительно clk и временем установления входных данных относительно $clk2$.

Контроль f_{Cmax} проводят на тестовой конфигурации 8-разрядного счетчика методом функционального контроля на максимальной тактовой частоте 100 МГц.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				11
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата

4.2.2.7 Состав испытаний, деление состава испытаний на группы, виды испытаний, режимы и методы испытаний приведены в таблице 5.

Функциональный контроль микросхем проводят в соответствии с методом 500-7 ОСТ 11 073.013 в режимах и условиях, указанных в таблице 4, по схеме, приведенной на рисунке 1. Формы входных сигналов при проведении функционального контроля приведены на рисунке 2.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				12
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата		

Таблица 4 – Таблица норм и режимов измерения параметров и ФК микросхем при испытаниях

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С	Погрешность при измерении (контроле) параметров	Режим измерения								Номер пункта приложения	
		не менее	более			U _{CC} , В	U _П , В	U _{ОН} , В	U _Т , В	U _О , В	U _{ОЛ} , В	U _{ИН} , В	U _{ОЛ} , В		U _О , В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Выходное напряжение низкого уровня, В	U _{ОЛ}	-	0,45		$\pm(0,15+0,1A_x/A_0)$; A _x = 2 В	3,0	0,8	2,2	-	-	-	-	12	-	1, рис. 1, 2
2 Выходное напряжение высокого уровня, В	U _{ОН}	2,4	-	-60 ± 3 25 ± 3 100 ± 5	$\pm(0,15+0,1A_x/A_0)$; A _x = 8 В	3,0	0,8	2,2	-	-	-	-	-	-4	
3 Ток потребления, мА	I _{СС}	-	15		$\pm(0,2+0,1B_x/B_0)$; B _x = 80 мА	3,6	0	3,6	-	-	-	-	-	-	рис. 1, 2
4 Входной ток высокого уровня, мА	I _И	-	10		$\pm(0,2+0,1B_x/B_0)$; B _x = 20 мА	3,6	-	5,5	-	-	-	-	-	-	2, рис. 1, 2
5 Входной ток низкого уровня, мА	I _П	-10	-			3,6	0	-	-	-	-	-	-	-	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.654321.010 ТУ ГК				Лист
									13
Инв.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата				

Продолжение таблицы 4															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6 Выходной ток в состоянии «Выключено», мкА	I _{oz}	-25	25		±(0,2+0,1B _н /B _д); B _н = 80 мкА	3,6	0	3,3	-	5,5	-	-	-	-	3, рис. 1.2
						3,6	0	3,3	0	-	-	-	-	-	
7 Ток утечки при отключенном питании, мкА	I _{off}	-	22	-60 ± 3 25 ± 3 100 ± 5	1,2 нс	0	-	-	-	-	5,5	-	-	-	4, рис. 1.2
8 Длительность тактового интервала межрегистрационной пересылки, нс	t _{DRR}	-	17,2			3,0	0	3,0	-	-	-	-	0	0	рис. 1.2
9 Максимальная частота следования импульсов тактовых сигналов, МГц	f _{сmax}	100	-		±(1 % + 5 мВ)	3,0	0	3,0	-	-	-	-	0	0	5, рис. 1.2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.654321.010 ТУ ГК										Лист
															14
Инв.№ подл.		Подп. и дата			Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата						

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	Функциональный контроль	ФК	-	-60 ± 3 25 ± 3 100 ± 5	±(1%+5 мВ)	3,0	0	3,0	-	-	-	-	12	-4	рис. 1, 2
						3,6	0	3,6	-	-	-	-	12	-4	

Примечания

- 1 Контролируется по одному произвольному пользовательскому выводу.
- 2 Для пользовательских входов.
- 3 Выходной ток буфера с третьим состоянием в состоянии «Выключено» для пользовательских входов-выходов.
- 4 Контролируемые группы выводов: входы пользовательские и служебные, выходы, входы-выходы пользовательские и служебные.
- 5 Контролируется на тестовой конфигурации 8-разрядного счетчика (согласно п. 4.2.2.6). Время нарастания и спада входного сигнала (t_r , t_f) не более 3 нс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
								15
Инв.№ подл.	Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата			

