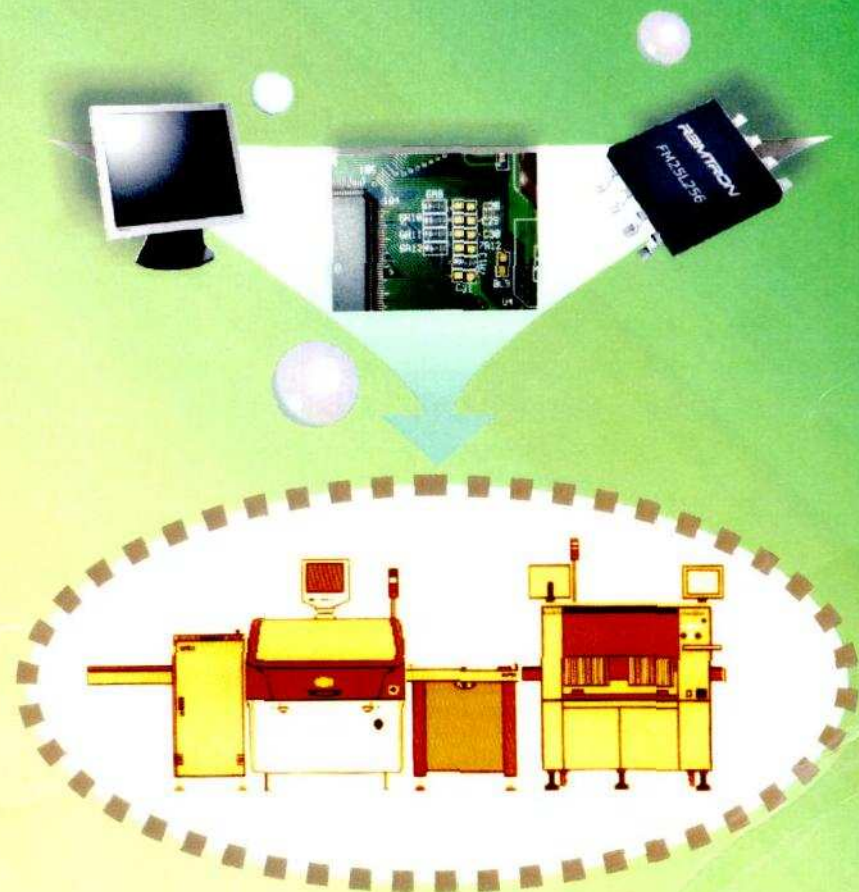


# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО РЭС



**ДИПЛОМНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

МИНСК БГУИР  
*Ми*

2006

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
**"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ"**

Кафедра электронной техники и технологии

## **Проектирование и производство РЭС**

*Дипломное проектирование*

Учебное пособие

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве  
учебного пособия для студентов специальности*

*"Проектирование и производство РЭС" высших учебных заведений*

**Минск БГУИР 2006**

УДК 621.396.6.002 (075.8)

ББК 32.844 я 73

П 79

**Рецензенты:**

кафедра лазерной техники и технологии Белорусского национального технического университета,  
ректор Минского государственного высшего радиотехнического колледжа,  
канд. тех. наук, профессор Н.А. Цырельчук

**П Проектирование** и производство РЭС. Дипломное проектирование: Учеб. пособие / А.П. Достанко, В.М. Бондарик, С.В. Бордусов, В.Л. Ланин и др., - Мн.: БГУИР, 2006. – 220 с.: ил.  
ISBN 985-444-991-2.

В пособии сформулированы основные задачи и тематика дипломного проектирования, даны характеристики основных видов дипломных проектов, указаны функции руководителей и консультантов дипломных проектов, приведены рекомендации по оформлению дипломных проектов, порядок подготовки проектов к защите и их защиты в ГЭК. Приведены цели и содержание технологического и нормативного контроля конструкторской и технологической документации, виды и правила оформления основных конструкторских и технологических документов, разрабатываемых в процессе дипломного проектирования. Рассмотрены особенности оформления технологических документов с применением различных пакетов САПР. Даны конкретные примеры оформления документов.

Пособие предназначено для студентов-дипломников, руководителей и консультантов дипломных проектов. Данное пособие может быть полезно студентам специальностей "Медицинская электроника", "Электронно-оптическое аппаратостроение", а также других родственных специальностей высших технических учебных заведений и колледжей.

**УДК 621.396.6.002 (075.8)**

**ББК 32.844 я 73**

**ISBN 985-444-991-2**

© Коллектив авторов, 2006

© БГУИР, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие требования к дипломному проекту.....	6
1.1 Задачи дипломного проектирования.....	6
1.2 Выбор тем дипломных проектов.....	6
1.3 Функции руководителя, консультантов и студента-дипломника.....	7
1.4 Работа над дипломным проектом.....	9
1.5 Отзыв и рецензия на дипломный проект.....	11
1.6 Защита дипломного проекта.....	12
2 Виды, тематика и содержание дипломного проектирования.....	15
2.1 Общие требования к содержанию и составу дипломного проекта.....	15
2.2 Дипломные проекты конструкторского вида.....	16
2.3 Дипломные проекты технологического вида.....	20
2.4 Дипломные проекты исследовательского вида.....	23
2.5 Дипломные проекты по разработке информационных технологий радиоэлектронных средств.....	25
2.6 Специальные разделы дипломных проектов.....	27
3 Структура и оформление пояснительной записки.....	28
4 Цели и содержание технологического контроля.....	33
5 Цели и содержание нормоконтроля.....	36
6 Виды и правила оформления конструкторских документов.....	40
6.1 Комплектность конструкторских документов.....	40
6.2 Особенности обозначения конструкторских документов.....	41
6.3 Правила оформления схем.....	46
7 Правила выполнения основных конструкторских документов.....	60
7.1 Правила оформления спецификаций.....	60
7.2 Требования к чертежам деталей.....	65
8 Особенности выполнения неосновных конструкторских документов.....	86
8.1 Чертеж общего вида.....	86
8.2 Габаритный чертеж.....	87
8.3 Сборочный чертеж.....	88
9 Оформление текстовых документов.....	105

10 Оформление технологической документации.....	115
10.1 Комплектность и назначение технологических документов.....	115
10.2 Общие правила оформления технологических документов.....	117
10.3 Оформление технологических документов общего назначения.....	120
10.4 Автоматизированное оформление технологических документов.....	128
Список использованных источников.....	146
Приложение А - Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта конструкторского вида.....	149
Приложение Б - Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта технологического вида.....	151
Приложение В - Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала при проектировании технологического оснащения.....	153
Приложение Г - Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида.....	155
Приложение Д - Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения радиоэлектронных средств.....	157
Приложение Ж - Пример оформления титульного листа дипломного проекта.....	159
Приложение К - Пример оформления аннотации к дипломному проекту.....	160
Приложение Л - Примеры некоторых классов классификатора ЕСКД.....	161
Приложение М - Буквенный код наиболее распространённых видов элементов.....	163
Приложение Н - Пример выполнения перечня элементов к схеме электрической принципиальной.....	166
Приложение П - Пример выполнения спецификации.....	169
Приложение Р - Материалы, наиболее часто применяемые при разработке РЭС.....	172
Приложение С - Материалы, используемые для изделий с электромонтажом.....	176
Приложение Т - Пример оформления чертежа печатной платы.....	177

Приложение У - Классы исполнения радиоэлектронных средств по условиям эксплуатации.....	178
Приложение Ф - Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов.....	180
Приложение Х - Пример оформления сборочного чертежа печатного узла.....	181
Приложение Ц - Пример заполнения титульного листа технологической документации.....	182
Приложение Ш - Пример заполнения маршрутной карты.....	183
Приложение Э - Классификация технологических операций.....	185
Приложение Ю - Коды условий и степени механизации труда.....	186
Приложение Я - Классификация профессий рабочих и служащих.....	187
Приложение Д - Пример заполнения технологической инструкции.....	189
Приложение Ж - Пример заполнения карты эскизов.....	190
Приложение Q - Пример заполнения ведомости оснастки.....	191
Приложение W - Пример заполнения ведомости технологических документов.....	192
Приложение Z - Пример заполнения комплектовочной карты.....	193

# **1 Общие требования к дипломному проекту**

## **1.1 Задачи дипломного проектирования**

Дипломный проект является квалификационной работой выпускника. По уровню выполнения дипломного проекта и результатам его защиты перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) делается заключение о возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Основными задачами дипломного проектирования являются:

- систематизация, закрепление, углубление и применение знаний, полученных в процессе обучения, для решения инженерно-технических или научно-исследовательских задач в соответствии с темой дипломного проекта;
- развитие навыков самостоятельного проведения работ в области разработки, испытания, ремонта и технологии радиоэлектронных средств (РЭС);
- совершенствование приемов разработки и выполнения технической документации, отражающей принятые конструкторско-технологические решения;
- развитие навыков планирования и обработки результатов научных исследований, имеющих прикладной характер.

Целями дипломного проектирования являются выработка навыков по самостоятельному принятию профессиональных решений с учетом их социальных и экологических последствий, умение выделять научное знание из поступающей информации, получение знаний о месте и роли своей профессиональной деятельности в экономической и социальной жизни общества.

## **1.2 Выбор тем дипломных проектов**

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и культуры.

Тематика дипломных проектов и их руководители определяются выпускающей кафедрой и утверждаются советом факультета. При определении тематики следует учитывать конкретные задачи в данной области подготовки. Общий перечень тем дипломных проектов ежегодно обновляется и доводится до сведения студентов в установленном вузом порядке.

Темы дипломных проектов и их руководители утверждаются приказом ректора по представлению декана факультета. В случае необходимости изменения или уточнения темы дипломного проекта декан факультета на основании представления кафедры возбуждает ходатайство о внесении соответствующих изменений в приказ ректора.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Темы дипломных проектов предлагаются преподавателями, научными работниками профилирующей кафедры, а также специалистами предприятий, где планируется дальнейшая работа студентов. При выборе темы дипломного проекта, предложенной кафедрой, студент, как правило, проходит преддипломную практику в одной из лабораторий кафедры. Студент может предложить свою тему дипломного проекта, обосновав предварительно целесообразность выполнения данной темы.

Рекомендуется выбирать темы дипломных проектов на основе совокупности фундаментальных, общенаучных, общепрофессиональных и специальных знаний в соответствии с видом последующей профессиональной деятельности:

- разработка перспективных РЭС с использованием новейших достижений радиоэлектроники, микроэлектроники, информатики и компьютерных технологий;
- исследование и разработка технологических процессов изготовления новых РЭС;
- проведение научных исследований в области разработки новых перспективных РЭС;
- разработка методического, программного и информационного обеспечения РЭС.

### ***1.3 Функции руководителя, консультантов и студента-дипломника***

Руководителями дипломных проектов назначаются лица из профессорско-преподавательского состава данного вуза, как правило, профессора и доценты, а также научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты данного вуза и других учреждений и предприятий.



В соответствии с темой руководитель дипломного проекта выдает студенту задание на практику по сбору материала к дипломному проекту. Одновременно студенту выдается задание на дипломный проект, составленное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания работы. Это задание вместе с проектом представляется в ГЭК.

Дипломный проект выполняется студентом в течение промежутка времени, отведенного для этого учебным планом по специальности. Рекомендуется включить в этот промежуток времени также время нахождения студента на преддипломной практике.

Руководитель дипломного проекта обязан:

- составить и своевременно выдать задание на дипломный проект;
- оказать студенту помощь в разработке календарного плана-графика на весь период выполнения дипломного проекта;
- рекомендовать студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта;
- проводить систематические, предусмотренные планом-графиком беседы со студентом, давать студенту консультации, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;
- контролировать ход выполнения работы и нести ответственность за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта;
- составить отзыв о дипломном проекте.

По предложению руководителя дипломного проекта в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта за счет лимита времени, отведенного на руководство дипломным проектом. Консультантами по отдельным разделам дипломного проекта могут назначаться профессора и преподаватели высших учебных заведений, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий.

В дипломный проект, как правило, включают специальные разделы по экономике, охране труда и экологической безопасности с назначением консультантов из числа профессоров и преподавателей соответствующих кафедр высшего учебного заведения. Они проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят свою подпись на титульном листе.

Выпускающая кафедра для каждого дипломника назначает консультанта по специальности, который проводит технический контроль проекта с целью проверки соблюдения в разрабатываемых изделиях установленных технических норм и требований и выявления наиболее рациональных способов изготовления изделий.

Студент обязан до начала преддипломной практики выбрать тему дипломного проекта у соответствующего руководителя. В процессе выполнения дипломного проекта необходимо получить задание по экономике, охране труда и экологической безопасности у соответствующих консультантов.

При выполнении дипломного проекта студент-дипломник должен придерживаться календарного графика, в срок представлять необходимые материалы консультанту по специальности для проведения текущих проверок и консультаций по теме дипломного проекта. В случае систематического нарушения студентом графика дипломного проектирования консультант может ходатайствовать перед выпускающей кафедрой об отчислении данного студента.

После окончания дипломного проектирования студент-дипломник обязан представить пояснительную записку (можно в расшитом виде) и графическую часть комплектно со всеми подписями руководителя и консультантов нормоконтролеру, назначенному распоряжением по кафедре, для проведения нормоконтроля. После проведения нормоконтроля студент-дипломник должен пройти предварительную защиту на рабочей комиссии, рецензирование и в назначенный секретарем ГЭК день явиться для защиты дипломного проекта перед ГЭК.

#### ***1.4 Работа над дипломным проектом***

Работа над дипломным проектом выполняется студентом, как правило, непосредственно в вузе с представлением ему определенного места в аудитории для дипломного проектирования. По отдельным темам дипломный проект может выполняться на предприятии, в организации, в научных и проектно-конструкторских и других учреждениях.

За принятые в дипломном проекте решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент - автор дипломного проекта.

Перед началом выполнения дипломного проекта студент должен выбрать его тему и подать соответствующее заявление секретарю ГЭК, разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и после одобрения руководителем предъявить на утверждение заведующему выпускающей кафедрой.

В начале дипломного проектирования проводится преддипломная практика, в течение которой студент-дипломник осваивает прикладные программы для расчета, анализа и оптимизации проектирования РЭС. Изучает действующую на предприятии нормативно-техническую документацию в области проектирования, производства и эксплуатации РЭС, требования к разработке конструкций РЭС и конкретные конструкторские разработки РЭС. Производит формирование и анализ материалов для выполнения дипломного проекта. Во время прохождения преддипломной практики студентом должен быть проведен литературный и патентный поиск по теме дипломного проекта, а также разработан план-проспект дипломного проекта.

План-проспект дипломного проекта включает наименование всех разделов дипломного проекта с кратким описанием их содержания, список литературы, используемой в процессе дипломного проектирования, а также перечень графического материала с указанием форматов чертежей.

Примерный календарный график работы над дипломным проектом:

1 Выбор тем дипломных проектов и оформление заявлений	<i>до 5 января</i>
2 Оформление приказа на темы дипломных проектов	<i>до 30 января</i>
3 Организационное собрание по преддипломной практике	<i>до 3 февраля</i>
4 Преддипломная практика	<i>4 февраля – 31 марта</i>
5 Получение индивидуальных заданий у консультантов	<i>до 1 апреля</i>
6 Проведение проверок хода выполнения дипломного проектирования:	
- 1-я проверка (2-3 пункта ПЗ и 1-2 пункта графической части)	<i>18 – 22 апреля</i>
- 2-я проверка (следующие 2-3 пункта ПЗ и 1-2 пункта графической части)	<i>8 - 12 мая</i>
- 3-я проверка (следующие 3-4 пункта ПЗ и 2-3 пункта графической части)	<i>24 - 31 мая</i>

7 Нормоконтроль	<i>с 25 мая</i>
8 Рабочая комиссия	<i>с 30 мая</i>
9 Получение рецензии	<i>1-14 июня</i>
10 Защита дипломных проектов	<i>с 16 июня</i>
11 Вручение дипломов	<i>до 3 июля</i>

Задание должно быть оформлено в течение первых двух недель от начала дипломного проектирования.

### **1.5 Отзыв и рецензия на дипломный проект**

Законченный дипломный проект, подписанный студентом и консультантами, предъявляется руководителю, который составляет на него отзыв.

В отзыве руководителя дипломного проекта должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень решенности поставленной задачи;
- соблюдение студентом графика дипломного проектирования;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способность студента к инженерной или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Дипломный проект и отзыв руководителя представляются на рабочую комиссию, которая заслушивает сообщение студента по дипломному проекту, определяет соответствие дипломного проекта заданию, выясняет готовность студента к защите.

Допуск студента к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту.

Если заведующий кафедрой на основании выводов рабочей комиссии не считает возможным допустить студента к защите, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта. При отрицательном заключении кафедры протокол заседания представляется через декана факультета на утверждение ректору, после чего студент информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта.

Дипломный проект, допущенный выпускающей кафедрой к защите, направляется заведующим кафедрой на рецензию.

Рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой не позднее одного месяца до защиты из числа профессорско-преподавательского состава других кафедр и вузов, специалистов производства и научных учреждений.

В рецензии должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень соответствия дипломного проекта заданию;
- логичность построения пояснительной записки;
- наличие по теме дипломного проекта критического обзора литературы, включая патенты и авторские свидетельства, его полнота и последовательность анализа;
- полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных выражений и данных;
- наличие аргументированных выводов по результатам проекта;
- практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны дипломного проекта;
- замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту и стилю изложения материала;
- соответствие графической части требованиям стандартов ЕСКД, ЕСТД;
- оценка дипломного проекта: “отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно”, “неудовлетворительно”.

Рецензент имеет право затребовать у студента - автора дипломного проекта дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы. Студент должен быть ознакомлен с рецензией до защиты проекта на ГЭК.

### **1.6 Защита дипломного проекта**

Порядок защиты дипломного проекта определяется Положением о Государственных экзаменационных комиссиях.

Перед защитой дипломного проекта в ГЭК представляются:

- дипломный проект (работа);
- отзыв руководителя дипломного проекта;
- рецензия на данный дипломный проект специалиста производства, научного учреждения или вуза;
- справка о реальном использовании результатов дипломного проектирования (если имеется).

К защите дипломного проекта допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план, включая сдачу государственных экзаменов, если они предусмотрены учебным планом.

В ГЭК могут представляться и другие материалы, характеризующие научную и практическую значимость выполненного дипломного проекта, перечень публикаций и изобретений студента, характеристика его участия в научной, организационной, общественной и других видах работ, не предусмотренных учебным планом.

Защита дипломных проектов проводится на открытом заседании ГЭК с участием не менее половины состава комиссии. Форма защиты дипломного проекта - доклад. Длительность доклада - 10-15 минут. В докладе должны быть отражены актуальность темы дипломного проектирования, основные разделы дипломного проекта с подтверждением графическим материалом, экономика, охрана труда и экологическая безопасность, выводы и рекомендации по дипломному проекту.

Защита дипломных проектов, содержание которых не может быть вынесено на общее обсуждение, проводится в порядке, установленном для данного вуза.

После доклада выпускник отвечает на вопросы членов ГЭК. Вопросы могут касаться как темы выполненного проекта, так и носить общий характер в пределах дисциплин специальности и специализации, изучаемой на протяжении обучения в вузе. После членов ГЭК с разрешения председателя вопросы могут задавать все присутствующие на защите. Затем выступает рецензент или зачитывается его рецензия. На имеющиеся замечания рецензента выпускник должен дать аргументированные ответы. После этого выступает со своим отзывом руководитель дипломного проекта или при его отсутствии зачитывается отзыв.

Защита заканчивается представлением выпускнику заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения проекта.

После окончания защиты дипломных проектов ГЭК продолжает свою работу на закрытой части заседания, на которой с согласия председателя комиссии могут присутствовать руководители и рецензенты дипломных проектов. В ходе закрытого заседания члены ГЭК:

- оценивают результаты защиты дипломных проектов оценками “отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно”, “неудовлетворительно”;
- рекомендуют выдать диплом о высшем образовании с отличием или без отличия;
- ходатайствуют о рекомендации в аспирантуру и магистратуру.

Оценка за выполнение и защиту дипломного проекта принимается большинством членов ГЭК открытым голосованием.

Студентам, не защищавшим дипломного проекта по уважительной причине (документально подтвержденной), ректором вуза может быть удлинен срок обучения до следующего периода работы ГЭК по защите дипломных проектов, но не более одного года. Студенты, не сдавшие экзамены на выпускном курсе или не защитившие дипломный проект по уважительной причине, допускаются к защите дипломного проекта в течение трех лет после окончания вуза.

## **2 Виды, тематика и содержание дипломного проектирования**

### **2.1 Общие требования к содержанию и составу дипломного проекта**

В зависимости от приоритета задачи, решаемой в дипломных проектах, их можно подразделить на следующие виды: конструкторские, технологические, исследовательские, а также проекты по разработке информационных технологий РЭС. Допускается комбинированный вид дипломного проекта из вышеперечисленных.

По форме организации процесса дипломного проектирования проекты делят на индивидуальные и коллективные (групповые).

При индивидуальном дипломном проектировании каждый студент самостоятельно работает над темой и заданием на проектирование.

В процессе коллективного проектирования группа студентов по добровольному принципу объединяется во временный творческий коллектив. Такой коллектив разрабатывает комплекс взаимосвязанных между собой научно-технических или научно-исследовательских задач, объединенных единым замыслом. При этом каждый студент получает задание на проектирование. Во временном творческом коллективе может назначаться ведущий проекта из числа наиболее подготовленных студентов, причем его кандидатуру выдвигают сами студенты. При коллективном проектировании требуются достаточно четкое разделение и организация труда исполнителей. Название темы коллективного (группового) дипломного проекта состоит, как правило, из двух частей: общего названия темы и названия подтемы, разрабатываемой в рамках дипломного проекта каждым студентом.

Тематика дипломного проектирования должна соответствовать современному состоянию и перспективам развития проектирования РЭС, отвечать по своему содержанию решению задач, изложенных в разделе 1, и должна позволить студенту:

– проявить качества специалиста, способного самостоятельно осуществлять конструкторское и технологическое проектирование РЭС, их составных частей;



– ставить и решать задачи, связанные с проектированием, монтажом, техническим обслуживанием и ремонтом РЭС, а также их производством в условиях промышленных предприятий;

– применять для решения поставленных задач ЭВМ, методы автоматизированного проектирования и современный математический аппарат анализа и принятия решений (вероятностно-статистические методы, моделирование, оптимизацию и т.д.).

В обоснованных случаях допускается замена дипломного проекта дипломной работой. Однако для этого требуется решение ректора университета, которое принимается по представлению декана факультета на основании решения профилирующей кафедры. Дипломная работа, как правило, предполагает большой объем проведенных по конкретной тематике исследований либо решение теоретических вопросов проектирования РЭС. В дипломной работе в обязательном порядке присутствует расчетно-графическая часть.

## **2.2 Дипломные проекты конструкторского вида**

В дипломных проектах данного вида решаются задачи по разработке или усовершенствованию (модернизации) РЭС или функциональных частей (блоков, субблоков и т.п.), входящих в их состав, а также разработке устройств для обеспечения производства, ремонта и обслуживания РЭС. Разработка или модернизация конструкций выполняется на уровне эскизного или технического проекта с дальнейшим отображением принятых решений в конструкторской документации (чертежах).

Примерами тем дипломных проектов данного вида могут быть:

- устройства и блоки измерительной аппаратуры;
- электронное технологическое оборудование;
- электронно-вычислительная аппаратура для производства, контроля, испытаний, настройки блоков и устройств РЭС;
- устройства управления специальным технологическим оборудованием с применением мини- и микроЭВМ, микропроцессоров;
- вычислительные устройства робототехнических систем, гибких автоматизированных производств и средства их сопряжения с исполнительными механизмами;

– интерфейсы "общая шина", узлы и блоки технических средств САПР РЭС (координатографов, графопостроителей, дисплеев, печатающих устройств, установок компьютерной томографии и т.д.);

– устройства группового управления пультами;

– лазерные устройства отображения информации;

– устройства регистрации и считывания графической и алфавитно-цифровой информации в РЭС;

– устройства взаимодействия разработчиков в процессе проектирования;

– устройства распознавания графической и символьной информации;

– устройства считывания трехмерной информации для ЭВМ и т.д.

В проектах данного вида задание на проектирование должно касаться той части устройства, которая является объектом проектирования в соответствии с формулировкой темы дипломного проекта либо которая выделена для детальной конструкторской проработки в случае, если тема сформулирована достаточно широко. Задание на проектирование должно включать:

– назначение и объект установки разрабатываемого изделия, его связь с другими частями устройства, внешней средой и человеком-оператором;

– электрические параметры с указанием наиболее характерных данных для проектируемого изделия;

– вид источника электрического питания (сеть, генератор, аккумулятор и т.п.), его напряжение и стабильность;

– эксплуатационные характеристики: режим и характер работы изделия (непрерывный, циклический и т.д.), требования устойчивости проектируемого изделия к различным видам воздействий (диапазон рабочих температур, относительная влажность, частотный диапазон и уровень вибраций и т.д.);

– основные конструктивные характеристики (форма, габариты, масса);

– требования к основным качественным показателям проектируемого изделия (точности и стабильности выходных параметров, надежности, стоимости и др.);

– планируемую программу выпуска проектируемого изделия в год или указание о типе производства (массовое, крупносерийное и т.д.);

- ограничения на применяемые материалы, комплектующие элементы, технологические процессы и т.п., накладываемые условиями производства на конкретном предприятии;

- специальные требования, специфичные для проектируемого изделия и не оговоренные выше.

В проектах данного вида основное внимание при проектировании должно быть уделено следующим вопросам:

- литературному и патентному обзору по теме проекта;
- анализу исходных данных и разработке технического задания на проектирование изделия;

- выбору электрической схемы изделия с расчетом и синтезом отдельных блоков;

- выбору, обоснованию и оптимизации пассивных и активных комплектующих элементов, материалов для конструкции проектируемого изделия, вида монтажа;

- выбору, обоснованию и оптимизации конструкторского исполнения изделия в целом, способов защиты его от воздействия дестабилизирующих факторов (температуры, вибрации и т.п.) в частности;

- обеспечению технико-экономических и эксплуатационных требований, требования технической эстетики и эргономики;

- детальной проработке основных конструктивных элементов изделия (печатные платы, несущие конструкции, элементы защиты от воздействующих факторов и т.п.) и разработке необходимой конструкторской документации;

- конструкторским расчетом по оценке совместимости изделия с объектом установки, внешней средой и человеком, а также расчетам, подтверждающим пригодность изделия к производству и эксплуатации с учетом экономических показателей;

- технологической проработке изделия или его частей (деталей, сборочных единиц) на основе применения типовых технологических процессов (разработке технологического маршрута сборки, технологических инструкций по регулировке, поверке, настройке, ремонту, методики поиска неисправностей и т.д.).

Конструкторская проработка проектируемого изделия должна быть достаточно полной и всесторонней. Конструкторское исполнение изделия (электрическая схема, алгоритмы работы, форма, компоновочная схема, габариты), используемые активные и пассивные элементы, материалы, способы защиты от воздействующих факторов, эстетическое исполнение и т.д. должны быть выбраны на основе детального рассмотрения хотя бы нескольких альтернативных вариантов. В качестве конечного варианта должен быть выбран не только тот, который отвечает требованиям задания на проектирование, а лучший (оптимальный или близкий к оптимальному) с точки зрения важнейших технико-экономических показателей проектируемого устройства, безопасных приемов сборки и монтажа, экологических аспектов.

Конструкторские расчеты и оптимизация должны сопровождать выбор и обоснование конструкторских решений на всех этапах конструкторского проектирования изделия, начиная от анализа исходных данных на проектирование и кончая оценкой качественных показателей.

В общем случае могут быть следующие инженерные расчеты:

- электрические расчеты схемы и отдельных ее блоков с целью определения электрических и динамических параметров и характеристик элементов, мощности тепловых потерь, коэффициентов нагрузки, частотных характеристик устройства, устойчивости системы и других параметров, необходимых для оценки работы РЭС в различных режимах и проведения конструкторских расчетов;

- компоновочных характеристик изделия и его составных частей (печатных плат);

- теплового режима; параметров радиаторов охлаждения мощных полупроводниковых приборов; вибропрочности и виброизоляции изделия;

- точности и стабильности выходных параметров функционально законченных частей изделия с учетом технологического разброса и эксплуатационного ухода первичных параметров;

- показателей надежности с учетом электрического режима работы элементов и условий их эксплуатации в составе проектируемого изделия;

- точности и прочности отдельных механических узлов;

- технологических показателей изделия.

Из-за ограниченности времени дипломного проектирования уделить внимание всем указанным конструкторским расчетам даже в случае несложной функциональной части не всегда представляется возможным. В этих случаях необходимо уделить внимание **четырем - пяти расчетам**, важнейшим для проектируемого изделия, с обязательным включением в этот перечень хотя бы одного электрического расчета схемы и отдельных ее частей.

В приложениях к дипломному проекту данного вида необходимо размещать распечатки программ и результатов расчетов, полученных с помощью ЭВМ, комплект технологической документации (титульный лист, технологические инструкции, маршрутная технология и т.п.).

Графическая часть дипломного проекта должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1:

- схемы электрические структурные, функциональные, принципиальные - 1-2 л. формата А1;
- сборочный чертеж устройства - 1-2 л. формата А1;
- сборочные чертежи отдельных узлов (печатной платы, датчиков, преобразователей и т.п.) - 1-3 л. формата А1;
- чертежи деталей - 1-2 л. формата А1;
- технологические схемы, демонстрационные материалы - 1-3 л. формата А1.

Графическую часть дипломного проекта рекомендуется разрабатывать с помощью пакетов САПР (PCAD, AutoCAD, T-FLEX и др.) и графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visiopro и др.).

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта конструкторского вида приведен в приложении А.

### **2.3 Дипломные проекты технологического вида**

Если в дипломном проекте преобладают задачи технологического плана, то такой проект относится к проекту технологического профиля. В проектах технологического профиля предусматривается решение задач, связанных с проектированием оптимальных высокоэффективных и экономичных технологических процессов производства РЭС и их составных частей на базе совре-

менной науки и техники с использованием средств микроэлектроники, автоматизации и механизации, гибких автоматизированных производств, с разработкой специального технологического оборудования и оснастки для выполнения операций технологического процесса.

В дипломных проектах технологического профиля должна отражаться специфика технологии элементов, сборочных единиц и устройств РЭС, учитывающая влияние технологических факторов на их конструктивные и электрические выходные характеристики.

Объектами технологических дипломных проектов могут быть:

- высокопроизводительные методы изготовления, сборки, монтажа, наладки, контроля и испытаний блоков и устройств РЭС;
- технологические процессы изготовления сборочных единиц и блоков мини- и микроЭВМ, микросборок, БГИС и БИС частного применения;
- автоматизированные технологические процессы сборки и монтажа устройств РЭС;
- технологические процессы изготовления поверхностного монтажа;
- высокопроизводительное технологическое оборудование и оснастка для изготовления, сборки, монтажа, контроля, наладки, испытаний и ремонта устройств РЭС.

Задание на проектирование при выполнении дипломных проектов технологического вида должно включать:

- выходные параметры изделия либо технические характеристики устройства;
- требуемую точность достижения выходных параметров (допуски), допустимый процент брака;
- комплект конструкторской документации на изделие для разработки технологического процесса его изготовления;
- планируемую программу выпуска изделия в год или указание о типе производства (массовое, крупносерийное и т.д.);
- данные об уровне технологичности изделия;
- данные о параметрах предполагаемого участка для реализации техпроцесса;

- специальные требования, специфичные для проектируемого технологического процесса и не оговоренные выше.

В проектах данного вида основное внимание при проектировании должно быть уделено следующим вопросам:

- литературному и патентному обзору по теме проекта;
- анализу исходных данных и разработке технического задания на проектирование технологического процесса;
- разработке технологической схемы сборки и маршрутного технологического процесса (рассматривается 2-3 варианта);
- выбору стандартного технологического оборудования и оснастки;
- проектированию специального технологического оснащения с разработкой конструкции оборудования (оснастки) и его составных частей;
- исследованию разработанного технологического процесса с целью определения оптимальных технологических режимов;
- разработке средств механизации и автоматизации производства;
- обеспечению технико-экономических и эксплуатационных требований, выполнения требований техники безопасности.

Графическая часть дипломного проекта должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1:

- схему технологического процесса - 1 л. формата А1;
- сборочный чертеж изделия (чертеж детали) - 1-2 л. формата А1;
- сборочный чертеж специальной технологической оснастки - 1-2 л. формата А1;
- чертежи деталей оснастки - 1-2 л. формата А1;
- планировка участка сборки – 1 л. формата А1;
- технологические схемы, демонстрационные материалы - 1-3 л. формата А1.

Графическую часть дипломного проекта рекомендуется разрабатывать с помощью пакетов САПР (PCAD, AutoCAD, T-FLEX и др.) и графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visioprog и др.).

Примеры оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта технологического вида и

дипломного проекта при проектировании технологического оснащения приведены в приложениях Б и В.

## **2.4 Дипломные проекты исследовательского вида**

Дипломные проекты этого вида могут быть посвящены теоретическим и (или) экспериментальным исследованиям новых технических и технологических решений, характеристик приборов и устройств РЭС, технологических датчиков и преобразователей, способам защиты элементов и устройств от воздействия нагрузок различной физической природы, разработке и исследованию методов ускоренной оценки качества и надежности устройств и др.

Темами дипломных проектов исследовательского вида могут быть:

- построение физической и (или) математической модели воздействия РЭС на объекты;
- построение физической и (или) математической модели функционирования РЭС;
- исследование характеристик РЭС различного назначения;
- исследование температурной устойчивости интегральных микросхем;
- оценка резонансных свойств элементов (плат) при различных способах их закрепления;
- прогнозирование работоспособности РЭС, предназначенных для работы в специфических и экстремальных условиях;
- исследование процесса металлизации печатных плат;
- исследование технологии изготовления интегральных схем;
- исследование процесса лазерной (ИК излучением, парофазной) пайки;
- исследование процесса монтажа блоков РЭС.

В проектах исследовательского вида задание на проектирование должно отражать следующие данные:

- об исследуемых объектах (типах устройств, элементов и т.п.);
- для выполнения исследований (характеристики исследуемых методов, процессов; уровни и продолжительность воздействующих факторов; критерии оценки эффективности; ограничения, накладываемые на модель воздействия РЭС на объект, и т.д.).



Студенту, выполняющему проект исследовательского вида, необходимо уделить внимание:

- актуальности темы;
- анализу состояния вопроса по периодической и патентной литературе и обоснованию задач для исследований;
- теоретическим исследованиям (теоретическому рассмотрению предмета исследований: стойкости, устойчивости, работоспособности и т.п.);
- разработке оснащения для проведения исследований;
- планированию и проведению экспериментальных исследований;
- обработке (как правило, с использованием ЭВМ) результатов экспериментальных исследований;
- разработке рекомендаций (методик) по использованию полученных результатов на практике (при проектировании или эксплуатации).

Графическая часть дипломного проекта должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1, которые чаще всего оформляются в виде плакатов:

- алгоритмы и схемы исследований - 1-3 листа формата А1;
- графические зависимости и установленные аналитические закономерности - 1-3 листа формата А1;
- схемы электрические и чертежи общего вида экспериментальных установок - 1-3 листа формата А1;
- сборочные чертежи и чертежи оригинальных деталей, разработанных для проведения исследований, - 1-2 листа формата А1.

Графическую часть дипломного проекта данного направления рекомендуется разрабатывать с помощью графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visiopro и др.) и пакетов САПР (PCAD, AutoCAD и др.).

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида приведен в приложении Г.

## **2.5 Дипломные проекты по разработке информационных технологий радиоэлектронных средств**

Дипломные проекты данного профиля могут быть посвящены разработке методов, алгоритмов и программных средств для РЭС, а также автоматизации схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования РЭС.

Темами дипломного проекта данного профиля могут быть разработки:

- алгоритмов и программного обеспечения к РЭС;
- алгоритмов и программного обеспечения, моделирующих работу РЭС;
- баз данных систем хранения, обработки и передачи информации различного назначения;
- программно-аппаратных средств передачи и обработки сигналов и данных;
- алгоритмов и программных средств для подключения результатов оригинальных конструкторских расчетов к существующим пакетам САПР РЭС;
- программных средств подготовки данных для управления отечественным оборудованием на базе результатов проектирования зарубежных пакетов САПР РЭС.

Задание на дипломное проектирование может включать следующее:

- характеристику объекта применения результатов, которые предполагается получить;
- показатели для оценки эффективности принятых решений;
- тип вычислительного устройства и требования к его ресурсам;
- операционные системы, под управлением которых должны выполняться разрабатываемые программные средства;
- форматы данных для связи с РЭС;
- языки программирования, с помощью которых должны быть реализованы разработанные алгоритмы;
- требования к интерфейсу пользователя разрабатываемых программных средств;
- тип канала передачи (хранения) информации;
- теоретические методы, положенные в основу разрабатываемых алгоритмов.

Студенту, выполняющему проект по разработке информационных технологий РЭС, необходимо уделить внимание:

- актуальности темы;
- анализу состояния вопроса по периодической и патентной литературе и обоснованию задач для проектирования;
- формализации поставленной задачи;
- разработке алгоритмов работы проектируемой системы;
- разработке программного обеспечения к системе с анализом заданных форматов данных, выбором языка программирования, разработкой программного интерфейса, удобного интерфейса пользователя и т.п.;
- описанию работы разработанного программного обеспечения: его установке, алгоритму работы, примеру использования;
- разработке электрической схемы устройств сопряжения с ЭВМ и обработки информации;
- выбору, обоснованию и оптимизации комплектующих элементов, материалов, конструкторского исполнения изделия, вида монтажа;
- обеспечению технико-экономических и эксплуатационных требований, требований технической эстетики и эргономики;
- конструкторским расчетам по оценке совместимости изделия с объектом установки, внешней средой и человеком, а также расчетам, подтверждающим пригодность изделия к производству и эксплуатации с учетом экономических показателей;
- разработке необходимой конструкторской документации;
- исследованию характеристик разрабатываемых информационных технологий РЭС;
- разработке рекомендаций по использованию полученных результатов на практике (при проектировании или эксплуатации РЭС).

Графическая часть дипломного проекта данного направления, как правило, выполняется с помощью пакетов САПР (PCAD, AutoCAD, T-FLEX и др.), графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visiopro и др.) и должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1:

- алгоритмы работы программ и отдельных модулей - 1-3 листа формата А1;

- сведения о структуре данных и программ - 1-2 листа формата А1;
- макеты рабочего окна программ в различных режимах работы - 1-2 листа формата А1;
- результаты опытной апробации программ - 1-2 листа формата А1;
- схемы электрические структурные, функциональные, принципиальные устройства связи РЭС с ЭВМ - 1-3 листа формата А1;
- сборочный чертеж устройства или чертеж общего вида - 1-2 листа формата А1;
- сборочные чертежи отдельных узлов - 1-2 листа формата А1.

Данный вид дипломных проектов рекомендуется выполнять творческим коллективом: один студент-дипломник разрабатывает программную часть, а другой - аппаратную. При индивидуальной разработке информационных технологий рекомендуется больше внимания уделять аппаратной части: детально прорабатывать конструкцию и электрические схемы устройств сопряжения с ЭВМ и датчиков.

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения РЭС приведен в приложении Д.

## ***2.6 Специальные разделы дипломных проектов***

К специальным разделам дипломных проектов относят охрану труда и экологическую безопасность, экономику. Объем этих разделов определяется темой проекта и устанавливается руководителем проекта по согласованию с консультантом по соответствующему разделу. Консультант дает общую формулировку задач по охране труда и экономике, подлежащих решению в дипломном проекте, уточняет эти задачи и оказывает помощь студенту в их решении.

Студенту следует помнить, что вопросы охраны труда и экономики должны "пронизывать" основные проектные решения, а безопасность (безвредность) и экономичность наряду с технико-экономическими показателями должны быть критериями выбора окончательных конструкторских решений.

### **3 Структура и оформление пояснительной записки**

Дипломный проект состоит из двух частей: пояснительной записки, комплектов конструкторских документов и другого графического и (или) иллюстративного материала (плакатов).

Общими требованиями к пояснительной записке к дипломному проекту являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключая неоднозначность толкования, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов. Пояснительная записка к дипломному проекту должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел проекта, содержать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение варианта и сопровождаться иллюстрациями: графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п. В тех случаях, когда в проектах содержатся сложные математические расчеты, для их проведения, как правило, применяется электронно-вычислительная техника.

Пояснительная записка к дипломному проекту комплектуется в следующем порядке:

- титульный лист;
- задание;
- аннотация;
- содержание;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости),
- введение;
- основная часть;
- заключение (выводы);
- список используемых источников;
- приложения (при необходимости).

#### ***3.1 Титульный лист***

На титульном листе должны быть приведены следующие сведения: наименование высшего учебного заведения, где выполнен диплом; фамилия, имя, отчество автора; название дипломного проекта, город и год (приложение

Ж).

Название проекта должно определять область проведенных проектных или исследовательских работ, быть по возможности кратким и точно соответствовать содержанию. В названии дипломного проекта следует (по возможности) избегать использования усложненной узкоспециальной терминологии. Не рекомендуется начинать название дипломного проекта со слов: "Изучение процесса...", "Исследование некоторых путей...", "Разработка и исследование...", "К вопросу..." и т.п., в которых не отражаются в должной мере суть рассматриваемой проблемы, завершенность работы, нет достаточно ясного определения ее цели и результатов.

### ***3.2 Задание***

Задание на дипломное проектирование составляется совместно с руководителем дипломного проекта и оформляется на специальном бланке. Примеры содержания задания на дипломное проектирование приведены в приложениях А - Д.

### ***3.3 Аннотация***

Аннотация состоит из заголовка, перечня ключевых слов и текста.

В заголовке приводятся слово индекс УДК; фамилия, имя, отчество автора; название дипломного проекта; год написания, количество страниц.

Ключевые слова (до 15) даются в именительном падеже, печатаются в строку, через запятые.

Текст аннотации должен отражать объект и предмет проектирования или исследования, цель работы, метод исследования и аппаратуру, полученные результаты и их новизну, степень использования или рекомендации по использованию, область применения.

Изложение материала в аннотации должно быть кратким и точным. Необходимо использовать стандартизованную терминологию, избегать непривычных терминов и символов. Пример выполнения аннотации приведен в приложении К.

### ***3.4 Содержание***

Содержание включает в себя названия структурных частей ПЗ дипломного проекта ("Перечень условных обозначений", "Введение", "Разделы", "Заключение", "Список использованных источников", "Приложения"), названия всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых раз-

мещается начало материала соответствующих частей ПЗ. Содержание дается вначале, так как это дает возможность сразу увидеть структуру работы.

### ***3.5 Перечень условных обозначений, символов, терминов***

Если в ПЗ к дипломному проекту принята специфическая терминология, а также употребляются малораспространенные сокращения, новые символы, обозначения и т.п., то их перечень может быть представлен в ПЗ в виде отдельного списка, помещаемого перед введением.

Перечень должен располагаться столбцом, в котором слева (в алфавитном порядке) приводят, например, сокращение, справа — его детальную расшифровку.

Если в ПЗ специальные термины, сокращения, символы, обозначения и т.п. повторяются менее трех раз, перечень не составляют, а их расшифровку приводят в тексте при первом упоминании.

### ***3.6 Введение***

Введение - вступительная, начальная часть ПЗ дипломного проекта. В ней дается общая оценка состояния научной, производственной, социальной или иной сферы деятельности человека, общества или природы, где находится избранный студентом-дипломником объект проектирования или исследования. При необходимости дается исторический экскурс, очерчивается круг проблем, нуждающихся в изучении, определяется направление исследования дипломника. Введение, как правило, - короткий раздел до 3 страниц.

### ***3.7 Основная часть***

Основная часть ПЗ содержится в разделах, в которых даются: обзор литературы по теме и выбор направления проектирования или исследований, изложение общей концепции и основных методов проектирования или исследований, описание экспериментальной части, применяемого оборудования и техники эксперимента, основные конструкторские и иные расчеты, выполненные в работе теоретические и (или) экспериментальные исследования, анализ и обобщение результатов проектирования и исследований.

В обзоре литературы студент-дипломник дает очерк основных этапов в развитии научной мысли по рассматриваемой проблеме. Сжато, критически осветив работы предшественников, он должен назвать те вопросы, которые остались неразрешенными, и, таким образом, определить свое место в решении проблемы (задачи).

Желательно закончить обзор кратким резюме о необходимости проведения исследований в данной области или проектирования устройства и определить предмет своего исследования или проектирования.

При изложении общей концепции и основных методов исследований дается теоретическое обоснование предлагаемых методов, алгоритмов решения задач, излагается их суть, дается обоснование выбора принятого направления исследования. Излагаются принципы действия и характеристики разработанной аппаратуры, оценки погрешностей измерений.

В разделах ПЗ с исчерпывающей полнотой излагается собственная разработка или исследование дипломника с выявлением того нового, что он вносит в разработку проблемы (задачи). Автор дипломного проекта должен давать оценку достижения цели и полноты решения поставленных задач, оценку достоверности полученных результатов, их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований по конкретному вопросу. По каждому разделу пояснительной записки делаются выводы.

Весь порядок изложения в ПЗ должен быть подчинен цели проектирования, сформулированной автором. Логичность построения и целеустремленность изложения основного содержания достигается только тогда, когда каждый раздел имеет определенное целевое назначение и является базой для последующих.

В ПЗ следует сжато, логично и аргументировано излагать содержание и результаты проектирования; избегать обилия общих слов, бездоказательных утверждений, тавтологии, неоправданного увеличения объема ПЗ.

При написании ПЗ к дипломному проекту студент-дипломник обязан давать ссылки на авторов и источники, из которых он заимствует материалы или отдельные результаты. Цитирование допускается только с обязательным использованием кавычек. Не допускается компилятивный пересказ текста и отдельных предложений других авторов.

### ***3.8 Заключение***

В этом разделе должны содержаться основные результаты проектирования и выводы, сделанные на их основе.

### ***3.9 Список использованных источников***



Список должен содержать перечень источников информации, на которые в ПЗ приводятся ссылки.

### ***3.10 Приложения***

При необходимости в приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты восприятия дипломного проекта, оценки его практической значимости:

- спецификации и перечни элементов разработанной КД;
- исходные тексты программ ЭВМ с комментариями, краткое их описание в соответствии с ЕСПД (Единая система программной документации), распечатки контрольных примеров, экраны пользовательского интерфейса, иллюстрации вспомогательного характера.

При оформлении пояснительной записки необходимо руководствоваться требованиями и ограничениями, предъявляемым к текстовым конструкторским документам (ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96 и др.).

Объем пояснительной записки не должен превышать 110 страниц рукописного текста.

## 4 Цели и содержание технологического контроля

Проектирование изделия - одна из самых творческих сфер деятельности человека. На конструкторе и технологе лежит наибольшая ответственность за качество изделия, так как оно, прежде всего, обеспечивается качеством конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации. Для обеспечения необходимых качественных характеристик изделия на различных этапах проектирования проводится технологический и нормоконтроль.

### **Цели технологического контроля:**

- обеспечение соблюдения в разрабатываемых изделиях установленных технических норм и требований;
- выявление наиболее рациональных способов изготовления изделий с учетом современного уровня развития данной отрасли техники и технологии, эксплуатации и ремонта изделия;
- достижение в разрабатываемых изделиях заданных показателей технологичности;
- выявление наиболее рациональных способов изготовления изделий с учетом заданного объема выпуска, требования которого должны быть отражены в конструкторской документации.

Технологическому контролю, согласно ГОСТ 14.206-73, подвергаются все чертежи рабочей документации: чертежи деталей, сборочные чертежи, а также схемы сборки и технологические планировки, а также пояснительная записка.

Содержание контроля зависит от стадии разработки конструкторской и технологической документации.

1) На стадии разработки **технического предложения** проверяется правильность выбора варианта конструкции в соответствии с требованиями технологичности.

2) На стадии **эскизного проекта** проверяются:

- правильность выбора принципиальной схемы конструкции, обеспечивающей простоту компоновки изделия и заданную технологичность;
- рациональность конструктивных решений с точки зрения простоты изготовления;

- обеспечение преемственности конструкции;
- правильность расчленения изделия на составные части, обеспечивающие удобство обслуживания, монтажа и регулирования;
- установление номенклатуры основных марок материалов и соответствие этих марок установленному перечню;
- возможность применения рациональных методов обработки для наиболее сложных деталей.

3) На стадии **технического проекта** проверяются:

- возможность проведения сборки и контроля изделия и его основных частей независимо и параллельно;
- возможность исключения или доведения до минимума механической обработки при сборке, удобство и доступность мест сборки;
- возможность обеспечения необходимой взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей;
- выбор элементов конструкции сборочных единиц с точки зрения их технологичности.
- оптимальность номенклатуры контролируемых параметров, а также методов и средств их контроля;
- возможность применения стандартизированных методов выполнения и контроля;
- все пункты, проверяемые на стадии "эскизный проект", если эта стадия проектирования не выполнялась.

4) На стадии **рабочей документации** проверяются:

- все данные, указанные для технического проекта;
- технологичность деталей в зависимости от технологичности сборочных единиц;
- технологичность сборки как изделия в целом, так и его составных частей;
- технологичность механически обрабатываемых, литых, штампуемых и термически обрабатываемых деталей;
- возможность разделения сборочной единицы на составные части, сборку которых целесообразно производить параллельно;
- наличие сборочных баз;
- удобство сборки и разборки;

– возможность уменьшения количества и объема пригоночных операций.

Конструкторские документы должны предъявляться на технологический контроль комплектно. Для каждой стадии разработки комплектность КД устанавливается соответствующими стандартами.

Документам технического предложения присваивается литера «П», эскизного проекта – «Э», технического проекта – «Т», рабочей документации опытного образца – «О», «О<sub>1</sub>» («О<sub>2</sub>» - при необходимости), серийного производства – «А» («Б» - при необходимости). Конструкторской документации на изделия разового изготовления присваивают литеру «И».

## 5 Цели и содержание нормоконтроля

### **Цели нормоконтроля:**

- соблюдение в разрабатываемых изделиях норм и требований, установленных в государственных, отраслевых, республиканских стандартах и стандартах предприятий;
- правильность выполнения документов в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и единой системой технологической документации (ЕСТД);
- достижение в разрабатываемых изделиях высокого уровня стандартизации и унификации;
- рациональное использование установленных ограничительных номенклатур стандартизованных изделий, конструктивных форм, марок материалов, профилей и размеров проката и т. п.

Содержание нормоконтроля зависит от вида проверяемых документов.

#### 5.1 Для КД всех видов проверяются:

- соответствие обозначения, присвоенного конструкторскому документу, установленной системе обозначений по ЕСКД;
- комплектность документов;
- правильность выполнения основной надписи;
- правильность примененных сокращенных слов;
- наличие и правильность ссылок на стандарты и другие нормативно-технические документы.

#### 5.2 Для технического задания и технического предложения проверяются:

- все, что указано в пункте 5.1;
- соответствие основных параметров проектируемого изделия стандартам, характеристикам, утвержденной типоразмерной номенклатуре изделий и т.п., соответствие технических показателей требованиям к качеству, методов испытания стандартам и другим нормативно-техническим документам; степень стандартизации и унификации проектируемого изделия и возможности расширения этих показателей.

5.3 Для текстовых документов (пояснительные записки, технические описания и др.) проверяются:

- все, что указано в пунктах 5.1 и 5.2;
  - соблюдение требований на текстовые конструкторские документы (ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106 -96);
  - соответствие показателей и расчетных величин нормативным данным.
- 5.4 Для ведомостей и спецификаций проверяются:
- данные, указанные в пунктах 5.1 и 5.3;
  - соблюдение форм ведомостей и спецификаций;
  - соблюдение правил заполнения (ГОСТ 2.108-68);
  - правильность наименований и обозначений изделий и документов, записанных в ведомости и спецификации;
  - возможность сокращения применяемой номенклатуры стандартизованных и покупных изделий;
  - соответствие применяемых типоразмеров стандартизованных и покупных изделий установленным ограничительным номенклатурам.
- 5.5 Для чертежей всех видов проверяются:
- данные, указанные в пункте 5.1;
  - выполнение чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД на форматы, масштабы, изображения, нанесение размеров и т.п.;
  - рациональное использование конструктивных элементов, материалов, проката, видов допусков и посадок и выявление возможностей объединения близких по размеру и сходных по виду и назначению элементов.
- 5.6 Для чертежей сборочных, общих, монтажных и габаритных проверяются:
- данные, указанные в пунктах 5.1 и 5.5;
  - правильность нанесения номеров позиций;
  - соблюдение требований ЕСКД на упрощенные и условные изображения элементов конструкции.
- 5.7 Для чертежей деталей проверяются:
- данные, указанные в пунктах 5.1 и 5.5;
  - соблюдение требований ЕСКД на условные изображения деталей, на обозначение шероховатости поверхностей, термообработки, простановки предельных отклонений размеров и т. п.;
  - возможность замены оригинального конструктивного исполнения детали стандартизованным;

- возможность использования ранее спроектированных деталей;
- соблюдение установленных ограничительных номенклатур конструктивных элементов, допусков, посадок, марок материалов, профилей проката и т.п.

#### 5.8 Для схем проверяются:

- данные, указанные в пунктах 5.1 и 5.5;
- соответствие условных графических обозначений элементов требованиям ЕСКД;
- соответствие наименований, обозначений и количества элементов, указанных на схеме, данным, приведенным в перечнях;
- использование типовых схем.

#### 5.9 Для комплекта ТД проверяются:

- комплектность документов, их обозначение в соответствии с ГОСТ 3.1201-85, соответствие форм документов требованиям ЕСТД;
- правильность заполнения основной надписи в соответствии с ГОСТ 3.1103-82, нумерации листов документов, нумерации технологических операций, оформления титульного листа;
- соответствие информации, вносимой в документы из конструкторских документов, способа изложения технологического процесса (ТП) типу ТП по его описанию, стадий разработки документов по ГОСТ 3.1102-81, записи наименований технологических операций и записи переходов установленным стандартам ЕСТД;
- наличие необходимых подписей, фамилий и дат;
- возможность замены единичного ТП типовым;
- соблюдение ограничительной нормативно-технической документации (НТД) на оборудование, оснастку, материалы, профили и размеры проката.

#### 5.10 Для ТД, содержащих текст, разбитый на графы, проверяются:

- данные, указанные в пункте 5.9;
- правильность заполнения граф с учетом применения классификаторов технико-экономической информации, действующих на предприятии;
- правильность записи принятых величин;
- правильность применяемых сокращений;
- соответствие записи информации примерам заполнения соответствующих документов;
- правильность заполнения граф в виде дроби;

– правильность записи наименований материалов, заготовок, оборудования и оснастки;

– наличие записи в документах требований безопасности труда.

5.11 Для технологических текстовых документов проверяются:

– данные, указанные в пунктах 5.9 и 5.10;

– соответствие документов требованиям ГОСТ 2.105-95.

5.12 Для технологических графических документов проверяются:

– данные, указанные в пунктах 5.9 и 5.10;

– соответствие документов требованиям ГОСТ 3.1105-81;

– оформление эскизов, схем и таблиц в соответствии с требованиями ЕСКД;

- правильность условных обозначений опор по ГОСТ 3.1107-81.

5.13 Для ТД, направляемых для обработки содержащейся информации средствами вычислительной техники, проверяются:

– данные, указанные в пунктах 5.9 и 5.10;

– правильность заполнения граф, обведенных двойной утолщенной линией.

5.14 Для документов, разработанных в системе автоматизированного проектирования, проверяются данные, указанные в пунктах 5.9, 5.10 и 5.12.

Нормоконтроль является завершающим этапом разработки конструкторской и технологической документации. Все документы следует предъявлять на нормоконтроль комплектно при наличии всех подписей лиц, ответственных за содержание и выпуск документов, в соответствии с порядком, установленным в организации. Нормоконтролер в проверяемых документах наносит карандашом условные пометки в местах, где имеются ошибки. Сделанные пометки после исправления ошибок снимает **нормоконтролер** при повторной проверке документов и расписывается в соответствующей графе основной надписи.



## 6 Виды и правила оформления конструкторских документов

### 6.1 Комплектность конструкторских документов

В ходе дипломного или курсового проектирования разрабатываются графические (чертежи, схемы, графики) и текстовые (спецификации, перечни элементов, эксплуатационные инструкции, технические условия и т.д.) КД. Комплект КД определяет состав и устройство проектируемого изделия и содержит данные, необходимые для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. В соответствии с ГОСТ 2.102-68 КД подразделяют на определенные виды (таблица 6.1).