Таблица 5 – Таблица приемо-сдаточных испытаний

Группа испытаний	Вид и последовательность испытаний	Порядковые номера параметров микросхем в соответствии с таблицей 4			Метод испытаний по ОСТ 11 073.013
		Перед испытанием	В процессе испытания	После испытания	
1	2				6
С-1	Проверка внешнего вида и маркировки	-	По образцам внешнего вида и их описанию	-	405-1.3
С-2	Проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров	-	Размеры по ГЧ	-	404-1
С-3	Проверка статических параметров (параметров постоянного тока), отнесенных к категории С, при: - нормальных климатических условиях - пониженной рабочей температуре среды - повышенной рабочей температуре среды	-	1-6	-	500-1
		-	1-6	-	203-1
		-	1-6	-	201-1.1

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
								16
Инв.№ подл.		Подл. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подл. и дата		

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6
С-3	Проверка динамических параметров (параметров перемного тока), отнесенных к категории С при нормальных климатических условиях Функциональный контроль при: - нормальных климатических условиях - повышенной рабочей температуре среды	-	8, 9 10 10	-	500-1 500-7 500-1 201-1.1

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	АБВГ.654321.010 ТУ ГК	Лист
						17
Инв.№ подл.	Подл. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подл. и дата	

5 Маркировка, упаковка, транспортирование, хранение

5.1 Маркировка – по ГОСТ 18725 и ГОСТ 30668.

5.2 Упаковка – по ГОСТ 23088.

5.2.2 Микросхемы упаковывают в потребительскую групповую и транспортную тару.

5.2.3 Маркировка тары – по ГОСТ 30668.

5.2.4 На потребительской групповой таре наносится слово «опытные».

5.2.5 На этикетке указывается слово «опытные».

5.3 Транспортирование

5.3.1 Транспортирование микросхем – по ГОСТ 23088.

5.4 Хранение – по ГОСТ 21493.

6 Указания по применению и эксплуатации

6.1 Указания по применению и эксплуатации микросхем – по ГОСТ 18725 с дополнениями и уточнениями, приведенными в настоящем разделе.

6.2 Назначение выводов приведено в таблице 7.

6.3 Изложение принципа работы микросхем приведено в техническом описании АБВГ.654321.005ТО, возможные схемы конфигурирования микросхем приведены в инструкции по программированию АБВГ.654321.010Д4. При использовании технического описания АБВГ.654321.005ТО и инструкции по программированию АБВГ.654321.010Д4 учитывать таблицу 7.

6.4 Выбор и определение допустимых значений параметров воздействующих факторов при производстве радиоэлектронной аппаратуры на интегральных микросхемах (требования к установке и приклейке микросхем, пайке) – в соответствии с требованиями ОСТ 11 073.063.

6.5 Перед конфигурированием микросхем необходимо обеспечить следующие условия:

- все выводы GND должны быть подключены к отрицательному выводу источника питания («общему»);

- все выводы VCC должны быть подключены к положительному выводу источника питания ($3,3 \pm 0,3$) В;

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				18
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№		Инв.№ дубл.		Подп. и дата

- все входы должны быть подключены к отрицательному или положительному выводу питания напрямую или через резисторы pull-up, pull-down, или к выходам других микросхем. При неопределенности выбора предпочтение следует отдавать отрицательному выводу источника питания;

- вывод TEST_MODE0 всегда должен быть подключен к отрицательному выводу источника питания, вывод TEST_MODE1 – к положительному выводу источника питания;

- подключение служебных выводов следует согласовывать с выбором режима конфигурирования в соответствии с инструкцией по программированию АБВГ.654321.010Д4. При использовании инструкции по программированию АБВГ.654321.010Д4 учитывать таблицу 7.