Таблица 6.1 - Номенклатура конструкторских документов  
(по ГОСТ 2.102-68)

Шифр КД	Вид документа
1	2
–	Чертеж детали
СБ	Сборочный чертеж
ВО	Чертеж общего вида
ТЧ	Теоретический чертеж
ГЧ	Габаритный чертеж
МЭ	Электромонтажный чертеж
МЧ	Монтажный чертеж
УЧ	Упаковочный чертеж
–	Схемы
–	Спецификация
ВС	Ведомость спецификаций
ВД	Ведомость ссылочных документов
ВП	Ведомость покупных изделий
ВИ	Ведомость согласования применения покупных изделий
ДП	Ведомость держателей подлинников
ПТ	Ведомость технического предложения
ЭП	Ведомость эскизного проекта
ТП	Ведомость технического проекта

Продолжение таблицы 6.1

1	2
ПЗ	Пояснительная записка
ТУ	Технические условия
ТО	Технические описания
ПМ	Программа и методика испытаний
ТБ	Таблицы
РР	Расчеты
Д	Документы прочие
ПФ	Патентный формуляр
–	Документы эксплуатационные
–	Документы ремонтные
КУ	Карта технического уровня и качества
И	Инструкция

В объеме одного или даже нескольких дипломных, а тем более, курсовых проектов, невозможно представить полный комплект КД на изделие. Поэтому состав и объем КД необходимо согласовывать с руководителем и преподавателем-консультантом для каждого конкретного случая.

Для оценки способности самостоятельно проектировать изделия наибольший интерес представляет рабочая КД, которая включает принципиальные схемы и сборочные чертежи с перечнем элементов и спецификациями, чертежи деталей.

Мелкие форматы детализировок выполняются, как правило, на одном целом листе формата А1 без его разрезания (это касается и всех остальных графических документов). В качестве дополнительного поясняющего материала в состав дипломного проекта могут быть включены чертежи общих видов, габаритные чертежи, схемы различных видов и типов.

## **6.2 Особенности обозначения конструкторских документов**

Виды конструкторской и технологической документации весьма разнообразны. При их разработке необходимо в первую очередь использовать соот-

ветствующие комплексы стандартов. Ниже приводятся рекомендации по применению тех или иных положений ЕСКД и ЕСТД при выполнении технической документации дипломных и курсовых проектов.

ГОСТ 2.101-68 устанавливает виды при разработке конструкторской документации. Стадии разработки КД установлены ГОСТ 2.103-68; виды КД – ГОСТ 2.102-68, 2.701-84, 2.601-68. Виды технологических документов и стадии их разработки устанавливает ГОСТ 3.1102-81.

При разработке КД и ТД в дипломных и курсовых проектах документации следует присваивать литеру "О" или, в обоснованных случаях, литеры "О<sub>1</sub>", "А".

Большое значение имеет система обозначения. Быстро разыскать чертеж, правильно распределить документы по исполнителям изделия, внести изменение в чертеж, или заменить его и многое другое - все это требует хорошо продуманной системы обозначений.

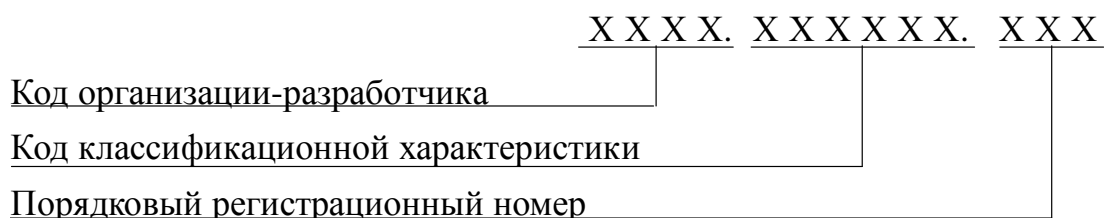
Единая обезличенная классификационная система обозначения изделий и их конструкторских документов устанавливается ГОСТ 2.201-80.

Обозначения изделиям и конструкторским документам должны быть присвоены централизованно или децентрализованно. Централизованное присвоение обозначений должны осуществлять организации, которым это поручено министерством, ведомством, в пределах объединения, отрасли. Децентрализованное присвоение обозначений должны осуществлять организации-разработчики.

Конструкторские документы сохраняют присвоенное им обозначение независимо от того, в каких изделиях они применяются, причем эти обозначения записывают без сокращений и изменений, за исключением случаев, предусмотренных ГОСТ 2.113-75. Если КД выполнен на нескольких листах, его обозначение должно быть указано на каждом листе.

Деталям, на которые не выпущены чертежи согласно ГОСТ 2.109-73, присваиваются самостоятельные обозначения по общим правилам.

Согласно ГОСТ 2.201-80, структура обозначения изделия и основного конструкторского документа должна быть следующей:



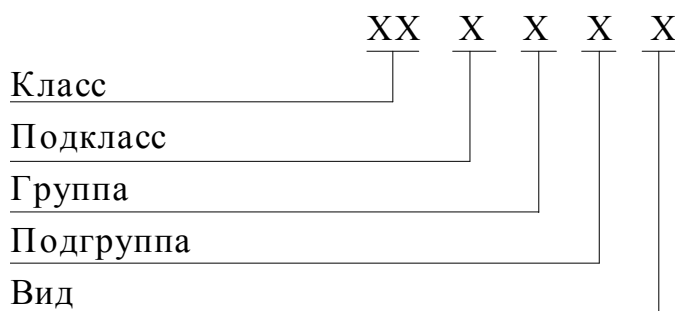
Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков. В БГУИР на факультете компьютерного проектирования приняты следующие коды: ДПКП - для дипломных проектов и КПКП - для курсовых проектов.

Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу в соответствии с классификатором ЕСКД.

Классификатор ЕСКД разработан в 1976-1979 гг. и введен в действие с 1 января 1984 г. Он представляет собой систематизированный иерархический свод наименований и квалификационных группировок объектов классификации изделий машиностроения и приборостроения, общетехнических документов и их кодов. Этот классификатор дополняют «Алфавитно-предметным указателем наименований деталей» и «Определителем наименований деталей классов 71-76», облегчающим соответствующие поиски.

Всего в классификаторе 100 классов. Все изделия размещены в 50 функционально однородных классах. 50 классов являются резервными. Занятыми классами являются следующие: 04, 05, 06, 10, 16, 20, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 94.

Структура кода классификационной характеристики:



При классификации изделий в классах использованы в основном следующие признаки:

- функциональный (основная эксплуатационная функция, выполняемая изделием);

- конструктивный (конструктивные особенности изделия);
- принцип действия (физический, физико-химический процесс, на основе которого действует изделие);
- параметрический (величины и степени точности рабочих параметров изделий: основные размеры, мощность, напряжение, сила тока и пр.);
- геометрические формы.

Наиболее общие признаки используются на верхних уровнях классификации (класс, подкласс) и конкретизируются на последующих уровнях.

Каждый класс классификатора делится на 10 подклассов (от 0 до 9), каждый подкласс - на 10 групп, каждая группа - на 10 подгрупп и каждая подгруппа - на 10 видов.

Для классификации общих документов используется подкласс “0” во всех классах. К подклассу “0” относятся документы, регламентирующие общие для изделий всего класса, его подклассов, групп и т.д., нормы, правила, требования, методы и т.п. в области свойств изделий, их маркировки, упаковки, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта, технологии производства и др. Например, технические условия, техническое описание, инструкции по ремонту, эксплуатации и т.п.

Практически во всех классах не все подклассы заняты, часть оставлена для вновь разрабатываемых типов изделий. По такому же принципу разбиты и подклассы, группы, виды.

Некоторые классы и подклассы изделий, наиболее часто используемые при кодировке изделий в радиоэлектронике, приведены в приложении А, которое составлено на основе введения к классификатору ЕСКД.

Более детальное описание кода изделия необходимо уточнять в томах “Классы классификатора ЕСКД” (50 классов).

Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика или организации, осуществляющей централизованное присвоение.

Например, лазерный дальномер можно закодировать следующим образом: КПКП.405123.001 - класс 40 (Средства измерений линейных и угловых размеров, параметров движения, времени, силы, массы, температуры, давления, расхода количества), подкласс 5 (Средства измерений температуры). Группа, подгруппа и вид описывают более подробно принцип измерения температуры, вид прибора и т.п.

В наименованиях изделий используют следующие отличительные признаки:

- «функциональность», т.е. указывается основная функция, выполняемая деталью, например, кольцо стопорное;
- «служебное назначение», например, лопатка турбинная;
- «геометрическая форма», например, шпонка клиновья;
- «принцип действия», например, шайба пружинная.

При обозначении неосновных конструкторских документов (кроме чер-

тежей деталей и спецификаций) к обозначению основного документа добавляются соответствующий код, установленный ГОСТ 2.102-68 (см. таблицу 3.1). Структура обозначения неосновного КД следующая:

	X X X X . X X X X X X . X X X X X X
Обозначение изделия	
Код документа	

В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа, например: ДПКП.301341.021 СБ - сборочный чертеж; ДПКП.301341.021 ТУ1 - технические условия.

При групповом или базовом выполнении КД обозначение документа состоит из базового обозначения, как в рассмотренных выше случаях и порядкового номера исполнения. Каждому исполнению изделия следует присваивать самостоятельное обозначение:

	X X X X . X X X X X X . X X X - X X
Базовое обозначение	
Порядковый номер исполнения	

*Примеры: КПКП. 303241.020-01; ДПКП. 713241.020-02.*

В дипломных проектах многие чертежи представляют собой графики, которые являются результатами исследований характеристик изделия или режимов технологических процессов. Их следует относить к документам прочим, устанавливая классификационную характеристику изделия и добавлять к обозначению основного конструкторского документа (спецификации проектируемого изделия, оборудования и т.п.) Д, Д1 и т.д. в зависимости от количества графиков.

Особенности заполнения основной надписи и дополнительных граф к ним устанавливает ГОСТ 2.104-68. Если технический документ выполнен на нескольких листах, то обозначение должно быть указано на каждом листе документа. Деталям, на которые не выпущены чертежи, должны быть по общим правилам присвоены самостоятельные обозначения.

Примеры некоторых классов ЕСКД приведены в приложении Л.

### **6.3 Правила оформления схем**

Схемы - конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно, - позволяют значительно быстрее (чем по чертежам) разобраться в принципе и последовательности действия элементов того или иного устройства. Виды, типы и общие требования к выполнению схем установлены ГОСТ 2.701-84.

В зависимости от элементов, входящих в состав изделия, связей между ними схемы разделяют на различные виды (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Виды схем

Виды схем	Обозначение
Электрические	Э
Гидравлические	Г
Пневматические	П
Кинематические	К
Оптические	Л
Вакуумные	В
Газовые (кроме пневматических)	Х
Автоматизации	А
Энергетические	Р
Комбинированные	С
Деления	Е

Если в состав изделия входят элементы и связи различных видов, разрабатывается комбинированная схема, обозначаемая буквой С. Ее наименование определяется видами и типом, например, схема электропневматическая принципиальная.

По основному назначению схемы делят на определенные типы, обозначаемые соответствующей цифрой (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Типы схем

Типы схем	Обозначение	Назначение
Структурные	1	служат для общего ознакомления с изделием и определяют состав и взаимосвязь основных элементов изделия и их назначение
<b>Функциональные</b>	2	поясняют процессы, протекающие в изделии и его составных частях
Принципиальные	3	определяют полный состав элементов изделия и связи между ними

Монтажные	4	показывают соединения составных частей изделия и элементы этих соединений (провода, кабели, трубопроводы и т.п.)
Подключения	5	показывают внешнее подключение изделия
Общие	6	определяют составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации
Расположения	7	определяют относительное расположение составных частей изделия

Вид и тип схемы определяют ее наименование, например, схема электрическая монтажная (Э4).

Затруднения часто вызывает обозначение технологических схем, не определенных в ГОСТ 2.701-84, например, технологическая схема сборки. Исходя из ГОСТ 3.116-79, в котором указывается, что при нормоконтроле проверяется оформление эскизов, схем и таблиц в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ГОСТ 3.1104-81, можно рекомендовать присвоение технологическим схемам, не определенным в стандартах, обозначение, состоящее из обозначения изделия с добавлением кода Д, Д1 и т.д., в зависимости от количества подобного рода документов.

**6.3.1 Построение схемы.** Схемы выполняют без соблюдения масштаба на листах стандартного формата с основной надписью по форме 1. При этом действительное пространственное расположение составных частей изделия можно не учитывать. Элементы изделия изображают в виде условных графических обозначений, устанавливаемых соответствующими стандартами ЕСКД. Связь между ними показывают линиями связи, условно представляющими собой валы, муфты, трубопроводы, кабели и т.п.

Схемы следует выполнять компактно, но не за счет ухудшения ясности и удобства их чтения. Линии связи изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков, образующих минимальное количество изломов и взаимных пересечений. Расстояниями связи должно быть не менее 3 мм, между отдельными условными графическими обозначениями - не менее 2 мм. Количество изломов и пересечений линий связи должно быть минимальным. Элементы, составляющие отдельное устройство, на схеме выделяют штрихпунктирными



линиями с указанием наименований этого устройства.

Допускается выполнять схемы в пределах условного контура, упрощенно отображающего конструкцию изделия. Условные контуры при этом выполняются сплошными линиями, равными по толщине линиям связи.

Устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выполняют на схемах в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям связи.

Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, выполняют на схемах в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям связи. Фигура, как правило, должна иметь прямоугольную форму. Допускается выделять части схемы фигурами непрямоугольной формы.

Если изделие содержит одинаковые устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, то каждое из них рассматривают как элемент схемы и изображают на схеме в виде прямоугольника или условного графического обозначения, присваивают ему позиционное обозначение и записывают в перечень элементов одной позицией.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем других видов, непосредственно влияющих на работу изделия. Эти элементы и их связи изображают штриховыми линиями.

Схемам присваивают обозначение соответствующего им изделия. После обозначения следует записывать шифр схемы. Наименование схемы указывают в основной надписи после наименования изделия.

**6.3.2 Кинематические схемы.** Выполняются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.703-68 и ГОСТ 2.770-68 и ГОСТ 2.721-74. В соответствии с ГОСТ 2.703-68 на кинематической схеме необходимо изображать всю совокупность кинематических элементов и их соединений, все кинематические связи между парами, цепями и т.п., а также связи с источниками движения. Кинематическую схему изделия следует вычерчивать, как правило, в виде развертки. Допускается изображать схемы в аксонометрических проекциях и, не нарушая ясности схемы, переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, а также поворачивать их в положения, наиболее удобные для изображения. Сопряженные звенья пары, вычерченные отдельно, следует соединять штриховой линией.

Все элементы схемы должны быть изображены условными графическими

обозначениями по ГОСТ 2.770-68 или упрощенно внешними очертаниями. Элементы схемы следует изображать:

- валы, оси и т.п. - сплошными основными линиями толщиной  $s$ ;
- элементы, изображенные упрощенно внешними очертаниями (зубчатые колеса, червяки, шкивы, звездочки и т.п.), - сплошными тонкими линиями толщиной  $s/2$ ;
- контур изделия, в который вписана схема, - сплошными линиями толщиной  $s/3$ ;
- кинематические связи между сопряженными звеньями пары, вычерченными отдельно, - штриховыми линиями толщиной  $s/2$ ;
- крайние положения элемента, меняющего свое положение при работе изделия, - тонкими штрих-пунктирными линиями с двумя точками;
- валы и оси, закрытые другими элементами (невидимые), - штриховыми линиями.

Пересекающиеся валы и оси в местах пересечения изображают без разрыва.

Каждому кинематическому элементу, начиная от источника движения, присваивается порядковый номер. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы - арабскими. Элементы покупных или заимствованных механизмов не нумеруют, порядковый номер присваивают всему механизму. Номер проставляют на полке линии-выноски. Под полкой необходимо указывать основные характеристики и параметры кинематического элемента:

- мощность электродвигателя, Вт, и частоту вращения его вала,  $\text{мин}^{-1}$  (угловую скорость, рад/с) или мощность и частоту вращения входного вала агрегата;
- вращающий момент, Н·м, и частоту вращения,  $\text{мин}^{-1}$ , выходного вала;
- число и угол наклона зубьев и модуль зубчатых и червячных колес, а для червяка - число заходов, модуль и коэффициент диаметра;
- диаметры шкивов ременной передачи;
- число зубьев звездочек и шаг цепи и т.п.

Наименование каждой кинематической группы элементов (например, привод подачи) нужно наносить на полке линии-выноски, проведенной от этой группы. Сменные кинематические элементы следует обозначать на схеме строчными буквами латинского алфавита и указывать в таблице характеристики для всего набора сменных элементов. Таблицу допускается выполнять

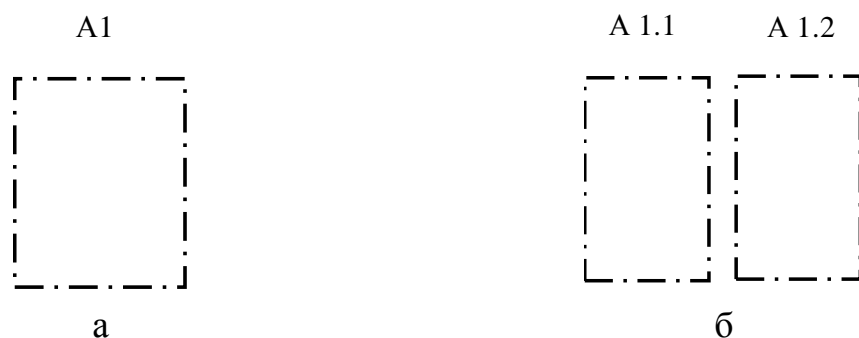
на отдельных листах. Сменным элементам порядковый номер не присваивается.

**6.3.3 Электрические схемы.** Выполняются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75 и ГОСТ 2.708-81. В схемах следует применять условные графические обозначения элементов, предусмотренные стандартами седьмой классификационной группы (ГОСТ 2.747-68 и др.). Изделие на схеме следует изображать в отключенном состоянии.

Схема электрическая принципиальная (ЭЗ) является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии, данных электрических процессов, все электрические связи между ними, а так же электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Электрические элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных стандартами ЕСКД. Элементы, используемые в изделии частично, допускается изображать не полностью, а только используемые части.

Условные графические обозначения элементов и устройств выполняют *совмещенным* или *разнесенным* способами. При *совмещенном* способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу (рисунок 6.1). При *разнесенном* способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.



а - совмещенное изображение; б - разнесенное изображение

Рисунок 6.1 - Фрагмент построения схемы электрической

При изображении элементов *разнесенным* способом допускается на свободном поле схемы помещать условные графические обозначения элементов, выполненные совмещенным способом. При этом элементы, используемые в изделии частично, изображают полностью с указанием использованных и неиспользованных частей (например: все секции ИМС или все контакты реле). Выводы неиспользованных частей изображают короче, чем выводы использованных.

Схемы выполняют в *многолинейном* или *однолинейном* изображении. При *многолинейном* изображении каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, - отдельными условными графическими обозначениями. При *однолинейном* изображении цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей - одним условным графическим изображением (рисунок 6.2).



а - многолинейное изображение; б - однолинейное изображение

Рисунок 6.2 - Фрагмент схемы электрической принципиальной

При изображении на одной схеме функциональных цепей допускается различать их толщиной линии. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине.

Элементы на схеме рекомендуется группировать в соответствии с функциональным назначением в горизонтальные и вертикальные цепи.

Элементы должны быть соединены линиями электрической связи. При этом расстояние между параллельными линиями должно быть не менее 3 мм. При большом числе линий связи и их большой протяженности можно группировать электрически не связанные линии – шины, увеличивая расстояние между группами. Вход единичной линии в групповую и выход из нее должны обозначаться буквами или цифрами.

В состав схемы, кроме изображений, входят надписи, характеризующие входные и выходные цепи, позиционные обозначения элементов и перечень элементов.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, наносимое рядом с его условным графическим обозначением (сверху или справа). Позиционное обозначение должно состоять в общем случае из трех частей:

- буквенный код элемента, определяющий его вид, - одна или несколько букв латинского алфавита (например, VT - транзистор) (Приложение М);
- порядковый номер элемента в пределах группы элементов одного вида - одна или несколько арабских цифр;
- буквенный код функционального назначения данного элемента - одна или несколько букв латинского алфавита.

Нумерацию элементов выполняют по порядку, начиная с единицы, в соответствии с расположением элементов, считая сверху-вниз и слева-направо. Буквы и цифры обозначения следует выполнять чертежным шрифтом одного размера.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме.

Расположение условных обозначений элементов определяется последовательностью процесса и удобством чтения схемы, возможностью нанесения позиционных обозначений и, при необходимости, номинальных параметров элементов.

На схеме изделия разрешается изображать отдельные элементы, не входящие в данное изделие, но необходимые для разъяснения принципа его работы. Графические обозначения этих элементов отделяют от основной схемы тонкой штрих пунктирной линией с двумя точками.

На схемах рекомендуется приводить характеристики входных и выходных цепей (ток, напряжение, частоту и т.п.) и адреса внешних соединений, записывая их в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений (плат, разъемов и т.п.). Таблицы должны иметь позиционное обозначение записываемого элемента. Адрес должен обеспечивать однозначность присоединения.

Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы. При наличии на схеме нескольких таблиц допускается головку таблицы приводить только в одной из них. При необходимости допускается вводить в таблицу дополнительные графы. Допускается проставлять в графе "Конт." несколько последовательных номеров контактов, в случае если они соединены между собой. Номера контактов отделяют друг от друга запятой.

Сведения о контактах в соединителях указывают одним из следующих способов:

1) Около изображения соединителя, на свободном поле схемы или на последующих листах схемы помещают таблицы, в которых указывают адрес соединения (обозначение цепи (рисунок 6.3) и (или) позиционное обозначение элементов, присоединяемых к данному контакту). При необходимости в таблице приводятся характеристики цепей и адреса внешних соединений.

ХЗ

Конт.	Цепь	Адрес
1	+5 В	X2:3
2	Сигнал	X2:5
3	Корпус	X2:7

Рисунок 6.3 – Таблица адресов

В графах таблиц указывают следующие данные:

в графе "Конт." - номер контакта, соединителя. Номера контактов записывают в порядке возрастания;

в графе "Цепь" - характеристику цепи;

в графе "Адрес" - обозначение цепи и (или) позиционного обозначения элементов, соединяемых с контактами.

2) Соединения с контактами соединителя изображают разнесенным способом (рисунок 6.4).

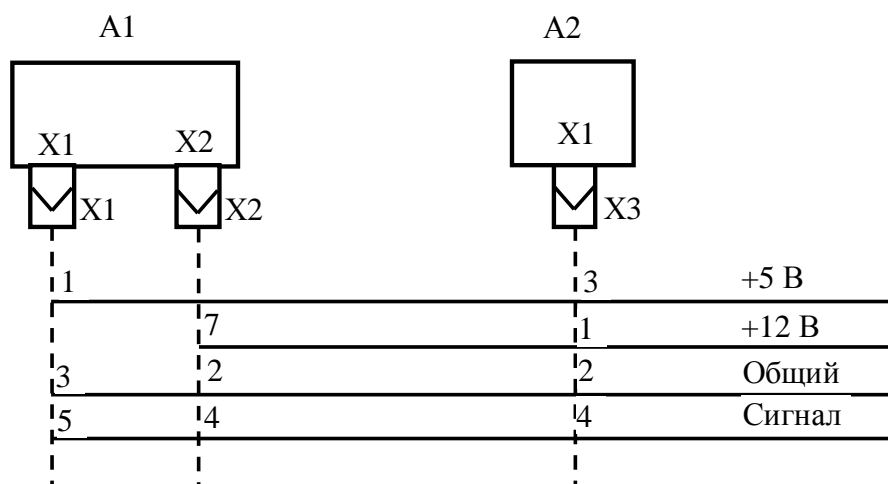


Рисунок 6.4 – Разнесенный способ указания таблицы адресов

При изображении устройств в виде прямоугольников допускается взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками входных и выходных цепей, а вне прямоугольника - таблицы с указанием адресов внешних соединений.

В таблице разрешается взамен слова "Конт." помещать условное графическое обозначение контакта соединителя.

В прямоугольниках, изображающих устройства, имеющие самостоятельные электрические принципиальные схемы, допускается помещать их структурные или функциональные схемы или повторять принципиальные схемы. Элементы этих устройств в перечень не записывают.

Если в изделие входит несколько одинаковых устройств, то схему устройства помещают не в прямоугольник, а на свободном поле, с надписью по типу "Схема блока А1-А3".

На поле схемы допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках соединительных проводов и кабелей, а также специальные указания к электрическому монтажу изделия.

При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах должны соблюдаться следующие требования:

- 1) нумерация позиционных обозначений элементов должна быть сквозной в пределах изделия (устройства);
- 2) перечень элементов должен быть общим;

3) при повторном изображении отдельных элементов на других листах схемы следует сохранять позиционные обозначения, присвоенные им на одном из листов схемы.

Элементы с регулируемыми параметрами на схеме обозначаются звездочкой и на свободном поле схемы (в технических требованиях) помещается сноска: "Подбирается при регулировании", а в графе "Примечание" перечня элементов указываются предельные допустимые значения параметров.

Пример выполнения электрической схемы приведен на рисунке 6.5.

**6.3.4 Оптические схемы** выполняются по ГОСТ 2.412-81. На оптической схеме должны быть изображены:

- выполняющие определенную функцию оптические элементы изделия;
- источники излучения (упрощенно или условными обозначениями);
- приемники лучистой энергии, например, фотоэлементы, фотоумножители (условными графическими обозначениями).

Элементы, поворачивающиеся или перемещающиеся вдоль или перпендикулярно оси, следует показывать в основном рабочем положении. Кроме него могут быть показаны и другие положения, например, крайние. При необходимости допускается обозначать оси прописными буквами русского алфавита.

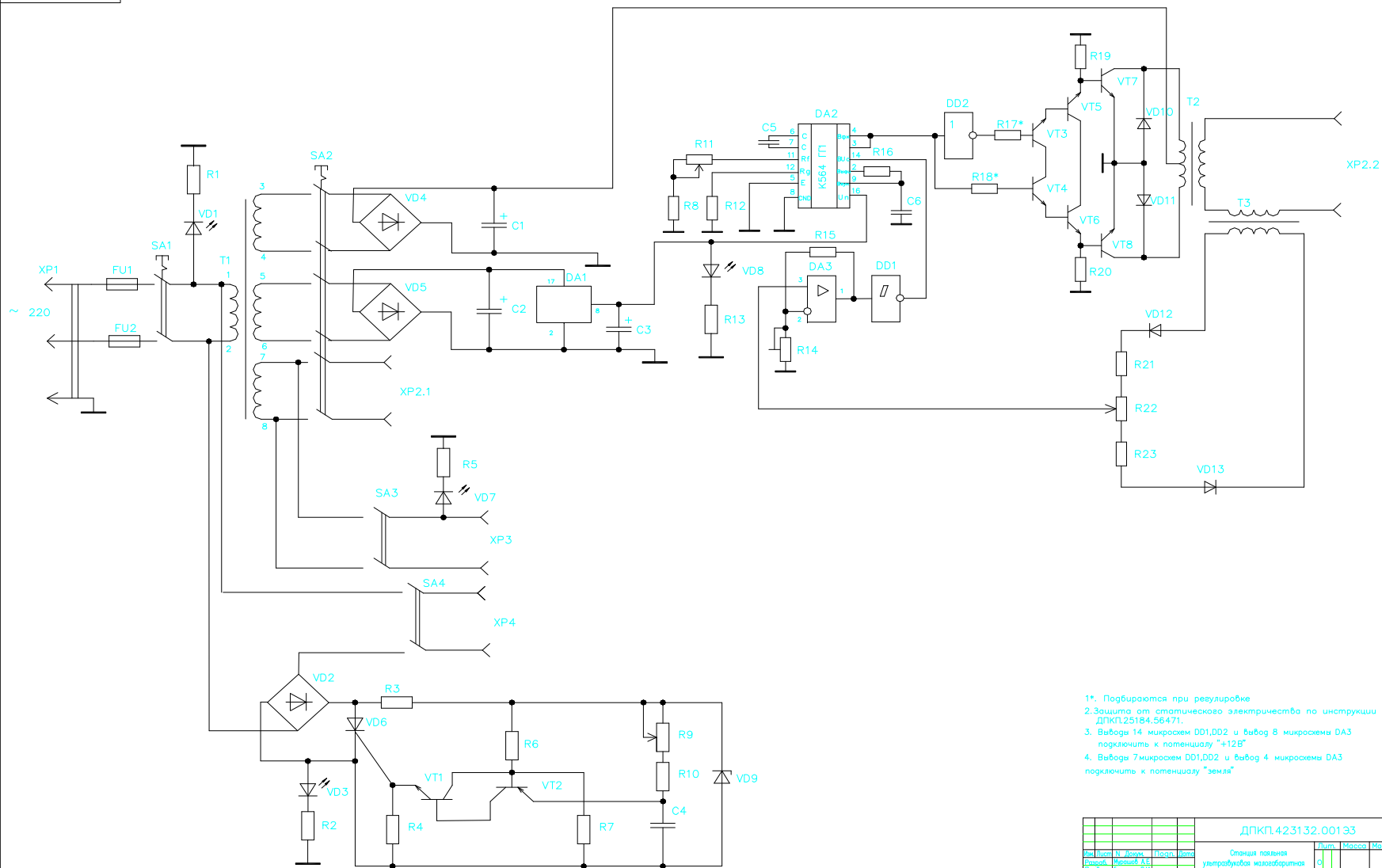
Кроме того, на оптической схеме следует указывать:

- положение диафрагм;
- положение зрачков (при необходимости);
- положение фокальных плоскостей, плоскостей изображения и предмета (при необходимости, например, для фотографических объективов и объективов микроскопов); положение экранов, светорассеивающих полостей и поверхностей (при необходимости).

Номера позиций элементам схемы следует присваивать по ходу луча. При разветвлении схемы в несколько направлений номера позиций указываются по одному из направлений до конца, затем последующие номера позиций по другим направлениям.



ДПКП.423132.00133



- 1\*. Подбираются при регулировке
- 2. Защита от статического электричества по инструкции ДПКП.423134.56471
- 3. Выводы 14 микросхем DD1,DD2 и вывод 8 микросхемы DA3 подключить к потенциалу "+12В"
- 4. Выводы 7 микросхем DD1,DD2 и вывод 4 микросхемы DA3 подключить к потенциалу "земля"

ДПКП.423132.00133									
Изм.	Исполн.	И. Давыд	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.
Станция плавная	устройства маловыборной	Схема электрическая принципиальная	Лист	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
БГУИР	ар.610204								

Рисунок 6.5 – Схема электрическая принципиальная устройства

Если в схему изделия входит элемент, имеющий самостоятельную принципиальную схему (расчет оптических величин), то его следует изобразить упрощенно, обвести тонкой штрихпунктирной линией и указать размеры, определяющие его положение.

Повторяющимся элементам необходимо присваивать один и тот же номер позиции, после которого в скобках допускается ставить порядковый номер.

На принципиальной оптической схеме следует помещать основные оптические характеристики изделия в виде записей на поле схемы или таблицы произвольной формы, например:

– для *телескопических систем*: видимое увеличение, угловое поле оптической системы в пространстве предметов, диаметр выходного зрачка, удаление выходного зрачка от последней поверхности, предел разрешения, коэффициент пропускания (при необходимости);

– для *фотографических объектов*: фокусное расстояние, относительное отверстие, угловое поле оптической системы в пространстве предметов или размер кадра, разрешающую способность и коэффициент пропускания (при необходимости);

– для *фотоэлектрических систем*: размеры фотокатодов или типы фотоприемников, размеры светового пятна на фотокатодах (при необходимости).

На оптической схеме в зависимости от типа следует указывать:

– диаметры диафрагм, размеры зрачков, размеры тела накала или других светящихся элементов источников излучения (при необходимости);

– воздушные промежутки и другие размеры по оси, определяющие взаимное расположение оптических элементов, диафрагм, зрачков, фокальных плоскостей, плоскостей изображения и плоскостей предмета (для систем, работающих на конечном расстоянии), источников излучения и приемников энергии;

– размеры, определяющие пределы рабочего перемещения или предельные углы поворота оптических деталей;

– размеры, определяющие положение оптической системы относительно механических частей прибора, например, размер, определяющий положение объектива микроскопа относительно нижнего среза тубуса (при необходимости);

– габаритные или установочные размеры, например, длину базы, высоту выноса (при необходимости).

**6.3.5 Перечень элементов.** При составлении схем данные об элементах схемы должны быть записаны в таблицу перечня элементов, помещаемую на первом листе схемы или на отдельных листах формата А4 в виде самостоятельного текстового документа и заполняемую сверху вниз. Перечень элементов, помещенный на листе схемы, должен располагаться над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Его продолжение можно помещать слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. При выполнении перечня отдельным текстовым документом в графе 1 основной надписи следует записывать наименование изделия, для которого составлен перечень, а под ним делать запись "Перечень элементов" шрифтом, на один или два размера меньшим того, каким записано наименование изделия. Во второй графе – десятичный номер схемы и шифр "П", присвоенный документу, а вслед за ним - шифр схемы, например, ПЭЗ - перечень элементов схемы электрической принципиальной.

В графах перечня необходимо приводить следующие данные:

в графе "Поз. обозначение" - позиционное обозначение элемента;

в графе "Наименование" - наименование элемента схемы в соответствии с документом, на основании которого он применен;

в графе "Кол." - количество одинаковых элементов;

в графе "Примечание" - технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Элементы в перечень следует вносить по группам в алфавитном порядке (латинский алфавит) буквенных позиционных обозначений, а в пределах каждой группы - в порядке возрастания номеров. В графе "Наименование" указывают наименование элемента таким образом, как указано в документации на данное изделие с указанием конкретного нормативно-технического документа (ТУ, СТБ, ГОСТ и т.п.).

Ниже наименования функциональной группы (устройства) оставляют одну свободную строку, выше – не менее одной свободной строки.

Между отдельными группами элементов или между элементами в большой группе рекомендуется оставлять незаполненные строки для внесения изменений. Первую и последнюю строки на каждом листе перечня элементов не заполняют.

Если в перечень вносят элементы одной группы с одинаковым буквенным обозначением, то в графе "Наименование" общее наименование записывают в виде заголовка (без повторения наименования элемента в каждой строке) и подчеркивают сплошной тонкой линией. Не следует повторять и обозначения документа, на

основании которого применены элементы данной группы с различными параметрами.

Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме *последовательные порядковые номера*, рекомендуется записывать одной строкой с указанием в графе "Поз. обозначение" обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графе "Кол." - общего числа этих элементов.

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов слева дополняют графой "Зона", указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен элемент или устройство.

Перечень элементов записывается в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.

Пример заполнения перечня элементов приводится в приложении Н.

## **7 Правила выполнения основных конструкторских документов**

### **7.1 Правила оформления спецификаций**

Спецификация - основной конструкторский документ, определяющий состав изделия и всей конструкторской документации, относящейся к этому изделию. Ее следует составлять на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект. Заглавный лист оформляют по форме 1 с основной надписью по форме 2, а последующие листы - по форме 1а с основной надписью по форме 2а (ГОСТ 2.104-68).

В зависимости от состава специфицируемого изделия спецификация может состоять из разделов, которые следует располагать сверху вниз в такой последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

**Комплекс** - это два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из входящих в комплекс специфицированных изделий предназначено для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса (например, автоматическая линия станков; автоматическая телефонная станция; система, состоящая из метеорологической ракеты, пусковой установки и средств управления).

**Сборочная единица** - это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой,

склеиванием и пр.), например, осциллограф, блок питания, микромодуль, сварной корпус.

**Деталь** - это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например, стойка из одного куска металла; литой корпус; пластина из биметаллического листа). К деталям относятся также указанные выше изделия с покрытием (защитным или декоративным) независимо от его вида, толщины и назначения (например, передняя панель со сложным покрытием), а также изделия, изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки и т. п. (например, трубка, спаянная из одного куска листового материала).

**Стандартное изделие** - это изделие, примененное по государственному, отраслевому или республиканскому стандарту, полностью и однозначно определяющему его конструкцию, показатели качества, методы контроля, правил приемки и поставки.

**Комплект** - это два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное значение вспомогательного характера, например, комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры.

**Специфицированное изделие** - это изделие, состоящее из нескольких составных частей.

**Неспецифицированное изделие** - это изделие, не имеющее составных частей.

**Комплектуемое изделие** - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по конструкторской документации предприятия-поставщика.

**Покупное изделие** - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде.

**Кооперированное изделие** - это изделие (составная часть изделия), получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по его конструкторской документации на другом предприятии.

**Оригинальное изделие** - это изделие, примененное в конструкторской документации только данного изделия.

**Унифицированное изделие** - это изделие, примененное в конструкторской документации нескольких (разных) изделий.

**Типовое изделие** (изделие однотипного исполнения) - это изделие, принадлежащее к группе изделий близких конструкций и обладающее наибольшим числом конструктивных и технологических признаков этой группы.

Наименование разделов записывают в виде заголовков в графе “Наименование” строчными буквами (кроме первой прописной) и подчеркивают. Ниже заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

В раздел “Документация” вносят все документы специфицируемого изделия, кроме его спецификации, а также документы записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей) (если таковые используются), кроме их рабочих чертежей.

В разделы “Комплексы”, “Сборочные единицы” и “Детали” вносят комплексы, сборочные единицы и детали специфицируемого изделия.

В разделе “Стандартные изделия” записывают изделия, примененные по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов изделия записывают по группам в зависимости от функционального назначения (например, подшипники, крепежные детали, контакты и т.п.), в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел “Прочие изделия” записывают изделия, взятые из каталогов, прейскурантов и других источников, за исключением стандартных изделий. Порядок записи подобен порядку раздела “Стандартные изделия”.

В раздел “Материалы” вносят все материалы специфицируемого изделия в такой последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные; кабели, провода и шнуры; пластмассы и пресс-материалы; бумажные, текстильные и лесные материалы; резиновые, минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы.

В пределах вида материалов их записывают в алфавитном порядке наименований, в пределах наименования - по возрастанию размеров или других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе “Формат” указывают форматы документов, имеющих обозначение в графе “Обозначение”. Если документ выполнен на нескольких листах различного формата, то в графе ставят “звездочку”, а в графе “Примечание” перечисляют все форматы с постановкой знака звездочки, например: \*А3, А4, А4х3. Для деталей, на которые нет чертежей, в данной графе указывают БЧ. Для документов, записанных в разделы “Стандартные изделия”, “Прочие изделия” и “Материалы” графу “Формат” не заполняют.

В графе “Зона” указывают обозначение зоны, где находится номер позиции записываемой части изделия (если поле чертежа разбито на зоны по ГОСТ 2.104-68).

В графе “Поз.” указывают порядковые номера составных частей в последовательности записи их в спецификации. Порядковые номера должны записываться в порядке возрастания, но рекомендуется пропускать некоторые номера для возможности последующей корректировки документации, например, 1, 3, 7 ... Графу не заполняют для разделов “Документация” и “Комплекты”.

В графе “Обозначение” указывают: для раздела “Документация” - обозначение записываемых документов, для разделов “Комплексы”, “Сборочные единицы”, “Детали” и “Комплекты” - обозначение основных конструкторских документов на записываемые изделия; для деталей, выпущенных без чертежей, - присвоенное им обозначение (если таковое имеется). Графу не заполняют для разделов “Стандартные изделия”, “Прочие изделия” и “Материалы”.

В графе “Наименование” указывают:

в разделе “Документация” для документов специфицируемого изделия - только их наименование; например “Сборочный чертеж”, “Габаритный чертеж”, “Технические условия”, “Пояснительная записка”; для документов на неспецифицируемые части - наименования изделия и документа;

в разделах “Комплексы”, “Сборочные единицы”, “Детали” и “Комплекты” - наименования изделий в соответствии с их основной надписью на основных конструкторских документах; для деталей без чертежа указывают наименования и материалы, а также размеры, необходимые для их изготовления;



в разделе “Стандартные изделия” - наименования и обозначения изделий в соответствии с нормативно-технической документацией;

в разделе “Прочие изделия” - наименования и условные обозначения изделий по документам на их поставку с указанием обозначений этих документов;

в разделе “Материалы” - обозначение материала с указанием нормативно-технической документации (ГОСТ, СТБ, ТУ ...).

Допускается для изделий и материалов, различающихся размерами и другими данными и примененных по одному документу, общую часть наименования с обозначением документа записывать *на каждом листе* спецификации один раз в виде заголовка. Под общим наименованием следует записывать для каждого изделия и материала только их параметры и размеры. Если основные параметры или размеры изделия обозначаются одним числом или буквой, то не допускается пользоваться указанным допущением. Тогда записывают следующим образом:

Подшипники ГОСТ 8338-75

Подшипник 203

Подшипник 412 и т.д.

В графе “Кол.” указывают количество составных частей на одно специфицируемое изделие, а для раздела “Материалы” - общее количество материала на одно изделие с указанием единицы величины, которая указана в нормативно-технической документации на материал. Последнее допускается записывать и в графе “Примечание”. Количество таких материалов, как припой, клей, флюс, электроды для сварки и т.п., в спецификации не указывают. Эти сведения дают на поле чертежа в технических требованиях. В разделе “Документация” данную графу не заполняют.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Первую и последнюю строки на каждом листе спецификации не заполняют. Наличие разделов спецификации зависит от состава специфицируемого изделия.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии его размещения на листе формата А4. При этом основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 1) с указанием обозначения основного конструкторского документа (спецификации).

Пример выполнения спецификации на сборочный чертеж платы приведен в приложении П.

## **7.2 Требования к чертежам деталей**

При выполнении чертежей деталей следует ограничиться минимальным количеством изображений (видов, разрезов, сечений). Вопрос о количестве изображений, их содержании, взаимном расположении, масштабе и т.д. решают комплексно, исходя из удобства пользования чертежом при изготовлении и контроле изделия, а также, исходя из особенностей детали (пружина, корпус, печатная плата и т.д.). Для деталей типа тел вращения достаточно дать одно изображение, добавляя к нему, при необходимости, частичные виды, разрезы, сечения и выносные элементы.

Деталь должна быть изображена, как правило, в натуральную величину. В зависимости от ее размеров и сложности может быть выбран масштаб увеличения или уменьшения. Для выносных элементов следует использовать только масштаб увеличения.

Рабочий чертеж детали должен содержать ряд требований, выполнение которых обеспечивает осуществление изготовленной деталью предназначенных ей функций, надёжность, длительность ее работоспособности. Требования излагаются в виде изображений, условных знаков и текстовых записей на поле чертежа.

Если отдельные элементы изделия необходимо до сборки обработать совместно с другим изделием (например, половины корпуса подшипника, редуктора и т.п.), для чего их следует соединить и скрепить, то на оба изделия должны быть самостоятельные чертежи, выполненные по общим требованиям. В отдельных, более сложных случаях допускается помещать полное или частично упрощенное изображение другого изделия, выполненное сплошными тонкими линиями. Специальные чертежи на совместную обработку не допускаются.

Если отверстия под винты, штифты и другие аналогичные детали обрабатываются в процессе сборки, на чертежах такие отверстия не изображают и сведений о них в технических требованиях не дают. Необходимые данные для их обработки приводят на сборочном чертеже.

На чертежах деталей не допускается помещать технологические указания. В виде исключения можно указать совместную обработку, гибку, развальцовку и т.д. Эти данные приводят на полке линии-выноски или в ТТ.

Правила оформления чертежей типовых деталей - зубчатых и червячных колес, червяков, звездочек, шкивов, валов - приведены в соответствующих

ГОСТах, СТП и т.д. Не допускается в курсовых и дипломном проектах приводить чертежи нормализованных деталей (крепеж, стойки, втулки, некоторые другие элементы и т.д.). Эти изделия включаются в соответствующие разделы спецификации со ссылкой на действующую нормативно-техническую документацию (см. раздел 7.1).

Изделия простой конфигурации, изготавливаемые из полуфабриката, вносятся в спецификацию без чертежа (БЧ) с присвоением обозначения по классификатору. Например:

Фор- мат	Зо- на	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
БЧ		17	КПКП.741235.013	Прокладка. Лакоткань электроизоляционная ЛШМ 0,5 ГОСТ 2214-78 20×60 мм	4	

**7.2.1 Нанесение размеров на чертежах деталей.** Основанием для определения величины изображённого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размеры, как правило, проставляют от баз. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. *Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу, называются справочными.*

Нанесение размеров является одним из главных этапов составления чертежей и должно отвечать правилам, установленным ГОСТ 2.307-68 ЕСКД:

- 1) Нанесению размеров на чертеже предшествует выбор баз изделия.
- 2) В зависимости от назначения различают следующие виды баз: **технологическую**, используемую для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта; **конструкторскую**, используемую для определения положения детали или сборочной единицы в изделии; **измерительную**, определяющую относительное положение заготовки или изделия и средств измерения.

3) Конструкторские базы подразделяют на **основные**, принадлежащие данной детали или сборочной единице и определяющие их положение в изделии; и **вспомогательные**, также принадлежащие данной детали или сборочной единице и используемые для определения положения присоединяемого к ним изделия.

Установлены две категории размеров: *сопряженные* - размеры соединений, посадочных поверхностей, а также входящие в размерные цепи; *свободные* - не входящие в размерные цепи. Сопряженные размеры наносят от конструкторских баз, свободные - от технологических.

Если детали получены литьем, ковкой, штамповкой или прокаткой, то размеры необрабатываемых по чертежу элементов деталей проставляют от технологических баз.

Если деталь имеет обработанные и необработанные поверхности, то размеры обработанных поверхностей наносят от конструкторской базы, а необработанных - от технологической. Обе базовые поверхности в каждом координатном направлении должны быть связаны одним размером.

Установлены два способа нанесения размеров от баз:

*координатный* - размеры наносятся от одной, основной базы или от нескольких баз лесенкой. При этом способе погрешности в размерах не накапливаются и не влияют на общий результат;

*цепной* - размеры наносят цепочкой (один за другим), исключая один из размеров той части детали, которая не подвергается обработке и имеет самый большой допуск на размер.

Нанесение размеров в виде замкнутой цепи допускается только в том случае, когда один из размеров указывается как справочный.

Справочный размер отмечают на чертежах знаком "\*", а в технических требованиях записывают:

\* Размер для справок.

Необходимые для изготовления размеры, за исключением справочных, наносят с предельными отклонениями. Допуски и расположение поверхностей приводятся в соответствии с рекомендациями ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 21495-76, ГОСТ 25346-82, ГОСТ 7713-62, ГОСТ 25347-82. Выбирать номинальные значения размеров необходимо из ряда предпочтительности.

Размеры и допуски формы, как правило, указываются от технологических баз. Размеры между центрами симметричных отверстий должны иметь симметричный допуск, например,  $\pm 0,1$  мм. Допуски формы и расположения поверхностей указывают либо условными обозначениями, согласно ГОСТ 2.309-79, либо текстом в технических требованиях (рисунок 7.1, 7.2, таблица 7.1).

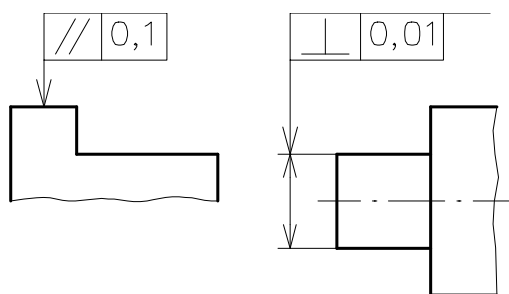


Рисунок 7.1 – Варианты обозначения допусков формы

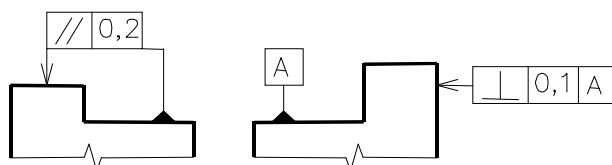


Рисунок 7.2 – Варианты обозначения базы и допусков формы на чертеже

Таблица 7.1 – Обозначения допусков формы и расположения поверхностей

Вид допуска	Знак	Вид допуска	Знак
1	2	3	4
<b>Допуски формы</b>			
прямолинейности		цилиндричности	
плоскостности		профиля продольного сечения	
круглости			
<b>Допуски расположения поверхностей</b>			
параллельности		пересечения осей	

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4

перпендикулярности		симметричности	
соосности		позиционный	
		наклона	
<b>Суммарный допуск формы и расположения</b>			
торцевого и радиального биения в заданном направлении		формы заданного профиля	
полного торцевого и радиального биения		заданной поверхности	

Предельные отклонения линейных размеров на чертеже указывают одним из трёх способов (рисунок 7.3):

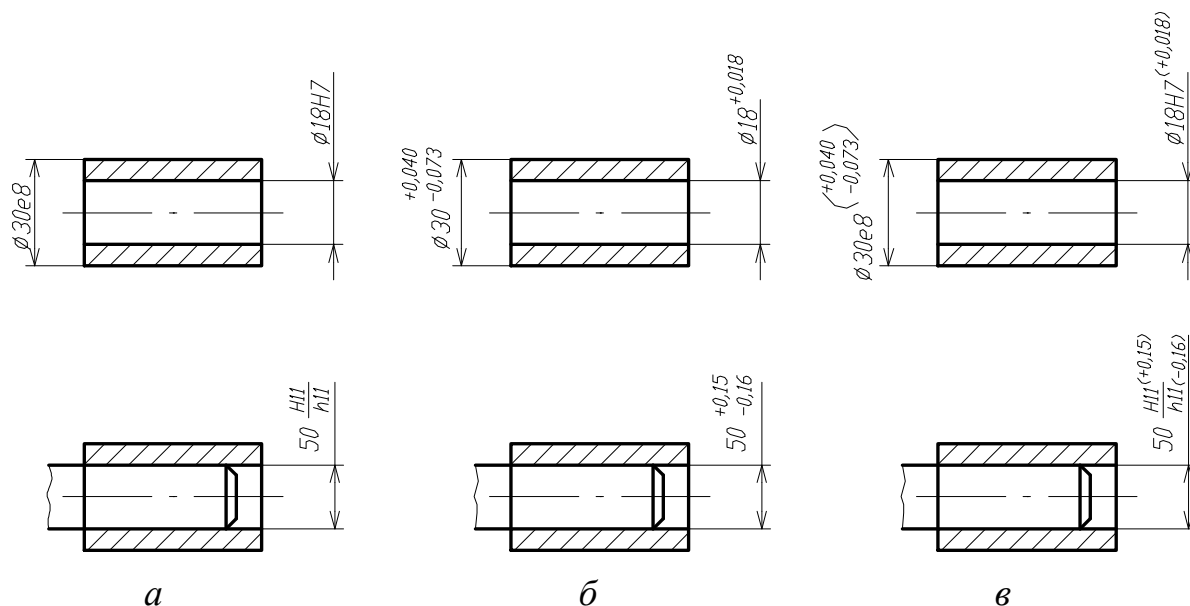


Рисунок 7.3 – Варианты нанесения предельных отклонений на детали

- а) условными обозначениями полей допусков;
- б) числовыми значениями предельных отклонений;
- в) условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений.

Множественно повторяющиеся на чертежах предельные отклонения размеров относительно низкой точности (от 12-го квалитета и грубее) записываются в технических требованиях: "Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - по Н12, валов - по h12, остальных -  $\pm IT14/2$ ". Рекомендуется для размеров от 3 до 6 мм выбирать предельные отклонения  $\pm 0,15$  мм (IT11), 6-10 мм -  $\pm 0,18$  мм (IT12), больше 10 мм -  $\pm 0,215$  мм (IT13).

Детали для изделий РЭС выполняются с определенной точностью. Шкалы точности образуют 20 разрядов допусков, называемых квалитетами. Допуски на размеры деталей РЭС с точки зрения экономической целесообразности соответствуют 8-15 квалитетам.

Существует три метода выбора допусков и посадок на детали и сборочные единицы.

**1) Метод прецедентов.** Заключается в том, что в чертежах на детали различных изделий, находящихся в эксплуатации, находят однотипные детали и по ним определяют допуски на размеры проектируемой детали. При наличии классификатора определение допусков по однотипным деталям, чертежи, на которые имеются на данном предприятии, требует очень мало времени.

**2) Метод подобия.** Он появился после того, как были выявлены конструктивные и эксплуатационные признаки деталей различных изделий и разработана классификация по этим признакам. Используя классификационные материалы устанавливают аналог проектируемой детали. Выбор сделан правильно, если конструктивные и эксплуатационные признаки совпадают. Тогда допуски и посадки на проектируемую деталь должны быть такими же, как у аналога. Между тем в классификационных материалах зачастую имеются рекомендации общего характера и это затрудняет их использование.

Общим недостатком методов прецедентов и подобия является возможность применения неправильно установленных допусков и посадок и сложность определения признаков для выбора аналогов.

**3) Расчетный метод.** Для повышения точности и надежности деталей и их миниатюризации целесообразно при проектировании максимально приблизить размеры деталей к расчетным значениям. Однако при этом могут возникнуть трудности технологического и метрологического характера. Обработка детали по более точному допуску требует сложного оборудования и дорогого инструмента, а иногда менее производительного способа формообразования, т.е. требования к точности и стоимости находятся в противоречии, которое можно разрешить технико-экономическими расчетами.

Числовые значения полей допусков приведены в ГОСТ 25317-82.

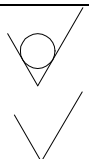
### 7.2.2 Нанесение шероховатости поверхности на чертежах деталей.

Проектируя детали, необходимо задавать не только точность, с которой должны быть выдержаны размеры элемента детали, но и допустимую шероховатость его поверхности. При этом необходимо учитывать экономические факторы (чем выше требования к качеству, тем дороже изготовление), взаимосвязь между способом обработки элемента поверхности и величиной шероховатости, между качеством и числовым значением параметра шероховатости и рекомендации по выбору шероховатости в зависимости от применения детали (среда, климат) (таблица 7.2). Обозначения шероховатости поверхностей наносят в соответствии с ГОСТ 2789-73 (таблица 7.3).

Таблица 7.2 - Рекомендации по выбору шероховатости поверхности.

Шероховатость	Условия эксплуатации, применения
Ra 6,3; Rz 40	Поверхности деталей, не соприкасающиеся с другими поверхностями и не используемые в качестве технологических баз
Ra 3,2; Rz 20	Поверхности деталей, прилегающие к поверхностям других деталей, не подвергающиеся износу
Ra 2,5	Базовые поверхности деталей с допусками в пределах квалитетов H8, h8, H9, h9 включительно, под гальванические покрытия
Ra 1,25	Трущиеся поверхности и базовые поверхности с допусками в пределах квалитетов h8, h7 и точнее
Ra 0,63	Соприкасающиеся поверхности, хорошо противостоящие износу, с повышенными требованиями к коррозионной стойкости
Ra 0,32	Декоративные поверхности особо высокого качества
Ra 0,18	Поверхности качения особо ответственных деталей

Таблица 7.3 – Обозначение шероховатости поверхностей

Обозначение	Обработка поверхности
	По данному чертежу не обрабатываются  Неустанавливаемая конструктором





Определено конкретно, например точение или фрезерование  
Указанный вид является единственным, например, полировка

**7.2.3 Выбор материалов для изделий РЭС.** Материалы для изделий РЭС определяются исходя из функционального назначения, серийности производства, технического уровня заготовительного производства и экономической целесообразности применения определенного способа изготовления заготовок. Материалы деталей выбирают с учетом специальных требований, предъявляемых к работе не только каждой детали изделия, но и отдельных элементов детали. Это дает возможность уменьшить массу детали, сборочных единиц и изделия РЭС в целом.

Для современных требований предъявляемых к изготовлению деталей изделий РЭС, характерны следующие технологические тенденции: максимальное приближение заготовок по формам и размерам к деталям, требующимся по чертежу, экономия материала, применение прогрессивных способов получения заготовок деталей.

Назначая материалы, необходимо учитывать стоимость, надёжность, качество, длительность работоспособности детали и условия, в которых будет работать изделие.

Сведения о материалах для деталей приводятся в основной надписи. Желательно, чтобы деталь изготавливалась из сортового материала определённого профиля, размеров и качественной характеристики. Запись о материалах детали должна содержать сведения о сортаменте (в числителе) и материале (в знаменателе), например:

$$\text{Пруток} \frac{15 \text{ ГОСТ } 5949 - 75}{12X18H9T \text{ ГОСТ } 5632 - 72}$$

где 15 - диаметр прутка; ГОСТ 5949-75 - стандарт на сортамент прутка; ГОСТ 5632-72 - стандарт на химический состав высоколегированной коррозионностойкой, жаростойкой и жаропрочной деформируемой стали и сплавов, 12X18H9T - химический состав сплава (0,12 % углерода, 18 % хрома, 9 % никеля, 1 % титана).