6.6 Для исключения помех при работе микросхемы в непосредственной близости (не далее 30 мм) от нее рекомендуется устанавливать по цепям питания фильтрующие конденсаторы.

6.7 Объединение входов/выходов между собой не допускается.

6.8 При ремонте аппаратуры и измерении параметров микросхем в контактирующих устройствах замену микросхем необходимо производить только при отключенных источниках питания.

7 Гарантии предприятия-изготовителя

7.1 До освоения на опытные образцы микросхем гарантию качества не распространяют.

8 Перечень прилагаемых документов

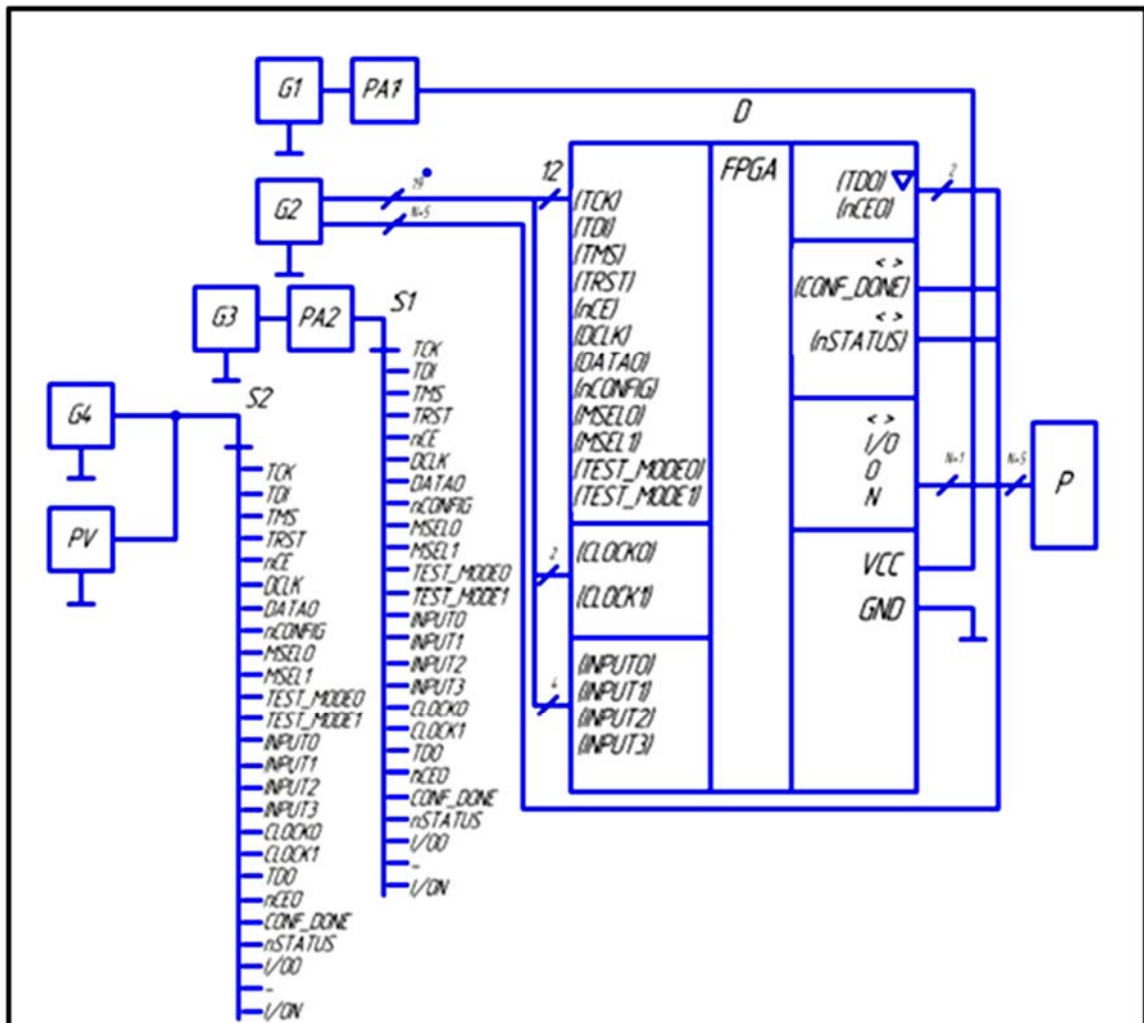
8.1 Габаритный чертеж АБВГ.654321.010ГЧ

8.2 Техническое описание АБВГ.654321.005ТО.

8.3 Программа и методика функционального контроля АБВГ.654321.001ПМ.

8.4 Инструкция по программированию АБВГ.654321.010Д4.

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			19
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	



- D – испытуемая микросхема;
 G1 – источник напряжения питания U_{CC} ;
 G2 – генератор тестовых сигналов и задания токов нагрузки на выводы микросхемы;
 G3 – источник постоянного напряжения;
 G4 – источник постоянного тока;
 PA1, PA2 – устройства контроля тока;
 PV – устройство контроля напряжения;

Рисунок 1 (лист 1) – Структурная схема включения микросхем K1234AB1B2 при проведении контроля статических, динамических параметров и функционального контроля в диапазоне температур

				АБВГ.654321.010 ТУ ГК		Лист 20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв.№ подл.		Подп. и дата		Взам. инв.№	Инв.№ дубл.	Подп. и дата

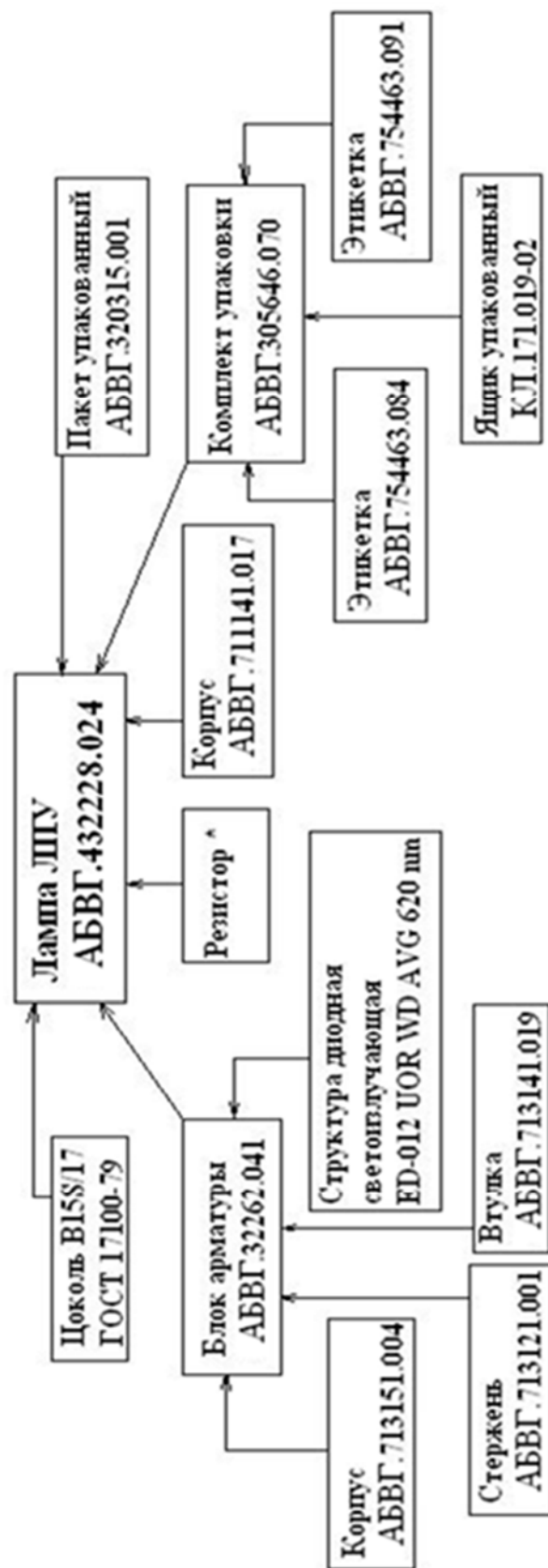
P – устройство контроля амплитудно-временных характеристик;
 S1, S2 – коммутационные устройства;
 VCC – номера выводов шины питания: для микросхем K1234AB1B2 – 5, 27, 36, 46, 57, 73, 86, 90, 103, 116, 130, 139, 149, 159, 169, 184, 197, 209, 217, 230;
 GND – номера выводов общей шины: 10, 22, 32, 41, 52, 66, 80, 94, 97, 110, 125, 135, 144, 154, 164, 174, 191, 204, 213, 224, 236;
 N = 176 для микросхем K5576XC1T2