Правильно выбрать марку материала и его сортамент можно с помощью соответствующих справочников. Например, "Справочник конструктора-

приборостроителя", изданный в Минске издательством "Вышэйшая школа" в 1988 году содержит ряд сведений о многих материалах, применяемых в точном приборостроении.

Ряд материалов для изделий РЭС приведены в приложении Р. Материалы, используемые для изделий с электромонтажом приведены в приложении С.

**7.2.4 Особенности оформления чертежей деталей, получаемых литьем.** Ряд деталей могут быть получены литьём. Отливки из цветных сплавов, изготовленные методом литья в песчаные формы, кокиль, оболочковые формы, по выплавляемым моделям и под давлением, выполняются согласно нормативно-технической документации. Они подразделяются на две группы отливок: I - общего назначения; II - ответственного назначения, имеющие повышенную прочность. В зависимости от метода литья установлены следующие классы точности для отливок:

- литье под давлением - ЛТ1-ЛТ3;
- литье в кокиль, оболочковые формы - ЛТ5, ЛТ6;
- литье в песчаные формы - ЛТ6, ЛТ7.

При получении деталей литьем в технических требованиях указывают требования к размерам, группам и предельным отклонениям, например:

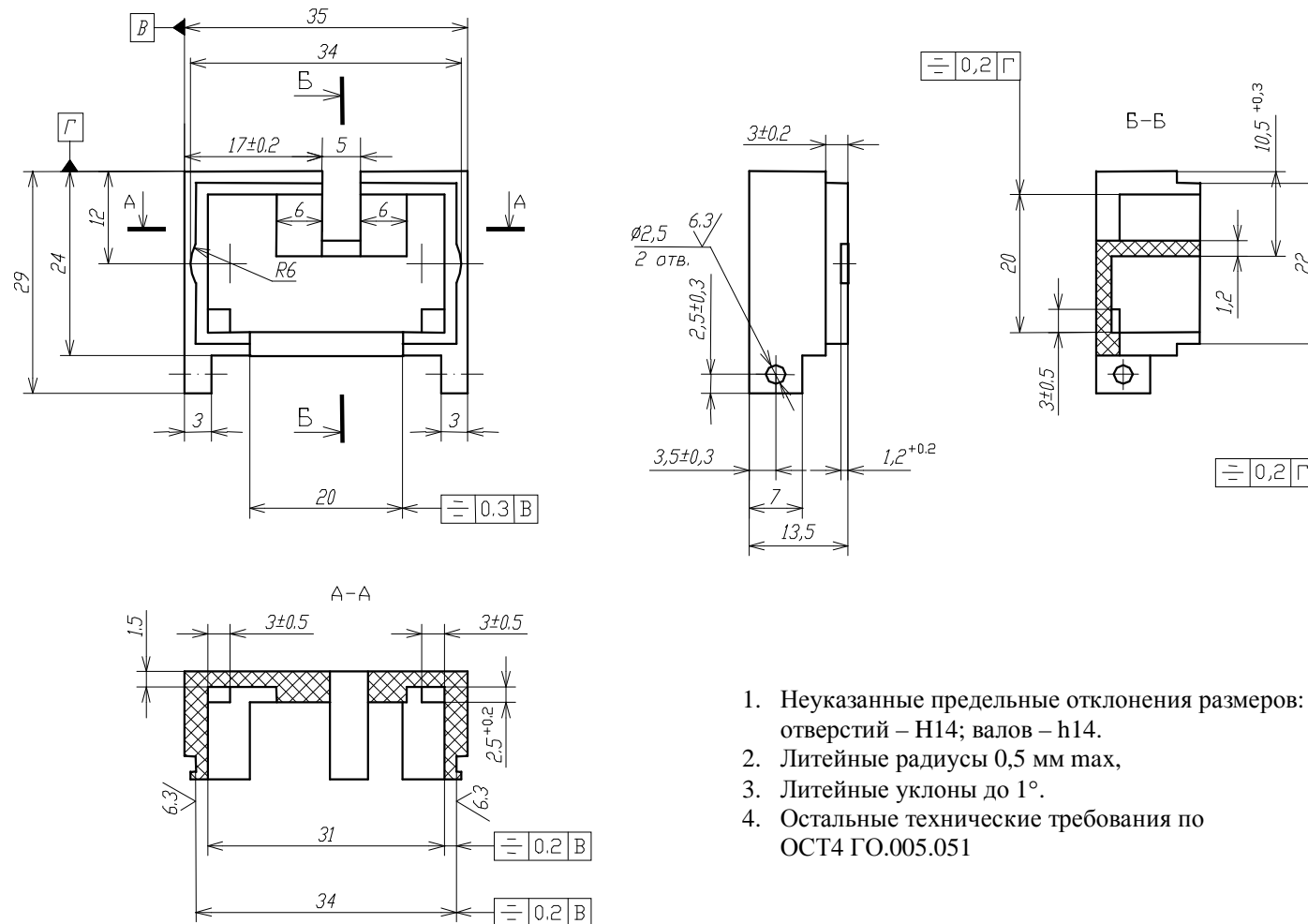
"Литейные радиусы 0,5 мм max.";

"Литейные уклоны до 1<sup>0</sup>";

"Отливка 1 гр. по ОСТ 11078.005-78";

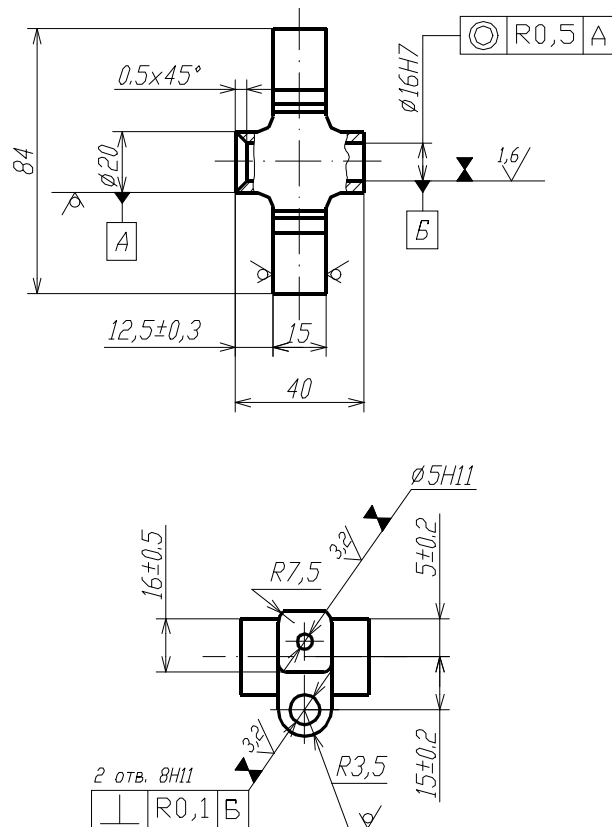
"Неуказанные предельные отклонения размеров - по ЛТ5 ОСТ 11078.005-78".

Примеры чертежей литых деталей показаны на рисунках 7.4, 7.5.



1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – Н14; валов – h14.
2. Литейные радиусы 0,5 мм max,
3. Литейные уклоны до 1°.
4. Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.005.051

Рисунок 7.4 – Пример оформления чертежа литой пластмассовой детали



1. Отливка I группы по ГОСТ 977 – 75.
2. Изготовление отливки по II кл. точности по ГОСТ 2009 – 75.
3. Литейные радиусы ...4 мм.
4. Термообработка и другие технические требования по ОСТ 11.078.002 – 76.
5. Покрытие: эмаль МЛ, чёрная IV У4.  $F_{\text{покр}} = 53,4 \text{ см}^2$ . – без покрытия.
6. Неуказанные предельные отклонения размеров: Н14,  $h14 \pm 0,5T14$ .

Рисунок 7.5 – Пример оформления чертежа литой детали

**7.2.5 Обозначение покрытий деталей РЭС.** Для повышения коррозионной стойкости поверхности изделия, улучшения механических свойств материала, а также для придания изделию декоративного вида обычно поверхности деталей покрывают покрытиями. Обозначения покрытий устанавливают ГОСТ 9.306-85 "Покрытия металлические и неметаллические неорганические" и ГОСТ 9.032-74 "Покрытия лакокрасочные".

Покрытию могут подвергаться все поверхности деталей или избирательные участки. В нормальных условиях эксплуатации толщина гальванических покрытий 6-9 мкм, в атмосферных и морских - 12-15 мкм.

Ряд покрытий требует предварительного нанесения подслоя. Никелевое покрытие, наносимое на сталь, требует, например, медного подслоя, а серебряное, наносимое на латунь или бронзу, - медного подслоя. Для применения

покрытия из драгоценных металлов, например серебряного, необходимо обоснование. О применении покрытий на чертежах деталей соответствующим образом делаются записи (таблица 7.4).

**Таблица 7.4 - Примеры обозначения покрытий на деталях**

Обозначение в технических требованиях	Расшифровка и назначение покрытия
1	2
Покрытие Ц9.хр., кроме отверстий	<p>Материал покрытия – цинк, толщина – 9 мкм, последующее хромирование</p> <p>Как правило, наносится на стальные детали, работающие в нормальных условиях внутри корпуса изделия</p>
Покрытие хим.окс.прм.	<p>Покрытие выполнено методом химического оксидирования с промасливанием</p> <p>Как правило, наносится на стальные детали, работающие в нормальных условиях внутри корпуса изделия</p>
Покрытие Кд15.хр.	<p>Материал покрытия – кадмий, толщина – 15 мкм, последующее хромирование</p> <p>Как правило, наносится на стальные детали, работающие в условиях атмосферных осадков и в морском климате</p>
Покрытие М6.Н12	<p>Двухслойное покрытие: I слой - медь толщиной 9 мкм; II слой - никель толщиной 12 мкм</p> <p>Как правило, наносится на латунные или бронзовые детали, работающие в нормальных условиях снаружи корпуса изделия, т.к. обладает хорошими декоративными свойствами</p>
Покрытие М3.Срб	<p>Двухслойное покрытие: I слой - медь толщиной 3 мкм; II слой - серебро толщиной 6 мкм</p> <p>Как правило, наносится на латунные или бронзовые детали, работающие в качестве контактирующих элементов, т.к. обладает малым сопротивлением</p>

Продолжение таблицы 7.4

1	2
Покрытие ан.окс.черн.	<p>Покрытие выполнено методом электро-химического (анодного) оксидирования с чернением</p> <p>Как правило, наносится на детали из алюминиевых сплавов, работающие в качестве тепло-излучающих элементов конструкции внутри корпуса изделия</p>
Покрытие хим.окс.э	<p>Покрытие выполнено методом химического оксидирования, электропроводное</p> <p>Как правило, наносится на детали из алюминиевых сплавов, работающие в нормальных условиях внутри корпуса изделия</p>

В обозначениях лакокрасочных покрытий, согласно ГОСТ 9.032-74, в первую группу знаков входят обозначение покрытия по ГОСТ 9.825-73 и, при необходимости, предварительное наименование и группа шпатлёвки с указанием числа слоёв; во вторую группу - обозначение классов покрытий (I -VII); в третью - обозначение условий эксплуатации в части действия климатических факторов (по ГОСТ 9.104-79) и особых сред (по ГОСТ 9.032-74), например:

"Покрытие эмаль ЭП-140 серая, III.VI"

**7.2.6 Технические требования и техническая характеристика.** Технические требования и техническую характеристику (ТХ) помещают на свободном поле чертежа над основной надписью в виде текстовой части. При недостатке места их продолжают слева от основной надписи. Текст записывают сверху вниз.

Пункты ТТ и ТХ должны иметь самостоятельную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки, причем строки должны быть не длиннее 185 мм. При выполнении чертежа на двух листах и более ТТ и ТХ помещают только на первых листах.

ТТ на чертеже детали следует приводить в соответствии с ГОСТ 2.316-68. Заголовок "Технические требования" не пишут, если на чертеже помещены только технические требования.

**ТТ рекомендуется излагать в следующем порядке:**

1) требования к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (например, твердость); указание материалов-

заменителей;

2) размеры (формовочные и штамповые уклоны, радиусы и пр.); предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей; дисбаланс;

3) требования к качеству поверхностей (отделке, покрытию);

4) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

5) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

6) другие требования к качеству, например бесшумность, виброустойчивость;

7) условия и методы испытаний;

8) указания о маркировании и клеймении;

9) правила транспортирования и хранения;

10) особые условия эксплуатации;

11) ссылки на другие документы, содержащие ТТ, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

В последнем пункте технических требований, в обоснованных случаях, необходимо привести следующее требование: "Остальные технические требования по СТБ 1014-95." СТБ 1014-95 распространяется на детали, изготавливаемые механической обработкой, из металлов, резины, стекла, карбонильного железа, кожи, войлока, древесины и применяемые в изделиях приборостроения. Он устанавливает общие технические требования, правила приёмки, методы испытаний, маркировку, упаковку, транспортировку и хранение. В общих технических требованиях содержатся сведения о неуказанных предельных отклонениях размеров, радиусах гибки, вытяжки, закруглений, размерах фасок, глубине зенковки и т.д., например:

- неуказанные предельные отклонения размеров до 1 мм должны быть для отверстий - H13, валов - h13, остальных -  $\pm IT13/2$ , а размеров свыше 1 мм - для отверстий - H14, валов - h14, остальных -  $\pm IT14/2$ ;

- неуказанные предельные отклонения угловых размеров должны быть по 16-й степени точности;

- острые кромки должны быть притуплены радиусом 0,3-0,5 мм или фаской под углом  $45^\circ$ ;

- резьба должна быть предохранена от попадания краски;

- неуказанные отклонения формы и расположения поверхностей долж-

ны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 25.069-81.

На чертежах пружин основные ТТ рекомендуется приводить в последовательности, указанной в ГОСТ 2.401-68, а на чертежах изделий, содержащих надписи, - ГОСТ 9.032-74. Указания о маркировании и клеймении изделий наносят на чертеже по ГОСТ 2.314-68.

Для деталей, изготавливаемых из пластмасс литьем, в последнем пункте ТТ необходимо записать: "Остальные технические требования по ОСТ4 ГО.005.051."

В ТХ содержатся требования о напряжении питания, потребляемой мощности устройства, рабочем давлении газа или жидкости и т.п.

ТХ следует помещать отдельно от ТТ под заголовком "Техническая характеристика", который располагается над ТТ. Оба заголовка не подчеркивают.

**7.2.7 Особенности оформления чертежей плат печатных.** Очень распространенными чертежами в дипломных проектах являются чертежи печатных плат. Термины по печатным платам (ПП) и узлам приведены в ГОСТ 20406-75. Методы конструирования и расчёта содержит ГОСТ 23751-86, общие технические условия приведены в ГОСТ 23752-86. Согласно требованиям, приведенным в ГОСТ 10317-79, размеры каждой стороны должны быть кратными: 2,5 - при длине до 100 мм; 5,0 - при длине до 350 мм; 10,0 - при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон не более 3:1. ГОСТ 2.417-78 устанавливает основные правила выполнения чертежей ПП. Чертежи ПП содержат координатную сетку, которую наносят с шагом 1,25 или 2,5 мм. Размеры отверстий, их количество, размеры zenковки и другие сведения помещают в таблице, расположенной на поле чертежа. Печатные элементы (проводники, экраны, монтажные площадки) положено штриховать. При ширине проводника на чертеже менее двух миллиметров их изображают сплошной жирной линией.

Чертежи *односторонних* и *двухсторонних* печатных плат именуют «Плата печатная». Они относятся к 75 классу 8 подклассу по классификатору ЕСКД. Например, ДПКП. 758716.003 Плата печатная.

Чертеж *многослойной* ПП именуют «Плата печатная многослойная». Он относится к 68 классу 7 подклассу по классификатору ЕСКД. Например, ДПКП. 687263.007 Плата печатная многослойная. В состав комплекта чертежей на многослойную ПП входят спецификация и сборочный чертеж. В спе-



цификации в разделе «Документация» содержатся сведения о конструкторских и технологических документах на многослойную ПП (Сборочный чертеж (СБ), Таблица координат отверстий (ТБ), Ведомость документов на носителях данных (ВН) и т.п.), в разделе «Детали» - сведения о слоях ПП (они оформляются, как правило, в виде чертежей БЧ с указанием материала и размера), в разделе «Материалы» - сведения о прокладках между слоями ПП. На сборочном чертеже на первом листе указываются технические требования, требования к отверстиям, внешний вид ПП с габаритными и присоединительными размерами, а также разрез многослойной ПП с указанием порядка следования и количества слоев и межслойных диэлектрических прокладок, на последующих листах – рисунки отдельных проводящих слоев.

Возможно выполнение отдельных слоев многослойной ПП в виде отдельных чертежей аналогично односторонним ПП.

На чертеже ПП наносят координатную сетку линиями толщиной 0,2...0,5 мм в соответствии с выбранным шагом и масштабом. Линии координатной сетки относительно нулевой нумеруются через один или несколько шагов (но не более пяти) цифрами. Допускается простановка номеров линий по четырем сторонам чертежа печатной платы.

На чертеже ПП допускается приводить дополнительные виды с частичным изображением рисунка.

Чертежи печатных плат выполняют, как правило, в масштабах 1:1, 2:1, 4:1, 5:1, 10:1.

Размеры на ПП наносятся одним из следующих способов:

- 1) в соответствии с ГОСТ 2.417-91;
- 2) нанесением координатной сетки в прямоугольной системе координат (линии сетки нумеруются);
- 3) нанесением координатной сетки в полярной системе координат;
- 4) комбинированным способом с помощью размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат.

Шаг координатной сетки в прямоугольной системе координат равен (по ГОСТ 10317-79) 2,5 мм, дополнительный - 1,25 или 0,5 мм.

За ноль в прямоугольной системе координат на главном виде печатной платы следует принимать:

- центр крайнего левого нижнего отверстия, находящегося на поле платы, в том числе технологического;
- левый нижний угол печатной платы;
- левую нижнюю точку, образованную линиями построения.

При необходимости нужно указать границы участков платы, которые не допускается занимать проводниками, при этом на чертеже следует применить штрихпунктирную линию.

Проводники на чертеже должны изображаться одной линией, являющейся осью симметрии проводника. Проводники шириной более 2,5 мм могут изображаться двумя линиями, при этом если они совпадают с линиями координатной сетки, то численное значение ширины не указывается.

Круглые отверстия, имеющие зенковку, и круглые контактные площадки с круглыми отверстиями следует изображать одной окружностью. Их форму и размеры оговаривают на поле чертежа в ТТ.

Круглые контактные площадки и контактные площадки произвольной формы, не обозначенные размерами, выполняются на чертеже тоже окружностью.

Для простановки размеров контактной площадки под многовыводные элементы контактную группу в увеличенном масштабе выносят на поле чертежа.

Размер отверстия на чертеже печатной платы обозначают условно. Размер отверстия в миллиметрах, наличие металлизации, его условное обозначение и количество представляют в виде таблицы на поле чертежа, Проводники, имеющие заданную ширину, показывают на чертеже. Если такой проводник имеет по длине переменную, ширину, то ее указывают на каждом участке.

При наличии на чертеже печатной платы двух и более проводников, имеющих заданную ширину, допускается их изображение выполнять штриховкой, зачернением.

При необходимости форму и размеры вырезов на широких проводниках и экранах показывают на чертеже.

Маркировку печатной платы располагают на чертеже с одной или двух сторон. Размер шрифта и способ маркировки указывают в технических требованиях чертежа.

На чертежи обязательно наносится следующая маркировка: обозначение

ПП или её условный шифр; дата изготовления; буквенно-цифровое обозначение слоёв многослойных ПП; порядковый номер изменения чертежа.

Комплектность КД на ПП и требования по их выполнению при автоматизированном проектировании устанавливает ГОСТ 2.123-83.

При изготовлении чертежей сложных насыщенных печатных плат рекомендуется размещать на отдельных листах трассировку печатных проводников, маркировку, конфигурацию защитных масок и т.п. Чертежи слоев многослойных печатных плат также помещают на отдельных листах.

Параметры элементов рисунка рекомендуется группировать в виде таблицы и размещать ее на свободном поле чертежа. В таблице можно указывать минимально допустимые значения элементов проводящего рисунка (ширины печатного проводника, диаметра контактной площадки и др.). Расположение отверстий допускается обозначать координатным способом.

Рекомендуемый состав и последовательность записи технических требований чертежа:

- печатную плату изготовить... (метод изготовления указывается только в случае невозможности изготовления другим методом);
- печатная плата должны соответствовать ГОСТ 23752-79, группа жесткости... ; . шаг координатной сетки... мм;
- сведения об элементах рисунка печатной платы, не указанные в чертеже. Параметры элементов рисунка рекомендуется группировать в виде таблицы и размещать ее на свободном поле чертежа. В таблице можно указывать минимально допустимые значения элементов проводящего рисунка (ширины печатного проводника, диаметра контактной площадки и др.). Расположение отверстий допускается обозначать координатным способом;
- размеры для справок;
- покрытие... (указывают только конструктивное покрытие. Обозначение покрытия записывается по ГОСТ 9.306-85);
- масса покрытия (массу покрытия указывают только для драгметаллов);
- маркировать... .шрифт... по...;
- дополнительные указания.

Для печатных плат, имеющих одинаковые технические требования, допускается технические требования чертежа выполнять отдельным документом.

### **7.2.8 Типовые технические требования на чертежах печатных плат.**

Двухсторонняя ПП должна содержать следующие технические требования:

- 1 ПП изготовить комбинированным позитивным методом.
- 2 ПП должна соответствовать ГОСТ 23752-86, группа жёсткости 2.
- 3 Класс точности 3 по ГОСТ 23751-86.
- 4 Шаг координатной сетки .1,25 мм, ГОСТ 2.417-78.
- 5 Форма контактных площадок произвольная.
- 6 Допускаемые отклонения очертаний проводников, контактных площадок от заданных чертежом  $\pm 0,1$  мм.
- 7 \* Размеры для справок.
- 8 Покрытие: М 24 О-С (64) 12 опл. Покрытие концевых печатных контактов Ср-Су (99.4) 6 на размер В с двух сторон платы.
- 9 Маркировать краской маркировочной МКЭЧ черной по ОСТ 4Г0.054.205.VI дату изготовления. Шрифт 3Пр3 по СТБ 992-95.
- 10 Маркировать травлением, шрифт 2,5-Пр3 по СТБ 992-95, в узких местах - шрифт 2,0-Пр3:
  - а) позиционные обозначения;
  - б) знаки вспомогательной маркировки. Толщина линий 0,3 мм.
- 11 Допускается смещение маркировки в места, удобные для чтения.
- 12 предельные отклонения расстояний между осями двух любых концевых печатных контактов  $\pm 0,1$  мм.
- 13 Неуказанные предельные отклонения размеров  $\pm IT 14/2$ .
- 14 Остальные технические требования по СТБ 1014-95.

Чертеж печатной платы дан в приложении Т.

При проектировании печатных плат под технологию монтажа поверхность рекомендации по заполнению ТТ несколько отличаются, например:

- 1 \*Размер для справок.
- 2 Предельные отклонения на размеры и расположение элементов конструкции по 3 классу точности ГОСТ23751-86 обеспечиваются инструментом.
- 3 Н14. h14.  $\pm IT12/2$ .
- 4 Плату изготовить фотохимическим методом.

5 Следы перфорации по контуру платы не допускаются.

6 Размеры и количество контактных площадок см. таблицу 1 отверстий - таблицу 2 лист 2.

7 Печатный монтаж, прямая и обратная маркировки и маска должны соответствовать утвержденным фотошаблонам см. листы 3, 4, 5, 6.

8 Сопротивление изоляции проверять между точками Л и М (см. лист 3).

9 Плата предназначена для автоматизированной установки ЭРЭ.

10 Допускается разрыв подрезанных контактных площадок в 10 местах.

11 Эпоксидную маску по КПКП.750870.001 не наносить. Нанести фотопроявляемую паяльную маску зеленую G-37 MAC и MASK 7000 фирма MAC Dermid. Допускается наносить маску MAC и MASK PSR 550 фирма MAC Derrnid.

12 Максимальный прогиб платы относительно диагонали не более 3 мм.

13 В зоне К допускаются следы технологических отверстий.

14 Остальные ТТ по КПКП.750870.001, СТБ1014-95.

**7.2.9 Особенности оформления чертежей на микросхемы.** Разработка и оформление чертежей на микросхемы тесно связаны с технологией их изготовления. Одним из важнейших чертежей при этом является чертеж совмещенной технологии. Разработка такого чертежа предшествует выполнению чертежей отдельных слоёв. Его выполняют на первом листе документа, на последующих - показывают слои. Каждый из чертежей на отдельный слой должен содержать одну проекцию кристалла, показывающую форму и расположение фигур слоя, с порядковыми номерами вершин (у левого нижнего угла фигуры), с которых начинают нумерацию остальных вершин и продолжают по часовой стрелке, причём к следующей фигуре переходят по направлению снизу вверх и слева направо, а также габаритные размеры кристалла, координаты по осям x и y, основную надпись, содержащую то же обозначение, что и чертеж совмещенной топологии, ТТ. Таблицу координат, измеренных на чертеже для всех вершин фигур в миллиметрах, а также действительные величины координат в микрометрах обычно помещают на отдельном листе с основной надписью чертежа совмещенной технологии и буквами ТБ. Эти обозначения, согласно ГОСТ 2.316-68, приводят в технических требованиях.

## **8 Особенности выполнения неосновных конструкторских документов**

### **8.1 Чертеж общего вида**

Чертеж общего вида (по ГОСТ 2.119-73) должен давать сведения о конструкции, взаимодействии составных частей, эксплуатационно-технической характеристике проектируемого изделия и пояснять принцип его работы.

На чертеже общего вида должны быть:

а) изображены виды, разрезы и сечения изделия, нанесены надписи и текстовая часть, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;

б) указаны наименования (если возможно, то и обозначения) составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводятся технические характеристики, указываются материал, количество, и тех составных частей изделия (например, органов управления), с помощью которых описывается принцип работы изделия, поясняются изображения общего вида и состав изделия;

в) приведены необходимые размеры и, если требуется, схема (например, кинематическая) изделия, техническая характеристика и технические требования.

Чертеж выполняется с максимальными упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73 и другими стандартами. Составные части изделия (в т.ч. заимствованные и покупные) рекомендуется изображать упрощенно (отдельные - лишь контурными очертаниями), если при этом понятны конструкция, взаимодействие составных частей и принципы работы изделия. Составные части могут изображаться на одном листе с общим видом или на отдельных последующих листах этого чертежа. Наименования и обозначения составных частей изделия должны быть указаны одним из следующих способов:

– на полках линий-выносок, проведенных от деталей, на чертеже общего вида;

– в таблице, размещаемой на чертеже общего вида;

– в таблице, выполненной отдельно в виде последующих листов этого чертежа.

Таблица должна состоять из граф: “Поз.”, “Обозначение”, “Кол.”, “Дополнительные указания”, а если необходимо, - граф “Материал”, “Наименование” и др.

При наличии таблицы, номера позиций составных частей изделия должны быть указаны на полках линий-выносок в соответствии с этой таблицей. Рекомендуется такая последовательность записи составных

частей изделия в таблицу:

- 1 заимствованные изделия;
- 2 покупные изделия;
- 3 вновь разрабатываемые изделия.

Чертеж общего вида следует оформлять в соответствии с правилами, установленными для разработки рабочих чертежей (в отношении расположения номеров позиций, подписей, текста технических требований).

## **8.2 Габаритный чертеж**

Габаритный чертеж следует выполнять с максимальными упрощениями, но так, чтобы были видны крайние положения перемещающихся, выдвигаемых или откладываемых частей, рычагов, кареток, крышек на петлях и т.п.

Число видов должно быть минимальным, но достаточным, чтобы дать представление о внешних очертаниях изделия и его выступающих элементах. Изображения изделия следует выполнять сплошными основными линиями, а очертания частей, перемещающихся в крайние положения, - тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

На габаритном чертеже допускается изображать тонкими линиями "обстановку" - детали и сборочные единицы, не входящие в состав изделия.

На габаритном чертеже должны быть нанесены габаритные, установочные и присоединительные размеры, определяющие положение выступающих частей, без указания того, что все эти размеры справочные. Установочные и присоединительные размеры, необходимые для увязки с другими изделиями, должны быть с предельными отклонениями. Допускается указывать координаты центра тяжести. На габаритном чертеже можно указывать условия применения, хранения, транспортирования и эксплуатации изделия.