Рисунок 1 (лист 2)

					АБВГ.654321.010 ТУ ГК			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				21
Изм. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Изм. № дубл.		Подп. и дата

Приложение В

Пример структурной схемы на изделие ЭТ



^{*} - MF-0,25-2,7 Ом (3,0; 3,3 Ом) - для ЛШУ - 01, 02, 03
MF-0,5-12 - для ЛШУ - 04 и 05

Приложение Г

Пример оформления маршрутной карты на изделие ЭТ

						2	1	
АО "Первый"						1234567. 1028800.00817		
тыс.шт.	Держатель АБВГ.301171.034						А	
В	Цех	Уч.	РМ	Номер	Наименование операции			
Г	Обозначение документа							
Д	% исп.	Наименование оборудования						
Е	Профессия					Разряд	Доплата	
Л	Код ОКП	Наименование детали, сбор. единицы или материала			ГОСТ/ТУ/МК			
Н						Ед изм	К исп.	
Н						Норма расх.		
Ж	1	Держатель АБВГ.301171.034						
Ж	2	Держатель АБВГ.301171.034-01						
	3	----- 100 -----						
	4	ЛНИОР	100	Вплавление изолятора в корпус				
В	5	7606104.6028000.01554						
Г	6	100	Электрошкаф сушильный СНОЛ-3,5х3,5х3,5/3,5 ОСТ 16.0.801.397-87					
Д/О	7	100	Стол монтажный СЖ4.099.003					
Д/О	8	Сборщик изделий электронной техники				3	4%	
Е	9	ЕГВА.1024100.00810 Корпус АБВГ.713312.095-01						
ЛЮ	10				шт	0,00	1000	
Н	11	ЕГВА.1024100.00809 Корпус АБВГ.713312.095						
ЛЮ	12				шт	0,00	1000	
Н	13	Изолятор ИС-1-1,7-0,45-16,4 Н ЕГВА.680222.005 ТУ						
Л/З	14				шт	0,00	1000	
Н	15	Паста припойная Авангард ППК-62-4-89А ТУ 1723-001-07518266-2009						
ЛЮ	16				г	0,00	1,2	
Н	17	Спирт этиловый технический высший сорт ГОСТ Р 55878-2013						
ЛЮ	18				л	0,00	0,02	
Н	19	Мадалолам отбеленный ГОСТ 29298-2005						
ЛЮ	20				м	0,00	0,01	
Н	21	Перчатки вязаные х/б одинарные ГОСТ 12.4.252-2013						
ЛЮ	22				н/н	0,00	0,00000	
Н	23	----- 200 -----						
Ж	24							
Ж	25	ЛНИОР	200	Измерение сопротивления изоляции между				
Ж	26	корпусом и изолятором						
Ж	27	7606104.6020300.01558						
Ж	28	100	Мегомметр Е6-24					
Ж	29	100	Стол монтажный СМ-3/А2М2.339.001					
Ж	30	Испытатель деталей и приборов				3	-	
Ж	31	Мадалолам отбеленный ГОСТ 29298-2005						
	32				м	0,00	0,01	
	33							
					Разработал	Кузнецов		
					Проверил	Михайлова		
					Утверждаю	Столяров		
					Н. контрол.	Иванова		
МК	Маршрутная карта							