## **8.3 Сборочный чертеж**

Одним из важнейших видов конструкторской документации являются сборочные чертежи. Согласно ГОСТ 2.109-73, сборочный чертеж содержит изображение сборочной единицы с минимальным, но достаточным количеством видов, разрезов и сечений, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки (изготовления), контроля и

т.п. Для полного удовлетворения этих требований, согласно ГОСТ 2.102–68, необходимо выполнять кроме сборочного габаритный, монтажный и другие чертежи. Однако в учебных проектах с целью уменьшения объема графических работ эти чертежи рекомендуется совмещать на одном сборочном чертеже.

**8.3.1 Особенности проектирования сборок.** Сборка - наиболее сложный и ответственный процесс в общем комплексе производства изделий РЭС. Методы сборки, обеспечивающие требуемые точность и качество, в значительной степени зависят от конструкции деталей и сборочных единиц, их взаимозаменяемости, оптимального построения размерных цепей.

Независимо от типа производства (единичное, серийное, массовое) конструкция изделия должна состоять из отдельных четко разграниченных сборочных единиц, обеспечивать параллельность и независимость сборки, а также простоту связей.

Число деталей собираемого изделия (сборочной единицы) должно быть минимальным, этого можно достичь правильным конструированием. Сложные изделия, состоящие из большого числа деталей, рекомендуется конструировать по блочному (агрегатному) принципу.

При проектировании следует стремиться к уменьшению числа крепежных деталей. Вместо резьбового крепежа целесообразно применять сварку, расклепку, развальцовку, резку, также следует избегать применения соединений, которые трудно выполнить, например, шпоночные, с пружинами и другие крупногабаритные и тяжелые детали должны иметь специальные элементы для установки (отверстия, приливы и т. д.) и фиксации.

Детали, входящие в сборочные единицы, должны иметь простую форму. В противном случае необходимо, чтобы они имели явно выраженные базовые поверхности.

Шероховатость сопрягаемых поверхностей деталей должна быть обоснована. Детали, сопрягаемые в осевом направлении по кромкам поверхностей, должны иметь конструктивные элементы, облегчающие самоустановку и самоцентрирование поверхностей. Допуски на размеры деталей должны обеспечивать возможность осуществления сборки методом полной или частичной взаимозаменяемости. Необходимо также предусматривать средства, предотвращающие поворачивание болтов при затяжке.



Следует избегать или сводить до минимума совместную механическую обработку деталей (в сборе), включая сверление и выполнение резьбы, так как это снижает производительность и нарушает основной принцип поточной сборки - взаимозаменяемость сборочных единиц и деталей.

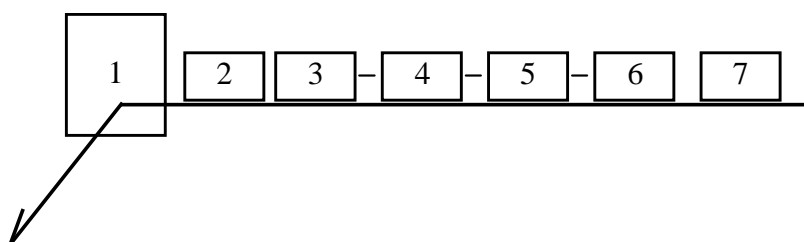
При проектировании сборок необходимо учитывать класс исполнения по условиям эксплуатации (приложение У).

**8.3.2 Выполнение соединений в сборках.** Соединения деталей в сборках могут выполнять различными способами: сваркой, пайкой, склеиванием, заклепками, резьбовыми соединениями и т.д.

При производстве РЭС чаще всего применяют точечную, роликовую, ультразвуковую, контактную сварку. Выбранный метод сварки должен обеспечивать помимо необходимых прочностных и эксплуатационных свойств конструкции ее минимальную деформацию в процессе сварки, что зависит от жесткости конструкции, режима сварки и толщины соединяемых элементов.

В большинстве случаев базой для сборки и сварки деталей в сварных конструкциях служат поверхности деталей, поэтому размеры, определяющие положение таких деталей в сборочной единице, следует проставлять от плоскости или кромки, за исключением деталей, имеющих форму тел вращения, в которых за одну из баз целесообразно принимать ось симметрии. За базовую принимают деталь, имеющую наибольшую поверхность или протяженность кромок и простую форму. На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски.

Согласно ГОСТ 2.312-72 видимый сварной шов изображают сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией, точечный шов - отдельными крестами. При необходимости изображают конструкцию шва в поперечном сечении. Изображение шва содержит также линию-выноску с одно-сторонней стрелкой и полкой для надписей (рисунок 8.1).



1 – вспомогательные линии шва: по замкнутой линии, монтажного;

- 2 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов;  
 3 – буквенно-цифровое обозначение шва; 4 – условное обозначение способа сварки (допускается не указывать); 5 – прямоугольный треугольник и размер катета углового шва; 6 – знак прерывистого шва: размер длины провариваемого участка, знак «/» или «Z» и размер шага;  
 7 – вспомогательные знаки

Рисунок 8.1 – Структура условного обозначения стандартного сварного шва

Обозначение нестандартного шва содержит лишь три вида информации:

- 1 - вспомогательные линии шва: по замкнутой линии, монтажного;  
 2 – для прерывистого шва: размер длины провариваемого участка, знак «/» или «Z» и размер шага; для точки: диаметр и шаг;  
 3 – вспомогательные знаки.

Вспомогательные знаки, применяемые для обозначения сварных швов, содержатся в приложении Ф.

Например, обозначение шва (рисунок 8.2) можно расшифровать так: шов стандартный, выполненный дуговой сваркой в защитном газе по периметру, тип соединения – угловое, без скоса кромок, шов односторонний, прерывистый, длина провариваемого участка 15 мм, шаг 40 мм, усиления шва снять с лицевой стороны, шероховатость обработанной поверхности Ra 12,5.

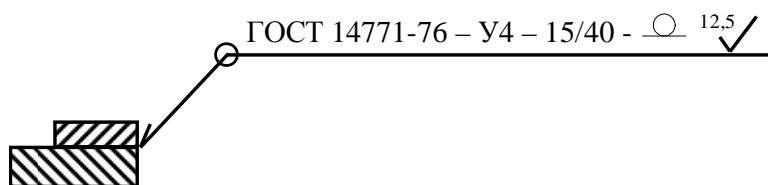


Рисунок 8.2 – Пример условного обозначения стандартного сварного шва

Если сварные швы одинаковы по всем параметрам, то им присваивается общий порядковый номер, который наносится у одного из изображений на наклонной линии-выноске с указанием количества швов. От остальных изображений соответствующих швов проводятся линии-выноски с тем же номером.

Специфика паяного соединения состоит в том, что при пайке заполнение зазора между соединяемыми деталями происходит без плавления основного металла. Современные методы пайки обеспечивают соединение материалов с

разливными физико-химическими свойствами при сохранении неизменными или незначительно меняющимися исходных свойств материала после пайки. При конструировании паяных соединений из разнородных металлов необходимо учитывать различие их температурных коэффициентов расширения; кроме того, надо обеспечить в соединении капиллярный зазор и условия для течения в нем припоя. Перед пайкой необходима более точная (в отличие от сварки) механическая обработка поверхностей ( $R_a$  не более 6,3 мкм). Швы паяных соединений изображают по ГОСТ 2.313-82. Линия паяного шва обозначается двойной толщиной. К линии паяного шва примыкает условное обозначение пайки. Если в технических требованиях указаны требования к паяному соединению, то на линии-выноске указывают номер пункта (рисунок 8.3, а). Окружность в месте излома линии-выноски обозначает пайку по периметру.



а – паяный шов; б – клееный шов

Рисунок 8.3 – Пример условного обозначения шва

Клеевые соединения обозначаются аналогично (рисунок 8.3, б). Обозначение клеящего вещества приводят в технических требованиях по типу БФ-4 ГОСТ 12172-74

Соединения заклепками применяют для деталей из несвариваемых, а также не допускающих нагрева материалов. Заклепки изготавливают из достаточно пластичных для образования головок материалов: алюминиевых сплавов, сталей, латуней и др. Наиболее широко применяют заклепки с полукруглыми, потайными и плоскими головками.

Резьбовые детали, с помощью которых выполняют соединения, называют крепежными. К ним относят болты, винты, шпильки и гайки. Под гайки при соединении деталей необходимо подкладывать шайбы, а для исключения самоотвинчивания крепежных деталей при ударах и вибрациях - пружинные шайбы, шплинты, штифты и др. Форма и размеры этих деталей устанавлива-

ются соответствующим ГОСТом, а требования к материалу, покрытию и прочие условия к изготовлению деталей регламентирует ГОСТ 1759-70. Если соединяются неметаллические детали, то со стороны и головки крепежного изделия и гайки необходимо устанавливать шайбы.

### **8.3.3 Содержание сборочных чертежей.**

*Сборочный чертеж изделия должен содержать:*

- 1) изображение сборочной единицы, позволяющее осуществить ее сборку и контроль;
- 2) размеры с указанием предельных отклонений (и другие параметры и требования), которые проверяются при сборке;
- 3) сопряженные размеры с обозначением посадок (в местах установки на валы и в корпус зубчатых и червячных колес, подшипников, втулок и т.д.);
- 4) основные размеры, характеризующие изделие и его основные составные части (например, для редуктора: межосевое расстояние с допускаемыми отклонениями; направление линии, угла наклона и число зубьев);
- 5) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- 6) основные технические характеристики изделия;
- 7) габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры;
- 8) технические требования к готовому изделию.

*Габаритными* размерами называются размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия. *Установочными* и *присоединительными* называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию. К *справочным*, согласно ГОСТ 2.307-68, относят следующие размеры:

- 1) один из размеров замкнутой цепи;
- 2) размеры, перенесенные с чертежей изделий заготовок;
- 3) размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня;
- 4) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

5) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе основной надписи;

б) размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных.

Сборочный чертеж изделия рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на одном или нескольких листах формата А1 (в зависимости от размеров и сложности изделия могут быть использованы другие масштабы и форматы листов).

На сборочном чертеже необходимо указывать в соответствии со спецификацией номера позиций всех составных частей сборочной единицы. Эти номера указывают на основных видах и разрезах и помещают на полках линий-выносок, проводимых от видимых изображений составных частей и заканчиваемых точкой, причем выноски и полки проводят тонкими линиями. У зачерненных или узких площадей точку заменяют стрелкой. Номера позиций следует располагать параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группировать их в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номера позиций наносят на чертеж один раз. Шрифт номеров позиций должен быть на один (два) размер больше, чем шрифт размерных чисел данного чертежа.

*Общая линия-выноска с вертикальным расположением позиций допускается:*

- для группы крепежных деталей, расположенных в одном месте;
- для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью;
- при невозможности подвести выноску к каждой составной части.

Линию-выноску в этих случаях отводят от изображения составной части, номер позиции которой указан первым.

Изображение на чертеже может быть упрощенным в соответствии с ГОСТ 2.109-73. В частности:

- ✓ не показывать выступы, рифления, насечки, оплетки и другие мелкие элементы, маркировочные и технологические данные;
- ✓ сварной узел изображать как монолитное тело;
- ✓ шестигранные и квадратные головки гаек и винтов изображать упрощенно;
- ✓ крепежные детали (винты, болты, шпильки, гайки, шайбы, закладки и т.п.), шпонки, сплошные валы, зубья и спицы колес и маховиков условно показывать нерассеченными, если секущая плоскость направлена вдоль оси такой детали;

- ✓ если вал имеет углубления, шпоночные пазы, центровые отверстия, то для изображения этих элементов следует применять местные разрезы;
- ✓ шарики подшипников качения показывать нерассеченными;
- ✓ ребра жесткости и тонкие стенки показывать рассеченными, но без штриховки;
- ✓ пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т.п.) размером 2 мм и менее изображать с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

Перемещающиеся части изделия изображают в крайнем или промежуточном положении только штрихпунктирными линиями с двумя точками с размерами, характеризующими эти положения. Перемещающиеся части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например «Крайнее положение шатуна поз. 5».

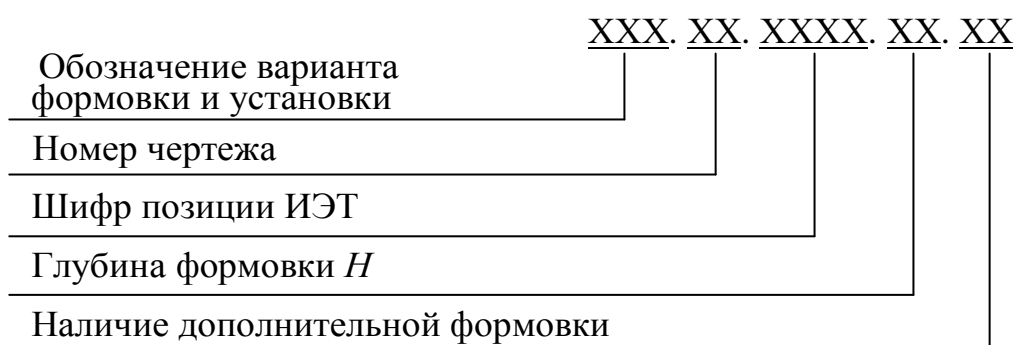
На сборочном чертеже устройства допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий (обстановку) и размеры, определяющие их взаимное расположение. Предметы «обстановки», как правило, выполняются упрощенно и приводятся для определения места изделия. Составные части изделия, расположенные за «обстановкой», изображают как видимые.

В технических требованиях на сборочных чертежах, в обоснованных случаях, следует указать: "Остальные технические требования по СТБ 1022-96". Данный стандарт содержит общие требования, требования к подвижным и неподвижным соединениям, методы испытаний и правила приемки. В документе указывается, что неподвижные соединения не должны иметь качки, проворачивания; резьбовые соединения затянуты, а резьба должна быть без краски; шлицы, грани не сорваны и не смяты; подвижные части должны перемещаться без рывков, заеданий, плавно, шум должен быть однотонным, стопорные устройства должны фиксировать требуемое положение; испытания изделий необходимо проводить в нормальных условиях. Требования отличные от требований стандарта, в том числе и требования о маркировке, упаковке, транспортировке и хранении, надо оговаривать в сборочных чертежах специальными пунктами в технических требованиях.

**8.3.4 Оформление сборочного чертежа печатного узла.** Сборочный чертеж печатного узла должен давать полное представление о характере расположения навесных элементов и способе их установки на платы. Способы

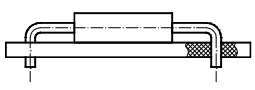
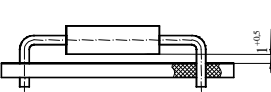
установки в соответствии с нормативно-технической документацией (ОСТ 4.010.030-81, ГОСТ 29137-91, стандарты предприятий, рекомендуемые документы и т.п.) приводятся в технических требованиях, а для элементов, отсутствующих в ней - отдельными видами на поле чертежа.

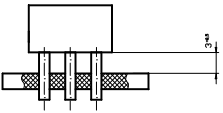
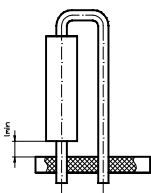
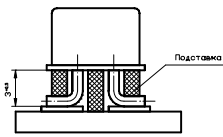
Например, ГОСТ 29137-91 содержит общие требования и нормы конструирования по формовке выводов и установке изделий электронной техники на печатные платы. В данном ГОСТе для обозначения варианта формовки выводов и установки ИЭТ на печатные платы устанавливают следующую структуру условных обозначений:



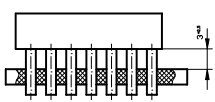
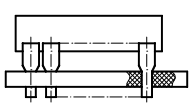
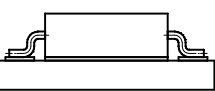
Данные для условного обозначения формовки ИЭТ приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Варианты типовых конструктивных исполнений формовки ИЭТ

Типовое конструктивно исполнение	Обозначение варианта формовки и установки	Номер чертежа	Шифр позиции ИЭТ	Характеристика ИЭТ
1	2	3	4	5
	010	2	0201 – 0221	Резисторы, конденсаторы, диоды, дроссели в цилиндрических и прямоугольных корпусах с двумя осевыми выводами
	011		0301 – 0341	
	140	2	0201 – 0221 0301 – 0341	Резисторы, конденсаторы, диоды, дроссели в цилиндрических и пря-

				моугольных корпусах с двумя осевыми выводами
	190	-	-	Транзисторы в прямоугольных и цилиндрических корпусах с тремя – однонаправленными выводами
	220	3	0401 – 0407	Резисторы, конденсаторы, диоды, дроссели в цилиндрических и прямоугольных корпусах с двумя осевыми выводами
	270	11	-	Транзисторы в цилиндрических корпусах с однонаправленными выводами
	271			

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
	320	-	-	Микросхемы и другие ИЭТ в корпусах типа 1 по ГОСТ 17467
	330	-	-	Микросхемы и другие ИЭТ в корпусах типа 2 по ГОСТ 17467
	360	18	1101 - 1113	Микросхемы и другие ИЭТ в корпусах типа 4 по ГОСТ 17467
	361			



Пример условного обозначения варианта формовки выводов и установки резистора, соответствующего исполнению 14 с длиной корпуса 10,8 мм при использовании зиг-замка:

140.02.0203.00.02.

Пример записи вариантов формовки выводов и установки ИЭТ, имеющих согласно спецификации поз. 3, 7, 9:

*Установку производить по ГОСТ 29137:*

*поз. 3 – вариант 140.02.0203.00.02,*

*поз. 7 – вариант 071.04.0602.12.00,*

*поз. 9 – вариант 301.14.0000.00.00.*

При формовке выводов ИЭТ размером от корпуса ИЭТ до места изгиба вывода  $L_0$  считают размер от корпуса ИЭТ и до центра окружности изгиба вывода (рисунок 8.4).

При установке ИЭТ на печатные платы размером от корпуса до места пайки вывода считают размер от корпуса ИЭТ вдоль оси вывода до места приложения паяльника или зеркала припоя (размер, определяющий расстояние между точками а и б вдоль оси вывода), в том числе при пайке вывода в металлизированное отверстие.

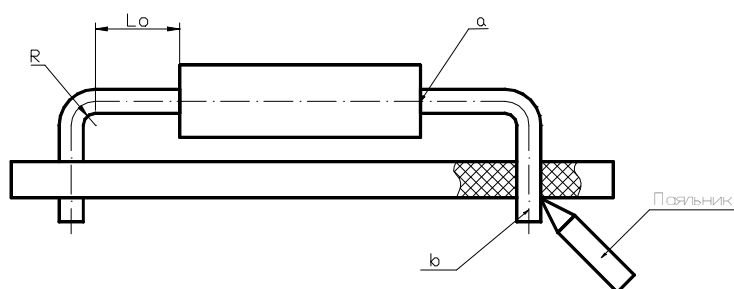


Рисунок 8.4

Минимальный размер от корпуса ИЭТ до места изгиба при формовке выводов  $L_0$ , мм,:

для резисторов, конденсаторов 0,5

для микросхем и других ИЭТ в корпусах типа 4

по ГОСТ 17467 . . . . .	1,0
для полупроводниковых приборов . . . . .	2,0
для дросселей . . . . .	3,5
Минимальный внутренний радиус изгиба выводов R, мм,:	
для выводов диаметром или толщиной до 0,5	
включительно . . . . .	0,5
для выводов диаметром или толщиной свыше 0,5 до	
1,0 мм включительно . . . . .	1,0
для выводов диаметром или толщиной	
свыше 1,0 мм	1,5

В технически обоснованных случаях допускается уменьшать внутренний радиус изгиба выводов до 0,3 мм.

Минимальный размер от корпуса ИЭТ до места пайки – 2,5 мм.

Допускается уменьшение указанного размера при условии обеспечения теплоотвода в процессе пайки.

Предельные отклонения размеров между осями двух любых выводов ИЭТ, устанавливаемых в монтажные отверстия, –  $\pm 0,2$  мм, а на контактные площадки –  $\pm 0,1$  мм. Остальные размеры формовки выводов ИЭТ не контролируются и должны быть обеспечены инструментом.

Установочные размеры для ИЭТ, устанавливаемых в отверстия печатных плат, следует выбирать кратным шагу координатной сетки 2,5 мм или 1,25 мм в соответствии с ГОСТ 10317.

Минимальный установочный размер ( $l_y$ ) в миллиметрах для ИЭТ исполнений 1, 4 – 6, 14 – 16 (рисунок 8.5) следует рассчитывать по формуле

$$l_y = L + 2l_0 + 2R + d \quad (8.1)$$

где  $L$  – максимальная длина корпуса, мм;

$l_0$  – минимальный размер до места изгиба вывода, мм;

$R$  – радиус изгиба вывода, мм;

$d$  – номинальный диаметр вывода ИЭТ, мм.

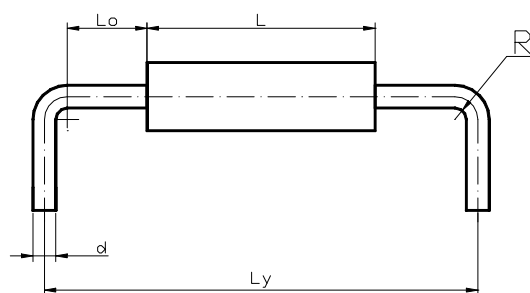


Рисунок 8.5

Минимальные установочные размеры ( $l_y$ ) в миллиметрах для ИЭТ исполнения 22 (рисунок 8.6) следует рассчитывать по формуле

$$l_y = \frac{D + d}{2} + 0,5, \quad (8.2)$$

где  $D$  – максимальный диаметр (толщина) корпуса, мм;

$d$  – максимальный диаметр вывода, мм.

Формовочные размеры ( $l$ ) в миллиметрах следует рассчитывать по формуле

$$l = l_0 + R + \frac{d}{2}. \quad (8.3)$$

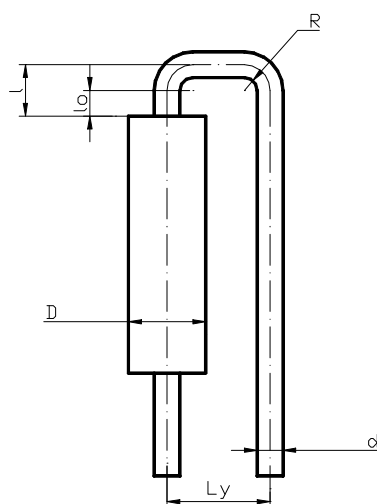


Рисунок 8.6

Минимальные размеры формовки ( $l$ ) в миллиметрах для ИЭТ исполнений 7, 10, 11, 13 (рисунок 8.7) следует рассчитывать по формуле

$$l = L + 2l_0 + 2l_K, \quad (8.4)$$

где  $l_K$  – постоянная унифицированная длина отформованной части вывода, мм.

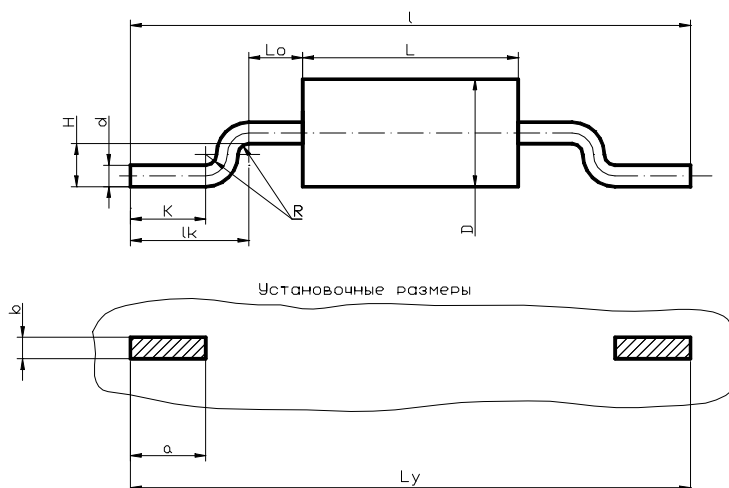


Рисунок 8.7

Постоянную унифицированную длину отформованной части отформованной части вывода ( $l_K$ ) в миллиметрах следует рассчитывать по формуле

$$l_K = 2R + d + K + 0,1, \quad (8.5)$$

где  $K$  – горизонтальная часть отформованного вывода, прилегающая к монтажной площадке, мм ( $K_{min} = 1$ );

0,1 – гарантированный зазор в штампе, мм.

В местах крепления установочных деталей (стоек, втулок, скоб) делают местные разрезы. На чертеже приводят также маркировку позиционных обозначений ИЭТ, условные обозначения выводов трансформаторов и реле, нумерацию выходных контактов, полярности элементов согласно принципиальной электрической схеме, а также оговаривается характер стопорения резьбовых соединений, например, по ГОСТ 30133-95, вид 27, красный;

ры - выполняемые по чертежу (посадки (рисунок 8.8), высота радиоэлементов над печатными платами), габаритные, установочные, присоединительные и другие справочные размеры, например, обозначения резьб и т. д.

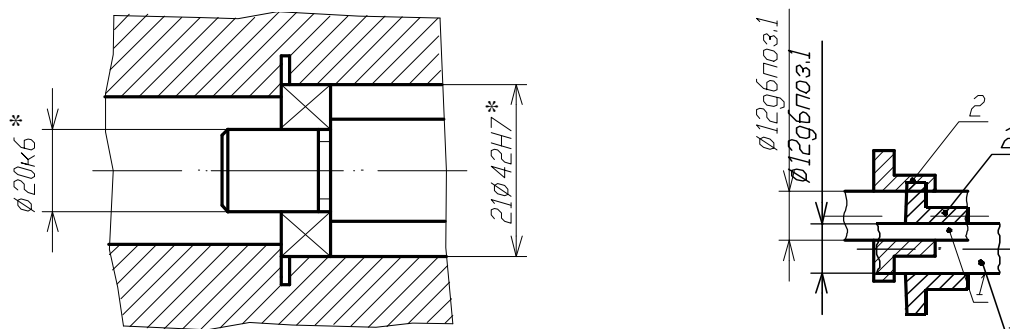


Рисунок 8.8 – Варианты нанесения предельных отклонений на сборочном чертеже

Типовые технические требования к сборочным чертежам изделий РЭС, содержащим печатный и объемный монтаж (блоки РЭС, аппараты, приборы и т.п.):

1 \*Размеры для справок.

2 Перед электромонтажом выполнить полную сборку и при необходимости пригонку деталей. Обработанные поверхности покрыть лаком НЦ-64 бесцветным

3 Трущиеся поверхности смазать смазкой ЦИАТИМ-201, ГОСТ 6267-74.

4 Электромонтаж выполнить проводом поз. 16 по схеме электрической принципиальной ДПКП. 423132.001 ЭЗ.

5 Паять ПОС-61 ГОСТ 21931-76.

6 Провода, идущие в одном направлении, вязать в жгуты нитками поз. 25, крепить скобками поз. 15.

7 Поверхность контакта транзистора поз. 19 с радиатором поз. 10 покрыть пастой КПТ-8, ГОСТ1978-81.

8 Клей ВК-9.

9 ЭРЭ маркировать по ГОСТ 23594-79 в местах, удобных для чтения, краской ТНПФ-53 черной на светлой поверхности и краской ТНПФ-851 белой на темной поверхности. Шрифт 3-Пр41 по СТБ 992-95.

10 Места для клеймения заполнить мастикой № 2 ГОСТ 18680-73.

11 Технические требования к конструкциям разделки и соединения экранов проводов по ГОСТ 23586-79.

12 Технические требования на жгут по ГОСТ 23586-79.

13 Технические требования к разделке монтажных проводов и крепления жил по ГОСТ 23587-79.

14 Технические требования к электромонтажу приборных частей соединителей по ГОСТ 23591-79.

15 Технические требования к монтажу ЭРЭ по ГОСТ 23592-79.

16 Остальные технические требования по СТБ 1022-96.

Типовые технические требования для сборочных чертежей печатных узлов:

1 \*Размеры для справок.

2 \*\*Размеры для формовки выводов элементов обеспечиваются инструментом.

3 \*\*\*Подбирается при регулировании.

4 Установку элементов производить по ГОСТ 29137-91.

5 Шаг координатной сетки 2,5 мм. Элементы ... установить по варианту ...;

установку отдельных элементов см. поле чертежа.

6 Позиционные обозначения элементов показаны условно.

7 Технические требования к монтажу ЭРЭ по ГОСТ 23592-79.

8 Технические требования к конструкциям разделки проводов и крепления их жил - ГОСТ 23587-79.

9 ПОС 61 ГОСТ 21931-76.

10 ПОСК 50-18 ГОСТ 21931-76 для...

11 Пср. 2,5 ГОСТ 19746-74 для...

12 Пайку транзисторов производить при закороченных выводах паяльником с напряжением 6-12 В, мощностью не более 60 Вт в течение не более 3 с.

13 Поверхности соприкосновения транзисторов поз. ... смазать полиметилксановой жидкостью ПМС-1000 ГОСТ 13032-77.

14 На выводы транзисторов поз. ... надеть трубки поз. ...

15 При пайке, промывке и лакировке недопустимо попадание флюса, припоя, спирта и лака на корпуса элементов.

16 Клей ЭЛ-19 ОСТ 4ГО.029.204.

17 Клей ТК-200 ТУ 6-01-1241-80 для ...

18 Клей К-400 ОСТ 4ГО.029.204 для ...

19 Клей ГИПК-231 ТУ 6-05-251-96-79.

20 Стопорить по ГОСТ 30133-95 поз. ... вид ...

21 Стопорение сердечников катушек после регулировки церезином синтетическим. М 100 ГОСТ 7658-74 для ...

22 Покрытие – жидкость гидрофобизирующая 136-41 ГОСТ 10834-76, кроме поверхностей ...

23 Маркировать и клеймить краской ТНПФ-1851 белой. Шрифт 2,5-Пр3 по СТБ 992-95.

24 Остальные технические требования по СТБ 1022-96.

Пример оформления ТТ для печатного узла, изготовленного с применением технологии поверхностного монтажа:

1 Размер для справок

2 Позиционные обозначения элементов полазаны условно.

3 Центры симметрии поверхностно-монтируемых элементов установлены в узлах координатной сетки. Предельные отклонения размеров между центрами элементов при установке не более 0,3мм.

4 Координаты установки поверхностно-монтируемых элементов см. таблицу 1.

---

5 Поверхностно-монтируемые элементы устанавливать на клей SMD-ADHESIVE "Heraeus" PD 860002 S с последующей пайкой волной припоя.

6 Элементы, обозначенные знаком "\*" устанавливать по вариантам исполнений.

7 ПОС-63 ГОСТ 21931-76.

8 При работе с полупроводниковыми приборами обеспечить их защиту от статического электричества в соответствии с ОСТ 11.073.062-84.

9 Остальные ТТ по СТБ 1022-96.

Сборочный чертеж печатной платы приведен в приложении X.

## 9 Оформление текстовых документов

Весьма важным видом технической документации являются текстовые документы. К ним относятся различные инструкции, технические условия и описания, документы ремонтные и эксплуатационные, пояснительные записки и т.п. Общие правила оформления текстовых документов регламентированы ГОСТ 2.105-95. Особенности требований к оформлению технологической документации содержатся в ГОСТ 3.1104-81. Правила выполнения текстовых документов устанавливает ГОСТ 2.106-96. В соответствии с требованиями стандартов их выполняют по формам 5 и 5а. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68.

В дипломных и курсовых проектах допускается пояснительную записку (ПЗ) выполнять на обычных листах А4 формата с соблюдением требований ГОСТ 2.105-95, 7.32-91.

ПЗ как правило выполняется с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004-88 ЕСКД). Текст ПЗ печатается с количеством знаков в строке 60-75, с межстрочным интервалом, позволяющим разместить  $40 \pm 3$  строк на странице. При компьютерном наборе печать производится шрифтом 13-14 пунктов. Высота строчных букв, не имеющих выступающих элементов, должна быть не менее 2 мм. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определениях, важных особенностях, применяя шрифты разной гарнитуры, выделение с помощью рамок, разрядки, подчеркивания и пр.

Текст ПЗ следует размещать на листе, соблюдая следующие размеры полей: *левое* - не менее **30 мм**, *правое* - не менее **10 мм**, *верхнее* - не менее **15 мм**, *нижнее* - не менее **20 мм**.

Текст ПЗ можно излагать на русском или белорусском языках. Сокращения русских и белорусских слов и словосочетаний в записке - по СТБ 7.12 - 94. В тексте ПЗ, за исключением формул, таблиц и рисунков, **не допускается** применять:

- математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово “минус”);



- знак “ $\emptyset$ ” для обозначения диаметра (следует писать слово “диаметр”).  
При указании размера диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак “ $\emptyset$ ”;

- без числовых значений математические знаки, например  $>$  (больше),  $<$  (меньше),  $=$  (равно),  $\geq$  (больше или равно),  $\leq$  (меньше или равно),  $\neq$  (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

В ПЗ следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-81.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в ПЗ разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти - словами.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать, например, 1/2" (но не  $\frac{1}{2}$ ).

При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби допускается записывать его в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, (35А - 8С) / (20В + 10).

Иллюстрации, таблицы и распечатки ЭВМ, включенные в ПЗ (по тексту или в приложении), должны соответствовать формату А4. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листах формата А3.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным 10-13 мм.

Текст ПЗ делится на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты.

Разделы должны иметь заголовки. Подразделы могут иметь заголовки при необходимости. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

**Заголовки** следует писать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Перенос слов в заголовках не допускается.**

Расстояние между заголовком (за исключением заголовка пункта) и текстом должно составлять 2-3 интерлиньяжа (интерлиньяж - расстояние между основными линиями двух соседних строк). Если между двумя заголовками текст отсутствует, то расстояние между ними устанавливается в 1,5-2 интерлиньяжа. Расстояние между заголовком и текстом, после которого заголовок следует, рекомендуется делать несколько больше, чем расстояние между заголовком и текстом, к которому он относится.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точки не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Если раздел или подраздел имеют только один пункт или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Если ПЗ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

Если записка имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

Если текст ПЗ подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений - строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример

а)...

1)\_\_\_\_\_

2)\_\_\_\_\_

б)\_\_\_\_\_

**Страницы** нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, начиная с титульного листа, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту за-

писки. Номер страницы на титульном листе, аннотации и задании не ставится.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ включают в общую нумерацию страниц записки.

Иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту ПЗ (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Иллюстрации, за исключением приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например - Рисунок 1.2.

При ссылках на иллюстрации следует писать “... в соответствии с рисунком 1.2”.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например - Рисунок В.3.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово “Рисунок” и наименование помещают *после пояснительных данных* по центру строки и располагают следующим образом:

*Рисунок 1.1 – Классификация методов активации.*

Иллюстрация, как правило, выполняется на одной странице. Если рисунок не умещается на одной странице, допускается переносить его на другие страницы. При этом тематическое наименование помещают на первой странице, поясняющие данные - на каждой странице и под ними пишут “Рисунок ..., лист ...”, если имеется несколько рисунков, и “Рисунок 1, лист ...”, если имеется один рисунок.

Фотоснимки размером меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрация должна быть расположена так, чтобы ее было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом на 90 % по часовой стрелке. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в записке.

**Оформление таблиц** в ПЗ - по ГОСТ 2.105-95.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 9.1.

Таблица \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
номер наименование таблицы

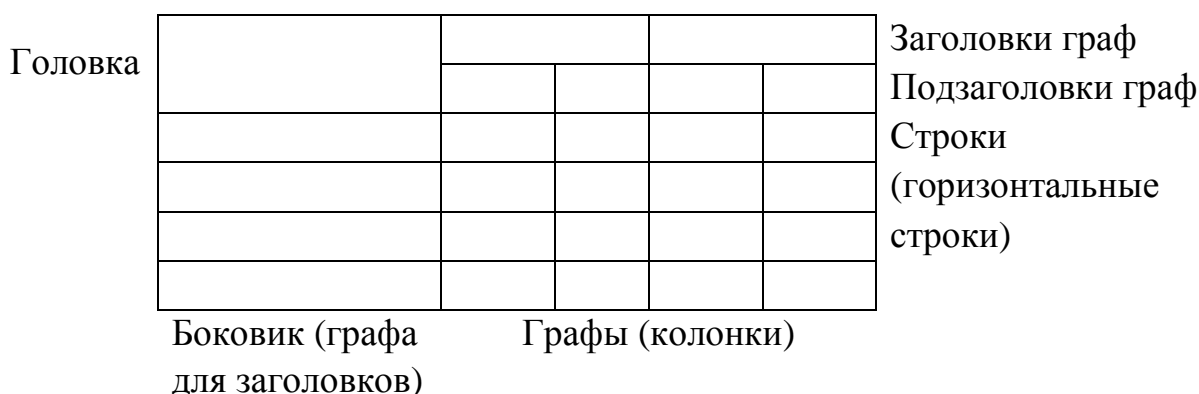


Рисунок 9.1 - Оформление таблицы

Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. *Пример - Таблица А.2.*

На все таблицы должны быть даны ссылки в тексте ПЗ, при ссылке следует писать “таблица” с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложе-

ние с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости - в приложении к записке.

Таблицы, как правило, следует располагать на странице вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем головка таблицы должна размещаться в левой части страницы. Обозначение стандарта и номер страницы в этом случае проставляют в установленном порядке.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

**В формулах** в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой. Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак “×”.

Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложениях, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают (1). Допускается нумеровать формулы в пределах раздела.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Порядок изложения в ПЗ математических уравнений и неравенств такой же, как и формул.

Материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать **в приложениях**. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т.д.

Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием вверху по середине страницы слова “Приложение” и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово “обязательное”, а для информационного - “рекомендуемое” или “справочное”.

Приложение должно иметь заголовки, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь, И, Щ. После слова “Приложение” следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в ПЗ одно приложение, оно обозначается “Приложение А”.

Приложения выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах форматов А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68.

Все приложения должны быть перечислены в содержании ПЗ с указанием их номеров и заголовков.

**Ссылки** на литературные источники указываются порядковым номером (по списку источников), выделенным двумя косыми чертами или квадратными скобками.

*Пример - /3/, [3].*

При ссылке на иллюстрации следует писать "... в соответствии с рисунком 3.1".

Ссылки на таблицы указываются порядковым номером таблицы.

*Пример - в таблице 1.2.*

Ссылки на формулы указываются порядковым номером формулы в круглых скобках.

*Пример - по формуле (3.1).*

В повторных ссылках на иллюстрации и таблицы указывается сокращенно слово "смотри".

*Пример - см. таблицу 1.3.*

**Список использованных источников** должен содержать перечень источников, использованных при выполнении курсового или дипломного проекта. Источники располагаются в порядке появления ссылок в тексте. Сведения об источниках должны даваться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.12-93, ГОСТ 7.4-95, СТБ 7.12-95.

*Пример*

#### Книги

1 Разевиг В.Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001. – М.: «СОЛОН-Р», 2001. – 580 с.

2 Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник / А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко.- Мн.: Выш. шк., 2002. – 415 с.: ил.

3 Романычева Э.Т., Сидорова Т.М., Сидоров С.Ю. AutoCAD. Практическое руководство. – М.: ДМК, Радио и связь, 1997. – 385 с.

#### Статьи

1 Котов Д.А., Осипов А.Н., Бондарик В.М. Система электродов для многоканальной электронной стимуляции // Известия Белорусской инженерной академии. - 2001. - № 1 (11)/3. - С. 149-152.

2 Аппаратура ионизации воздушной среды / Э.С. Кашицкий, В.М. Устинов, А.Н. Осипов и др. // Изобретатель. - 2000. - № .7 - С. 20-22.

3 Larsen R.P. Computer-Aided Preliminary Layout Design of Customized MOS Array // IEEE Trans. of Computers. 1971. Vol. EC-20, № 5. - P. 512-523.

#### Авторские свидетельства и патенты

1 А.с. 436350 СССР. Двоичный сумматор / Ю.Н. Корнеев, С.В. Пискунов, С.И. Сергеев. - Оpubл. в Б.И., 1974, № 26.

2 Пат. 2053064 Россия, МКИ В 23 К 1/20. Способ пайки изделий из ферритов / В.Л. Ланин, В.М. Бондарик (Беларусь). № 5051327/08; Заявл. 8.07.92; Оpubл. 27.01.96. Бюл. № 3. 5 с.

или

3 Пьезоэлектрический датчик: А.с. 477751 СССР, МКИ В 06 В 1/06.

4 Пат. 4893742 США от 16.01.1990. Ultrasonic laser soldering / Bullock P., Hugers Aircraft Co.

#### Нормативно-технические документы

1 ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.

или

2 Качество продукции. Основные термины и определения: ГОСТ 15407-81. – 1981.

В ссылке допускается опускать отдельные обязательные элементы при условии, что оставшийся набор элементов обеспечит поиск объекта ссылки в библиотеке или других фондах. Так, в ссылке на книгу допускается не указывать ее объем (количество страниц). В ссылке на составную часть документа (например, статью) может быть не указано его основное заглавие, но при этом обязательно указание страниц, на которых он опубликован. Если приведено основное заглавие, то страницы могут не указываться.

В ссылке допускается сокращать названия журналов, издательств, мест изданий в соответствии с правилами, приведенными в ГОСТ 7.12-93; 7.11-78.

В ПЗ на первом листе и, при необходимости, на последующих листах помещают *содержание*, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров страниц.

Слово "Содержание" записывают в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.



## **10 Оформление технологической документации**

### **10.1 Комплектность и назначение технологических документов**

Единые правила выполнения, оформления, комплектации и обращения технологической документации установлены комплексом стандартов Единой системы технологической документации (ЕСТД). Стандарты ЕСТД распределены по следующим классификационным группам:

- 0 - основные положения;
- 1 - основополагающие стандарты;
- 2 - классификация и обозначение технологических документов (ТД);
- 3 - правила учета применяемости изделий и технологической оснастки;
- 4 - правила оформления ТД на процессы, специализированные по видам работ;
- 5 - правила оформления ТД на испытания и контроль;
- 6 - вспомогательное производство, правила оформления ТД;
- 7, 8, 9 - для последующих стандартов и нормативного хозяйства.

Согласно ГОСТ 3.1102-81, установлены следующие стадии разработки ТД: на этапе разработки конструкторской документации “Эскизный проект” и “Технический проект” технологическая документация соответствует стадии “Предварительный проект” с присвоением литеры “П”; рабочей документации стадии “Опытный образец” присваивается литера “О”, стадии “Установочная серия” - литера “А”, массового или серийного производства - литера “Б”. Разработка технологической документации в курсовом и дипломном проекте соответствует стадии технического проекта или рабочей документации на стадии опытного образца.

К ТД относятся графические и текстовые документы, назначение и содержание которых приведены в таблице 10.1.

При серийном производстве и маршрутно-операционном типе технологического процесса комплект ТД включает:

- 1) титульный лист (ГОСТ 3.1104-81);
- 2) ведомость технологических документов (ГОСТ 3.1121-84, форма 4);

Таблица 10.1 - Виды и назначение основных технологических документов

Вид документа	Содержание и назначение документа
Маршрутная карта (МК)	Описание ТП изготовления изделия по всем операциям в технологической последовательности с указанием оборудования, оснастки, материальных и трудовых нормативов
Технологическая инструкция (ТИ)	Описание приемов работы или ТП, правил эксплуатации средств технологического оснащения, физических и химических явлений, возникающих на отдельных операциях
Карта эскизов (КЭ)	Эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции или перехода
Комплектовочная карта (КК)	Данные о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия
Карта технологического процесса (КТП)	Операционное описание технологического процесса (ТП) изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида с указанием переходов, технологических режимов и данных об СТО, материалах и затратах
Ведомость оснастки (ВО)	Перечень технологической оснастки и инструмента, необходимых для выполнения данного ТП
Ведомость технологических документов (ВТД)	Состав и комплектность технологических документов, необходимых для изготовления изделия
Операционная карта (ОК)	Описание технологической операции с указанием переходов, данных о технологическом оборудовании, оснастке, инструменте и режимах обработки
Ведомость операций (ВОП)	Операционное описание технологических операций одного вида формообразования, обработки, сборки и ремонта изделия в технологической последовательности, с указанием переходов, режимов и данных об СТО, нормах времени и т.п.

- 3) комплектовочную карту (ГОСТ 3.1123-84, форма б и ба);
- 4) маршрутные карты (ГОСТ 3.1118-84 формы 1 и 1а);
- 5) ведомость оснастки (ГОСТ 3.1122-84 формы 2 и 2а).

При крупносерийном или массовом производстве и операционном типе технологического процесса комплект ТД дополнительно включает:

- 1) операционную карту сборки (ГОСТ 3.1407-82, форма 3 и 3а);
- 2) карту эскизов (ГОСТ 3.1105-84 формы 5 и 5а).

Комплектность ТД в курсовом или дипломном проекте устанавливается в зависимости от вида проекта и заданного типа производства.

## **10.2 Общие правила оформления технологических документов**

Технологическая документация разрабатывается в виде комплекта документов. Виды технологических документов устанавливает ГОСТ 3.1102-81, состав, формы и правила оформления информационных блоков основной надписи – ГОСТ 3.1103-82, общие требования к документам, формам и бланкам – ГОСТ 3.1104-81, термины и определения основных понятий – ГОСТ 3.1109-82.

При составлении любого технологического документа обязательно указывают его назначение, область применения, список лиц, участвующих в оформлении документа, и другие сведения.

Каждому разработанному технологическому документу присваивается самостоятельное обозначение. Согласно ГОСТ 3.1201-85, установлена следующая структура обозначения документа:

	X X X X	X X X X X	X X X X X
<u>Код организации-разработчика</u>			
<u>Код характеристики документа</u>			
<u>Порядковый регистрационный номер</u>			

Четырехзначный буквенный код организации-разработчика присваивается по классификатору предприятий и организаций. В учебных целях для курсовых проектов рекомендуется назначать код КПКП, для дипломного проекта - ДПКП.

Код характеристики документа расшифровывается следующим образом:



Продолжение таблицы 10.4

1	2
40-42	механическая обработка
50, 51	термическая обработка
60	изготовление деталей из пластмасс
70	нанесение защитного покрытия
71	нанесение химического, электрохимического покрытий и химическая обработка
75	электрофизическая обработка
79	Ультразвуковая обработка
80, 81	Пайка
85	электромонтажные работы
88	слесарные, слесарно-сборочные и электромонтажные работы
89	обмоточные и пропиточные работы
90, 91	Сварка

Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 00001 до 99999 в пределах кода организации-разработчика или организации, осуществляющей централизованное присвоение.

Пример обозначения маршрутно-операционной технологии на сборку платы: КПКП.50188.00005, где КПКП - код организации-разработчика; 50 - вид технологического документа (карта технологического процесса); 1 - вид технологического процесса по организации (единичный процесс); 88 - вид технологического процесса по методу выполнения (сборка и монтаж); 00005 - порядковый регистрационный номер.

Технологические документы заполняются, как правило, с помощью печатных устройств по ГОСТ 2.004-88 шрифтом 11-12 pt.

Допускается ТД заполнять машинописным способом с шагом письма 2,54 мм или рукописным способом, черной тушью, четко, с высотой букв и цифр по ГОСТ 2.304-81.

Наименования разделов и подразделов записывают в виде заголовков и подзаголовков и, при необходимости, подчеркивают. Под заголовками и между разделами следует оставлять 1-2 свободные строки. Запись данных сле-

дует производить в технологической последовательности выполнения операций, переходов, приемов работ, физических и химических процессов.

Операции нумеруют числами ряда арифметической прогрессии (5, 10, 15 и т.д.). Допускается к числам добавлять слева нули. Переходы нумеруют числами натурального ряда (1, 2, 3 и т.д.) в пределах данной операции. Установы нумеруют прописными буквами русского алфавита (А, Б, В и т.д.).

Размерные характеристики и обозначение обрабатываемых поверхностей указывают арабскими цифрами. Для обозначения позиций и осей допускается применять римские цифры.

Допускается применять сокращенную запись наименований и обозначений, если в документе записаны коды или полные наименования и обозначения этих данных. Например, при последовательном применении инструмента одного кода и наименования в нескольких переходах одной операции полную информацию указывают только для перехода, где он впервые применяется. В следующем переходе записывают "То же", далее - кавычки. При применении инструмента одного кода и наименования в разных переходах одной операции, не следующих друг за другом, в переходе, где впервые был применен данный инструмент, допускается указывать номера последующих переходов, например "ШЦ 11-250-0,05 (для переходов 3, 5, 8)". При этом, записывая соответствующую информацию в этих переходах, дают ссылку, например, "см. переход 1".

### ***10.3 Оформление технологических документов общего назначения***

#### ***10.3.1 Титульный лист***

Титульный лист (ТЛ) является первым листом комплекта технологических документов и заполняется на формах 1 - 4, в соответствии с ГОСТ 3.1105-84. Форму 2 применяют для документов с горизонтальным расположением поля подшивки. В основной надписи, располагаемой в верхней правой части ТЛ, указывают наименование и обозначение изделия по конструкторскому документу, технологический код процесса, литеру, соответствующую этапу разработки, количество листов. Ниже указывают наименова-

ния министерства, организации-разработчика. Еще ниже указывают должность и подпись лица, согласовавшего комплект документов от разработчика и утвердившего документ (для дипломных и курсовых проектов необязательно).

Далее прописными буквами записывают: “КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ” или “КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ”, ниже строчными - название технологического процесса, например:

**“КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ”**

на технологический процесс сборки и монтажа

Ниже слева указывают должность и подпись лиц, подтверждающих согласование комплекта документов с подразделениями предприятия (для дипломных и курсовых проектов необязательно), справа - ответственных за разработку комплекта документов. В нижней части ТЛ указывают номер акта и дату внедрения технологического процесса в производство, например: АКТ № 14-01 от 15.05.01.

Пример заполнения ТЛ для учебных целей приведен в приложении Ц, где КПКП. 01188.00001 - обозначение разработанного ТП; БГУИР - наименование организации-разработчика; ДПКП. 406124.001 - десятичный номер конструкторского документа, на который составлен настоящий ТП; “Сигнализатор концентрации паров аммиака АСПА-01М” - наименование изделия, на которое разрабатывается ТП; О - литера документа (опытный образец).

### ***10.3.2 Маршрутная карта***

Маршрутная карта (МК) является одним из важнейших технологических документов комплекта ТД, его составной и неотъемлемой частью, имеет ряд форм. Выбор и установление области применения соответствующих форм МК зависит от разрабатываемых видов технологических процессов, назначения и формы в составе комплекта ТД и применяемых методов проектирования.

Формы и правила оформления маршрутных карт устанавливает ГОСТ 3.1118-82. При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, в котором описывается весь процесс в технологической последовательности

выполнения операций. При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль свободного документа, в котором указываются адресная информация (номер участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемое технологическое оборудование и трудозатраты.

Для изложения ТП в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой символ. Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации. В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, которые отражают определенные виды информации (смотри расшифровку в таблице 10.5) и проставляются перед номером строки.

Таблица 10.5 - Содержание символов, используемых для описания МК

Обозначение символа	Содержание информации, вносимой в графы МК, расположенные в строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция; номер, код (приложение С) и наименование операции; обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование операции, трудозатраты.
В, Г, Д, Е	Информация по символам А и Б для форм с вертикальным расположением поля подшивки
К	Комплектация изделия составными частями с указанием наименований и обозначений деталей и сборочных единиц
М	Применяемый материал, исходная заготовка, вспомогательные материалы, коды единицы величины, единицы нормирования, количество на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Применяемая технологическая оснастка
Л, Н	Комплектация изделия для форм с вертикальным расположением поля подшивки



На строках, расположенных ниже граф, в которых указаны их наименования и обозначения, служебные символы проставляет разработчик с учетом выбранного им способа заполнения документов. Запись на строках, имеющих символ О, следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на следующие строки.

При операционном описании ТП номер проставляют в начале строки. Информацию на строках с символом “Т” записывают в последовательности: приспособления, вспомогательный, режущий, слесарно-монтажный, специальные инструменты, средства измерения. Запись выполняют по всей длине строки, разделяя каждый вид инструмента знаком ";". Количество одновременно применяемых единиц СТО указывают в скобках после кода (обозначения), например, *ДПКП.ХХХХХХ.ХХХ (5), приспособление для гибки*. Графы маршрутных карт заполняют в соответствии с таблицей 10.6.

При заполнении МК и операционных карт (ОК) следует руководствоваться следующими правилами и требованиями:

- именовать операции кратко и точно, без возможности других толкований;
- начинать с глагольного существительного (например, “установка ЭРЭ на печатные платы”, “пайка бескорпусных микросборок на печатные платы”, “контроль блока”);
- переходы формулировать глаголами в повелительном наклонении (например, “извлечь деталь из тары”, “закрепить ручку согласно чертежу”, “проверить качество и правильность крепления печатного узла согласно чертежу внешним осмотром”), т.е. построение фразы при формулировании перехода должно обращать внимание исполнителя в первую очередь на главный предмет и действие, а затем указываются предметы и действия, посредством которых достигается основная цель;
- все операции, включая регулировочные и контрольные, вносятся в ТД в порядке их выполнения.

Пример заполнения первого и последнего листа МК приведен в приложении Ш.

Таблица 10.6 - Кодирование информации в графах маршрутной карты

Служебные символы графы	Условное обозначение графы	Содержание информации в графе
1	2	3
MO1	-	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака "/", например: лист х/к 1x1000x200 ГОСТ3680-57/08 КП ГОСТ 16523-70
MO2	КОД	Код материала по классификатору
MO2	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади) детали, заготовки, материала по классификатору
MO2	МД	Масса детали по конструкторскому документу
MO2	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например, 1, 10, 100, 1000
MO2	Н.расх.	Норма расхода материала
MO2	КИМ	Коэффициент использования материала
А, В	Код, наим. операции	Код операции по технологическому классификатору (приложение Э), наименование операции
А, Г	Обознач. документа	Обозначение документа, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции
Б, Д	Код, наимен. оборудов.	Код оборудования по классификатору, краткое наименование
Б, Е	СМ	Степень механизации (код) (приложение Ю)
Б, Е	Профиль	Код профессии по классификатору ОК ПДТР (приложение Я)
Б, Е	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операций
Б, Е	УТ	Код условий труда по классификатору ОК ПДТО и код вида нормы
Б, Е	КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции, при перемещении грузовой единицы - количество деталей в таре



Продолжение таблицы 10.6

1	2	3
Б, Е	КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
Б, Е	ОП	Объём производственной партии, шт.
Б, Е	КПП	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании, зависящий от числа обслуживаемых станков М - 1, 2, 3, 4, 5, соответственно -1; 0,65; 0,48; 0,39; 0,35
Б, Е	Тп.з.	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин.
Б, Е	Тшт.	Норма штучного времени на операцию, мин.
К, Л, М	Наимен. детали, сб. единицы, матер.	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов детали, применяемых при выполнении операции
К, Н, М	ОПП	Обозначение подразделения, откуда поступают комплектующие
К, Н, М	Кп	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия
К, Н, М	Нрасх.	Норма расхода материалов
МО2, МО3	Код загот.	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат и т. д.)
МО2, МО3	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки, например, лист 1x100x1000
МО2, МО3	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
МО2, МО3	МЗ	Масса заготовки
А, В	Цех, уч., РМ	Номера (коды) цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция
А, В	Опер.	Номер операции в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение): 005; 010; 015 и т.д.

### ***10.3.3 Технологическая инструкция***

Технологическая инструкция (ТИ) выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105–84 на формах 5 и 5а. Технологическая инструкция применяется при описании следующих технологических операций:

- имеющих непрерывный характер действия, например, химическое производство;
- специализированных по отдельным методам изготовления или ремонта изделий, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД;
- связанных с приготовлением электролитических растворов, клеев, компаундов, припоев и т.д.;
- правил эксплуатации средств технологического оснащения, физических и химических явлений, возникающих при выполнении отдельных операций;
- настроечных или регулировочных работ.

При разработке технологических инструкций предусматривают вводную часть, в которой должна быть отражена область распространения и назначения данного документа. Текст ТИ разбивают на разделы и подразделы, которые нумеруются. Описание ТИ следует выполнять в технологической последовательности действий, требования техники безопасности приводить перед описанием работы, подлежащей выполнению, в виде ссылок на соответствующие инструкции, например, “ИОТ № 45”, или в виде текстового изложения этих требований.

В зависимости от содержания ТИ текст может быть разбит на разделы и подразделы, при этом нумерацию пунктов выполняют по ГОСТ 2.105-95.

В целях удобства обработки информации, содержащейся в ТИ, допускается вводить графу для нумерации строк аналогично МК. При оформлении ТИ с ТЛ для описания содержания ТИ применяют форму 5а, а исполнителей указывают на ТЛ. Допускается взамен ТЛ применять форму 5 ТИ, при этом информацию, характерную для ТЛ, размещать по всему полю документа или только в верхней части документа, используя нижнюю часть для записи основного содержания ТИ. Графические иллюстрации выполняют непосредственно на формах ТИ.