						2	
АО "Первый"						1234567. 1028800.00817	
В	Цех	Уч.	РМ	Номер	Наименование операции		
Г	Обозначение документа						
Д	% исп.	Наименование оборудования					
Е	Профессия				Разряд	Доплата	
Л	Код ОКП	Наименование детали, сбор. единицы или материала			ГОСТ/ТУ/МК		
Н					Ед.изм.	К.исп.	
Д/О	1	----- 300 -----					
Д/О	2						
Е	3						
Л/О	4	ЛИОР	300	Защита изоляторов			
Н	5	7606104.6028800.01589					
	6	100	Стол монтажный СМ-4/А2М2.339.003				
	7	Заливщик компаундами			3	4%	
	8	Клей К-300-61 ОСТ В 6-06-5100-96					
В	9				кг	0,00	
Г	10	Мадалолам отбеленный ГОСТ 29298-2005				0,05	
Д/О	11				м	0,00	
Е	12						
Л/О	13						
Н	14						
Л/О	15						
МК		Маршрутная карта					

Приложение Д

Пример оформления операционной карты на изделие ЭТ

		ЕГВА.1018800.00005		3	1
ТУСУР				ЕГВА. 6010200.00729	
				А	
В	Наименование операции				
Г	Обозначение документа				
Д	Наименование оборудования				
Т	Наименование технологической оснастки				
Л	Наименование детали, сборочной единицы или материала				
Е	Профессия			Разряд	
О	Содержание операции (перехода)				
В	1	Измерение статических параметров (прямое напряжение, световой поток)			
	2				
Г	3	ЕГВА.045.042			
Г	4	ЕГВА.045.015			
Г	5	ЕГВА.045.121			
Г	6	ЕГВА.0020300.00002			
Г	7	СТО ЕГВА.029			
	8				
Д	9	Стоп приборный АМ4.135.009			
Д	10	Прибор измерения статических параметров АМ 2.650.059			
Д	11	Держатель светодиодов АМ4.816.116-01			
Д	12	Блок фотометрический ЕГВА.201111.012			
Д	13	Вольтметр В7-77			
	14				
Т	15	Устройство защитное от электростатических зарядов ПВАМ 3.594.000			
Т	16	Тара для приборов ФЫТТ 243.00.000			
Т	17	Браслет антистатический ZD-152			
	18				
Л	19	Мадаполам отбеленный ГОСТ 29298-2005			
Л	20	Спирт этиловый технический высший сорт ГОСТ Р 55878-2013			
Л/З	21	Спирт этиловый <u>ректификованный</u> из пищевого сырья ГОСТ 5962-2013			
	22				
Е	23	Измеритель электрофизических параметров			2
	24				
Ж	25	1 Подготовку рабочего места и организацию трудового процесса проводить в соответствии с ЕГВА.0020300.00002.			
Ж	26	2 Технологическую операцию осуществлять с соблюдением требований инструкций по охране труда ЕГВА.045.042 ИОТ, ЕГВА.045.015 ИОТ, ЕГВА.045.121 ИОТ.			
Ж	27	3 Требования к рабочему месту и работающему персоналу должны соответствовать требованиям СТО ЕГВА.003, класс чистоты 100000.			
Ж	28				
Ж	29				
Ж	30				
Ж	31				
О	32	1 Подготовить прибор к работе			
О	33	1.1 Убедиться по аттестационной бирке, что срок действия аттестации прибора не истек, в противном случае доложить мастеру.			
О	34				
О	35	1.2 Проверить номер приспособления.			
О	36	1.3 Установить переключатели в крайнее левое положение.			
О	37	1.4 Подсоединить фотометрический блок ЕГВА.201111.012 к гнезду «К.З.», соблюдая полярность.			
О	38				
О	39	1.5 Подсоединить держатель АМ4.816.116-01 и вольтметр В7-77 к гнездам			
О	40	СВЕТОДИОД» и ФОТОПРИЕМНИК соответственно.			
				Разработал	Петров
				Проверил	Смирнова
				Утвердил	Александров
				Н. контрол.	Семенов
ОКУ	Операционная карта универсальная				

		ЕГВА.1018800.00005		2
ТУСУР				ЕГВА. 6010200.00729
О	Содержание операции (перехода)			
О 1	1.6 Поставить ключ ИЗМЕРЕНИЕ в среднее положение.			
О 2	1.7 Подсоединить прибор к сети.			
О 3	1.8 Установить показания приборов на нулевое значение.			
О 4	1.9 Прогреть прибор 10-15 минут.			
О 5	1.10 Установить переключатель «И ГРУБО» в положение "0,5".			
О 6	1.11 Установить переключатель ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ в положение "5 В".			
О 7	1.12 Установить переключатель "I _{ткА} " в положение "100".			
О 8	2 Поместить тару с приборами в рабочую зону стола.			
О 9	3 Надеть устройство защитное ZD-152 и заземлить его.			
О 10	4 Перевести держатель АМ4.816.116-01 на шарнире в горизонтальное положение.			
О 11	5 Установить светодиод в держатель АМ4.816.116-01			
О 12	6 Поставить ключ ИЗМЕРЕНИЕ в положение ПРЯМОЕ.			
О 13	7 Проверить величину тока на светодиоде по амперметру М136.			
О 14	8 Держатель АМ4.816.116-01 перевести в вертикальное положение, тем самым совмещая его с отверстием фотометрического блока.			
О 15	9 Снять величину тока с фотоприемника по вольтметру В7-77 и величину прямого			
О 17	напряжения светодиода по вольтметру М136.			
Ж 18	Значение прямого напряжения не должно превышать 3,6 В, в противном случае			
Ж 19	считать прибор браком.			
О 20	10 По полученному значению тока фотоприемника, в соответствии с таблицей на			
О 21	рабочем месте, определить световой поток и группу, к которой относится данный			
О 22	светодиод и поместить его в соответствующую тару. Приборы, параметры которых			
О 23	не соответствуют требуемым значениям, поместить в тару для брака.			
Ж 24	1 Таблицу для оператора составляет технолог по прибору.			
Ж 25	2 Таблица обновляется после каждой аттестации фотоприемника.			
Ж 26	3 Световой поток рассчитывается по формуле:			
Ж 27	$\Phi = \frac{I \times 1000}{S}$			
Ж 28	, где			
Ж 29				
Ж 30	Φ - световой поток, Лм;			
Ж 31	S – чувствительность фотоприемника, мкА/Лм;			
Ж 32	I – ток фотоприемника, мА.			
О 33	11 Повторить пункты 4-10 для всей партии светодиодов.			
О 34	12 Снять устройство защитное ZD-152.			
О 35	13 Заполнить сопроводительный лист.			
О 36	14 Передать приборы и сопроводительный лист мастеру.			
О 37	15 Выключить тумблер "СЕТЬ на панели прибора.			
Ж 38	1 Разрешается использовать любой вольтметр, удовлетворяющий требованиям			
Ж 39	технологического процесса.			
Ж 40	2 Разрешается использовать любую металлическую тару для приборов.			
Ж 41				
Ж 42	ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ			
Ж 43				
Ж 44	При выполнении данной операции загрязнения окружающей среды не происходит.			
Ж 45				
ОКУ	Операционная карта универсальная			

		ЕГВА.1018800.00005		3																								
ТУСУР				ЕГВА. 6010200.00729																								
О	Содержание операции (перехода)																											
О 1	Таблица 1																											
О 2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Группа</th> <th>Световой поток, Лм (не менее)</th> <th>Ток фотоприемника, мА</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>50</td> <td>0,36</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>65</td> <td>0,468</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>71</td> <td>0,51</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>79</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>87</td> <td>0,626</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>95</td> <td>0,684</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>105</td> <td>0,756</td> </tr> </tbody> </table>				Группа	Световой поток, Лм (не менее)	Ток фотоприемника, мА	A	50	0,36	B	65	0,468	C	71	0,51	D	79	0,57	E	87	0,626	F	95	0,684	G	105	0,756
Группа					Световой поток, Лм (не менее)	Ток фотоприемника, мА																						
A					50	0,36																						
B					65	0,468																						
C					71	0,51																						
D					79	0,57																						
E					87	0,626																						
F					95	0,684																						
G					105	0,756																						
О 3																												
О 4																												
О 5																												
О 6																												
О 7																												
О 8																												
О 9																												
О 10																												
О 11	Примечание: чувствительность приемника 7,2 мкА/Лм																											
О 12																												
О 13																												
О 14																												
О 15																												
О 16																												
О 17																												
О 18																												
О 19																												
О 20																												
О 21																												
О 22																												
О 23																												
О 24																												
О 25																												
О 26																												
О 27																												
О 28																												
О 29																												
О 30																												
О 31																												
О 32																												
О 33																												
О 34																												
О 35																												
О 36																												
О 37																												
О 38																												
О 39																												
О 40																												
О 41																												
О 42																												
О 43																												
О 44																												
О 45																												
О 46																												
О 47																												
О 48																												
О 49																												
О 50																												
О 51																												
О 52																												
О 53																												
О 54																												
О 55																												
О 56																												
ОКУ	Операционная карта универсальная																											

Оглавление

Введение	3
1 ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ	4
1.1 Этапы жизненного цикла изделия.....	4
1.2 Структура производства изделий электронной техники.....	5
1.3 Модели организации работ по разработке изделий.....	8
1.4 Этапы разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание.....	9
1.5 Разработка документации, изготовление и испытания опытных образцов продукции	9
1.6 Литера комплекта технической документации	11
1.7 Подготовка и освоение производства	13
Вопросы для самоконтроля.....	15
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.....	16
2.1 Назначение технических условий и общие требования	16
2.2 Порядок разработки и обращения технических условий	17
2.3 Состав, построение и оформление технических условий	18
2.4 Обозначение и литера технических условий.....	25
Вопросы для самоконтроля.....	25
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.....	26
3.1 Основные термины, определения и нормативная документация	26
3.2 Виды изделий, на которые разрабатывается конструкторская документация	27
3.3 Графические и текстовые конструкторские документы.....	27
3.4 Классификация изделий и обозначение конструкторских документов	34
3.5 Стадии разработки и комплектность конструкторских документов	35
3.6 Чтение конструкторских документов	38
Вопросы для самоконтроля.....	47
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ИЗДЕЛИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ	48
4.1 Основные термины, определения и нормативная документация	48
4.2 Стадии разработки и виды технологических документов.....	49

4.3 Классификация изделий и обозначение технологических документов	58
Вопросы для самоконтроля	59
5 МАРШРУТНАЯ КАРТА И СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ	61
5.1 Основные термины, определения и нормативная документация	61
5.2 Виды маршрутных описаний технологии	62
5.3 Структурная схема на изделие	63
5.4 Структура маршрутной карты	65
5.5 Оформление разделов операций	68
5.6 Сопроводительный лист.....	71
Вопросы для самоконтроля	75
6 ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА.....	76
6.1 Основные термины, определения и нормативная документация	76
6.2 Разделы операционной карты.....	77
6.3 Состав операционной карты и правила заполнения.....	78
Вопросы для самоконтроля	85
7 ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	86
7.1 Основные термины, определения и нормативная документация	86
7.2 Классификация испытаний	87
7.3 Состав, последовательность и методики испытаний.....	91
Вопросы для самоконтроля	92
8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА	93
Вопросы для самоконтроля	97
Заключение.....	98
Литература	99
Приложение А. Пример рабочей конструкторской документации.....	102
Приложение Б. Пример технических условий (частично) на изделие ЭТ.....	120
Приложение В. Пример структурной схемы на изделие ЭТ	141
Приложение Г. Пример оформления маршрутной карты на изделие ЭТ.....	142
Приложение Д. Пример оформления операционной карты на изделие ЭТ.....	144