Как правило, в ТИ включаются следующие разделы: “Оборудование, приспособление, инструмент”, “Последовательность технологических операций”, “Подготовка рабочего места”, “Организация трудового процесса”, “Технологический процесс”, “Требования безопасности”, “Дополнительные указания”.

Пример заполнения ТИ приведен в приложении Д. На примере ТИ: КПКП. 01103.00002 - обозначения технологического процесса (ТП) в который входит данный ТП; “3” - общее количество листов в документе; “1” - номер листа ТД; КПКП. 25103.00003 - обозначение разработанного ТП (технологическая инструкция); БГУИР - наименование организации-разработчика; КПКП. 941342.100 - десятичный номер конструкторского документа, на который составлен настоящий ТП; “Акустoeлектронное устройство терапии” - наименования изделия, на которое разрабатывается ТП; О - литера документа (опытный образец).

При разработке карты эскизов для обозначения опор, зажимов и установочных устройств используют ГОСТ 3.1107-81 (приложение J). Ведомость оснастки (приложение Q) и ведомость технологических документов (приложение W) заполняются в соответствии с ГОСТ 3.1122-84. Операционные карты в зависимости от вида операции выполняются в соответствии с ГОСТ 3.1409-86, 3.1701 ... 03-79, 3.1704, 05-81, 3.1706, 07-84, ведомость материалов и комплектовочная карта (приложение Z) – ГОСТ 3.1123-84.

Технический контроль в соответствии с ГОСТ 14.318-77 является неотъемлемой составляющей ТП. Технология контроля разрабатывается одновременно с ТП изготовления (сборки, регулировки) изделия и должна содержать:

- необходимое количество контрольных операций;
- последовательность расположения операций;
- методы и средства контроля.

Контрольные операции необходимо заносить в технологические карты с указанием средств их оснащения инструментом, приборами и т.п.

При использовании САПР для разработки технологических документов дополнительно необходимо учитывать стандарты, определяющие требования к такого рода документам.

## **10.4 Автоматизированное оформление технологических документов**

Для автоматизированного проектирования технологических процессов сборки и монтажа нашли применение ряд пакетов прикладных программ.

10.4.1 Система *TexAC* - программный продукт, предназначенный для инженеров-технологов. Применяется для формирования технологической документации по механообрабатывающему и монтажно-сборочному производству. Система обеспечивает идеальную рабочую среду проектирования технологической документации.

Возможности системы *TexAC*:

- оперативный поиск и перенос в проектируемый технологический документ информации из справочника;
- формирование технологического процесса с использованием аналога;
- формирование технологического процесса из нескольких готовых;
- мощный специализированный редактор текстов технологических документов;
- проведение раскрытия листовых материалов на заготовки;
- возможность использования калькулятора для расчетов;
- оперативная настройка на требуемый вид работ;
- возможность выбора цветовой палитры рабочей среды;
- полная поддержка мыши.

Система *TexAC* может работать на компьютерах семейства IBM PC, включая XT, AT, PS/2, а также на совместимых с ними. Компьютер должен работать под управлением операционной системы DOS версии 3.30 или более поздней и иметь не менее 480Кб оперативной памяти. Компьютер может иметь цветной или монохромный монитор, поддерживающий режим отображения в 80 символов. Система *TexAC* не требует использования арифметического сопроцессора 80x87.

10.4.2 Для автоматизированного проектирования технологической оснастки и технологических процессов эффективно применение системы *Techcard*.

В состав комплекса программ для организации рабочего места технолога входит:

1) Система TECHCARD, состоящая из:

– ПРОГРАММЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ПРОЕКТ-ТП) для обеспечения автоматизированного создания и редактирования комплекта ТД при разработке маршрутно-операционной технологии обработки детали;

– ПРОГРАММЫ НАСТРОЙКИ БАЗЫ ДАННЫХ для сопровождения и настройки как базы данных, так и всей системы TECHCARD;

– РЕДАКТОРА БАЗЫ ЗНАНИЙ для создания и сопровождения файлов формул и таблиц;

– РЕДАКТОРА БЛАНКОВ для создания и настройки любых форм бланков ТД в соответствии с требованиями стандартов и пользователей;

– РЕДАКТОРА ДОКУМЕНТОВ для заполнения бланков текстовыми данными или графическими изображениями с возможностью ввода в технологическую карту данных с клавиатуры, из архива ТП или из базы данных, редактирования, хранения и управления оформлением и печатью документов.

2) Система автоматизированного проектирования CADMECH-T для построения и оформления операционных эскизов или любых графических изображений, выводимых в технологический документ, работающая в среде AutoCAD;

3) Система организации и ведения архива КД и ТД SEARCH;

4) Система управления базой данных IMBASE.

Относительная простота, доступность и гибкость системы в сочетании с мощным интерфейсом позволяют удовлетворять самые разнообразные требования пользователей:

создание новых и редактирование имеющихся форм бланков ТД;

включение в состав одного бланка текста и графических изображений;

– ввод в технологическую карту данных с клавиатуры или из базы данных;

– управление оформлением и выводом на печать документов;

– сопровождение базы данных для различных видов производств с возможностью графической иллюстрации классификаторов, справочников и т.п.;

– создание и сопровождение технологических таблиц и формул для их последующего использования при проектировании ТП;



- создание графических библиотек типовых элементов, стандартных нормализованных деталей с обеспечением редактирования любых текстов полей из базы данных;

- проектирование технологических процессов обработки деталей в диалоговом режиме с использованием базы данных, формул и таблиц;

- оперативная настройка вида и состава комплекта ТД для различных видов производств;

- взаимосвязь с системой ведения архива КД *SEARCH* для организации и ведения архива технологических документов;

- взаимосвязь с системой разработки конструкторской документации *CADMECH* для проектирования и оформления операционных эскизов и карт наладок.

- Помимо типовых техпроцессов можно использовать типовые фрагменты, представляющие собой наборы операций и переходов с оснасткой (например, для обработки типового фрагмента - операция «Сверлильная» с переходами: центрировать отверстие, сверлить отверстие под резьбу, зенковать фаску, нарезать резьбу).

В системе *TECHCARD* можно как самостоятельно создавать новые типовые техпроцессы и использовать базовые, поставляемые в составе системы. На этапе проектирования после создания нового ТП заполняются общие сведения о детали. При заполнении поля общих сведений система пытается найти в архиве *SEARCH* документ с обозначением, которое совпадает со значением, попавшим в упомянутое поле. Если документ-процесс будет найден, то он будет загружен в то окно редактора, где редактируется новый ТП. Далее выполняются следующие действия:

- создание расцеховочного маршрута по нескольким вариантам;

- выбор сортамента, цеха, участка;

- расчет заготовки по настраиваемым сценариям;

- формирование маршрута обработки с использованием классификатора операций и переходов (рисунок 10.1);

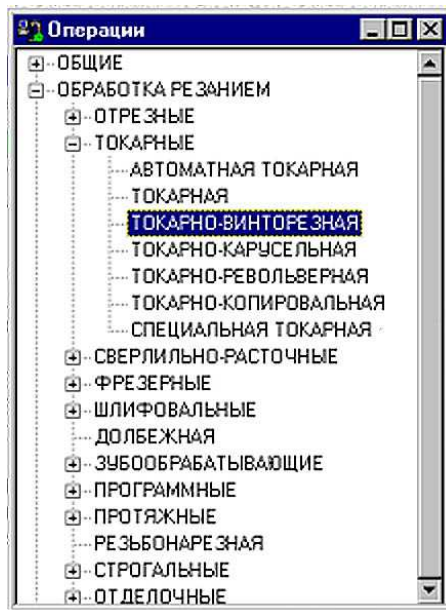


Рисунок 10.1 - Окно диалога проектирования техпроцесса

- назначение оборудования по операциям и оснастки по переходам;
- редактирование текста переходов;
- расчет режимов обработки в соответствии с техническими данными оборудования;
- расчет норм времени на операции;
- проектирование операций с эскизами с использованием системы CADVTSН-T (рисунок 10.2);
- определение состава документов, которые требуется получить пользователю;
- получение комплекта ТД;
- сохранение ТП в архиве и выведение ТД на печать.

Имеется возможность для работы с каталогом оснастки. Анкета оснастки содержит следующую информацию: основные параметры (постоянные), дополнительные параметры (информация по типоразмерам), шаблон обозначения рисунок (рисунки). Система TECHCARD позволяет установить, где размещено оборудование, и изменить, при необходимости, список размещения и инвентарные номера. Возможен выбор или очистка графического изображения оборудования и его рабочей зоны с создание планировки участка. Изображения могут выбираться из графических файлов следующих типов: WMF, BMP, EMF, ICO.

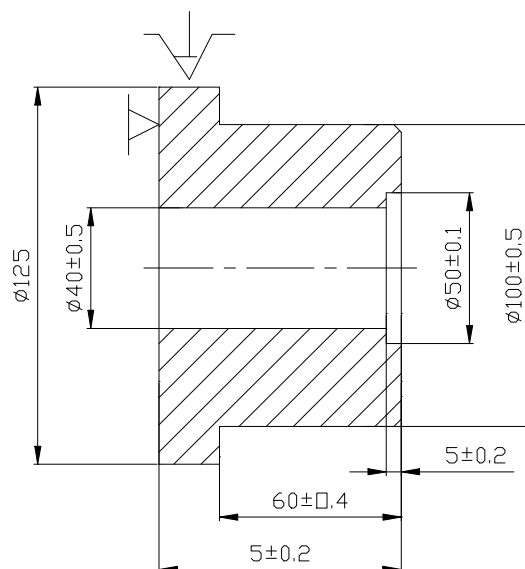


Рисунок 10.2 - Пооперационный эскиз фрагмента детали

Дополнительно в состав TECHCARD входит:

- база данных средств технологического оснащения (оборудование, приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент);
- база данных по основным и вспомогательным материалам, сортаменту и видам заготовок;
- классификатор технологических операции и типовых переходов с описанием параметров и сценариями на разные виды производства;
- информационно-справочные данные для заполнения параметров операционной технологии;
- база знаний по режимам резания (механическая обработка) и режимам обработки (для других видов производств);
- база знаний по нормированию.

Для работы с системой TECHCARD необходимо в качестве клиента иметь компьютер следующей конфигурации: процессор класса Pentium 150 и выше; оперативная память не менее 32 мегабайтов; 20 мегабайтов на жестком диске для установки клиентской части (70 мегабайтов на жестком диске сервера для установки серверной части); видеоадаптер с памятью не менее 1М и монитор SVGA, поддерживающий разрешение 800x600 точек и более; система Microsoft Windows 95/98/NT 4.0; Auto CAD R14.

10.4.3 Система *ТехноПро* предназначена для ручного, диалогового полуавтоматического и автоматического проектирования операционной технологии, включая операции: заготовительные, механической и термической обработки, нанесения покрытий, слесарные, технического контроля, сборки и другие.

Система выдает в технологические процессы:

- наименования операций,
- оборудование,
- приспособления,
- вспомогательные материалы,
- формирует тексты переходов,
- рассчитывает технологические размеры с учетом припусков на обработку,
- обеспечивает подбор режущего, измерительного и вспомогательного инструментов.

Основным принципом работы *ТехноПро* является накопление знаний опытных технологов конкретного предприятия с последующим использованием этого опыта независимо от них. То есть система позволяет аккумулировать опыт наиболее квалифицированных специалистов предприятия, использовать и тиражировать его, обучать на его основе молодых специалистов. Это свойство системы особенно важно в настоящее время, когда опыт проектирования технологии, накопленный за десятилетия работы, уходит с предприятий вместе с технологами пенсионного возраста.

В *ТехноПро* заложена возможность ее обучения пользователями и самообучения системы в процессе работы. Обучение системы ведется на основе технологических понятий без какого-либо формализованного языка программирования. Интерфейс *ТехноПро* с пользователем реализован в стиле *Microsoft Office*.

Исходной информацией для обучения системы являются ТП изготовления конкретных изделий, которые уже отлажены на производстве. По мере наполнения баз данных система обретает возможность проектирования технологии изготовления совершенно новых изделий, которых еще не было в производстве.

Наряду с оригинальным методом проектирования по “общим технологическим процессам” в *ТехноПро* реализованы и традиционные методы: по типовому, групповому, технологическому процессу-аналогу. Технолог сам выбирает метод проектирования, наиболее подходящий в конкретном случае, а также способ его использования: автоматический, полуавтоматический, диалоговый или их сочетание. Например, сборочные технологические процессы можно проектировать в диалоге, изготовление корпусных деталей - в полуав-

томатическом режиме, а процессы изготовления тел вращения - в автоматическом.

В отличие от других систем *ТехноПро* позволяет опытному технологу один раз внести правила выбора того или иного маршрута, операции, перехода, инструмента или другого компонента ТП и далее система будет использовать их автоматически. При этом технолог полностью уверен, что система спроектирует ТП, точно соответствующий его опыту. Время автоматического проектирования ТП составляет секунды, что освобождает специалистов от длительного формирования ТП и заполнения карт. Менее опытные специалисты могут ограничиться освоением только "проектной" части системы, не изучая средства формирования баз данных, и использовать в своей работе заложенные опытными технологами решения и правила.

*ТехноПро* формирует операционные, маршрутно-операционные и маршрутные технологические карты, карты контроля, ведомости оснастки или материалов, титульные листы и другие технологические документы. На многих предприятиях используемые технологические карты отличаются от карт, принятых по ГОСТ. *ТехноПро* обеспечивает автоматическое заполнение технологических документов произвольных форм, созданных в текстовом редакторе *Microsoft Word*.

Система *ТехноПро* может использоваться автономно (с вводом информации о конструкции деталей с чертежей на бумаге), либо совместно с системами автоматизированного конструирования.

В этом комплексе чертежи, выполненные в системе T-FLEX CAD, поступают через интерфейс OLE Automation в *ТехноПро* для проектирования технологии. По спроектированным технологическим процессам могут быть сформированы заказы на конструирование оснастки, технологию изготовления которой также можно разработать в *ТехноПро*. Получаемая конструкторская и технологическая документация хранится в системе электронного документооборота T-FLEX DOCs.

Важным свойством системы является её автоматическая реакция на изменение в конструкции детали или в требованиях к качеству поверхностей. В зависимости от требования к качеству изготовления поверхностей детали система автоматически подбирает необходимые операции и рассчитывает технологические размерные цепи.

Поставляемая Информационная база наполнена информацией по ГОСТ. Для экономии места на диске компьютера можно оговорить перечень ГОС-Тов, которые должны присутствовать в базе, так как поставка более 1000 ГОСТов по приспособлениям, инструментам и комплектующим вряд ли необходима каждому предприятию. При проектировании технологических процессов можно добавлять в Информационную базу специальный инструмент, импортное оборудование, новые тексты переходов.

Система *ТехноПро* позволяет проектировать как технологию изготовления механообрабатываемых деталей, так и другие виды технологий. Наполнение баз системы определяет вид проектируемой технологии, например, нанесения покрытий, термообработки, штамповки, сварки, сборки, электромонтажа, изготовления печатных плат и других.

При проектировании техпроцесса в диалоговом режиме наименование операций, нормировочные данные, составление переходов и т.д. производится путем ввода информации с клавиатуры.

База данных хранения технологических операций, переходов и т.д. разбита на две составляющие: общие технологические процессы (ОТП) и конкретные технологические процессы (КТП) (рисунок 10.3).

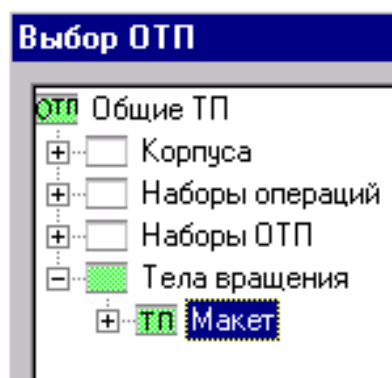


Рисунок 10.3 – Выбор группы общих технологических процессов

В ОТП, по мере работы с программой, постоянно накапливаются отдельные технологические операции, переходы, которые наиболее часто используются в технологических процессах и, соответственно, могут быть использованы при разработке других технологических процессов. При этом можно очень быстро составить КТП путем копирования отдельных операций и переходов из ОТП. При проектировании КТП вся информация вводится вручную,

за исключением выбора технологического оборудования, технологической оснастки, материалов и т.д., которая вносится в информационную базу предварительно (рисунок 10.4, 10.5). Выбор оборудования, оснастки и т.д. производится быстрым поиском и вставкой в соответствующее поле.

Если чертеж разработан в T-FLEX CAD, его можно использовать для проектирования технологического процесса (рисунок 10.6). При этом модуль конвертации автоматически подготовит основные технологические операции, переходы и подберет оборудование и оснастку в КТП.

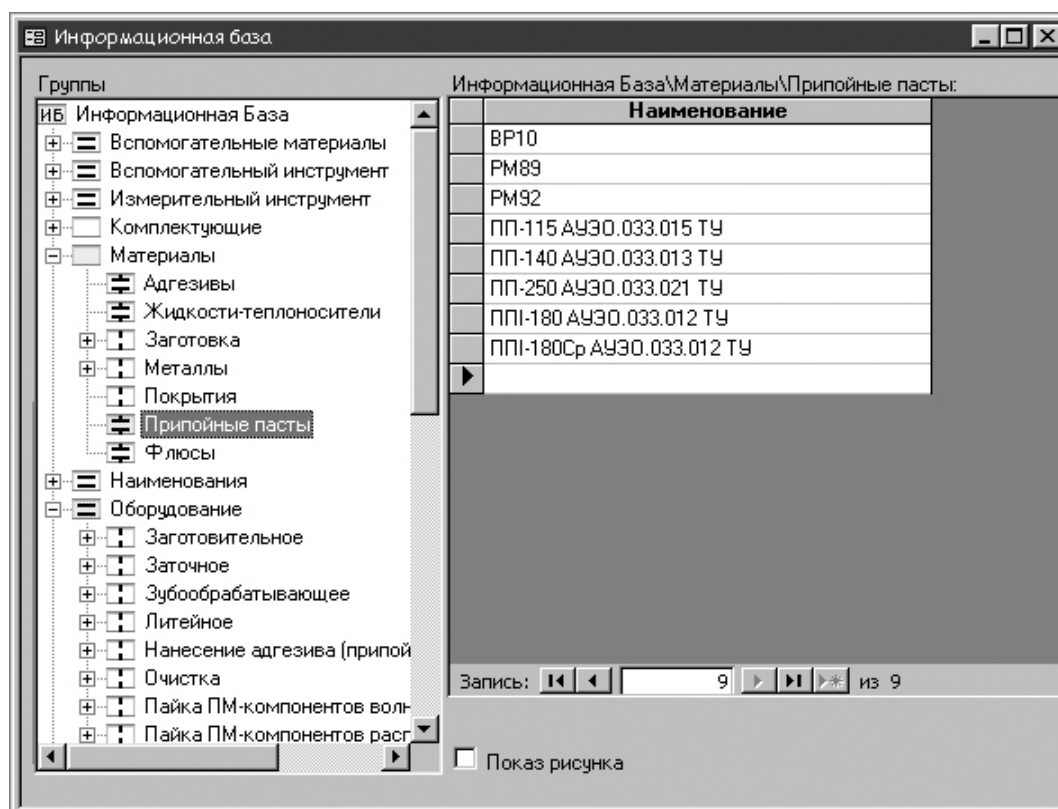


Рисунок 10.4 – Вид диалогового окна информационной базы ТехноПро.  
Припойные пасты

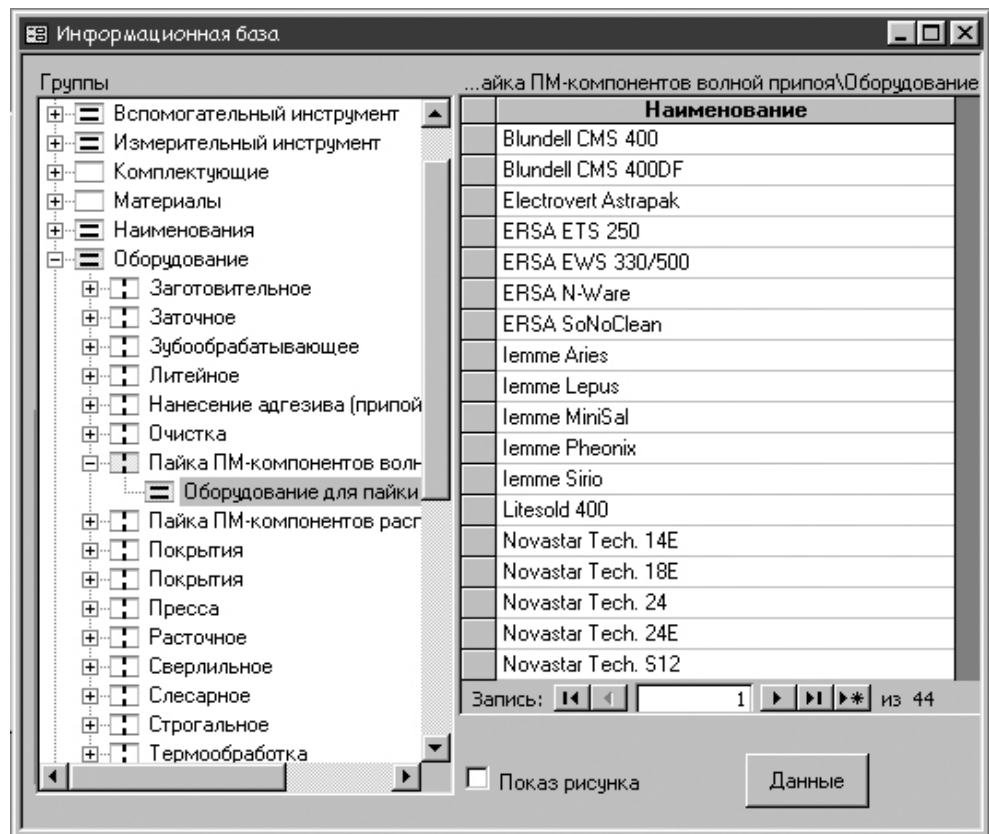


Рисунок 10.5 –Оборудование для пайки волной припоя

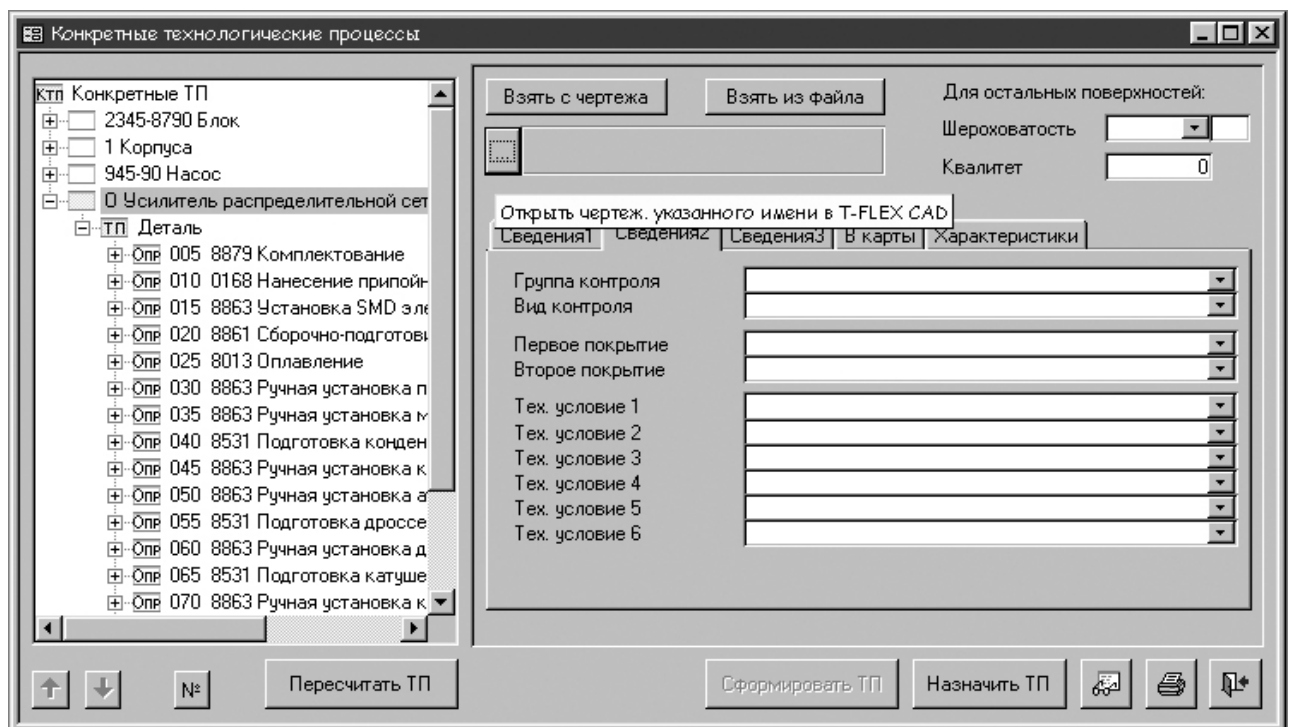


Рисунок 10.6 – Вид диалогового окна при автоматическом проектировании технологии



При разработке нового ОТП в ветви «Наборы операций» добавляется новый пункт, например «Технология РЭС» (рисунок 10.7), в макете технологического процесса последовательно добавляются технологические операции.

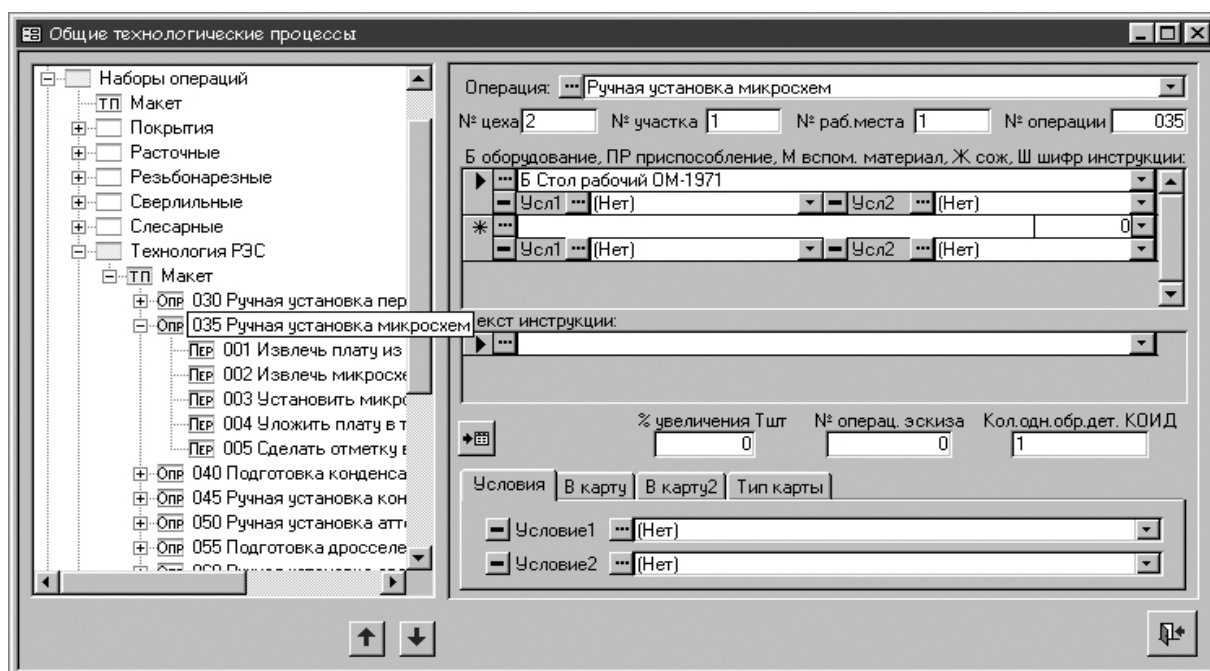


Рисунок 10.7 – Проектирование ОТП. Формирование технологической операции

Если в информационной базе имеется аналогичная операция, программа автоматически найдет ее и предложит пользователю ее использовать с уже выбранным оборудованием, оснасткой, технологическими переходами. Если аналогичной операции в информационной базе нет, то в поле «Операция» вводится наименование операции, ставится номер цеха, участка и рабочего места. Затем производится выбор оборудования из информационной базы.

Далее определяется наличие технологических переходов в операции и производится быстрый поиск соответствующего перехода в информационной базе. Если необходимого технологического перехода в информационной базе нет, его предварительно вводят в нее (рисунок 10.8) и затем выбирают операцию.

Все эти этапы повторяются до тех пор, пока все технологические операции не будут сформированы полностью.

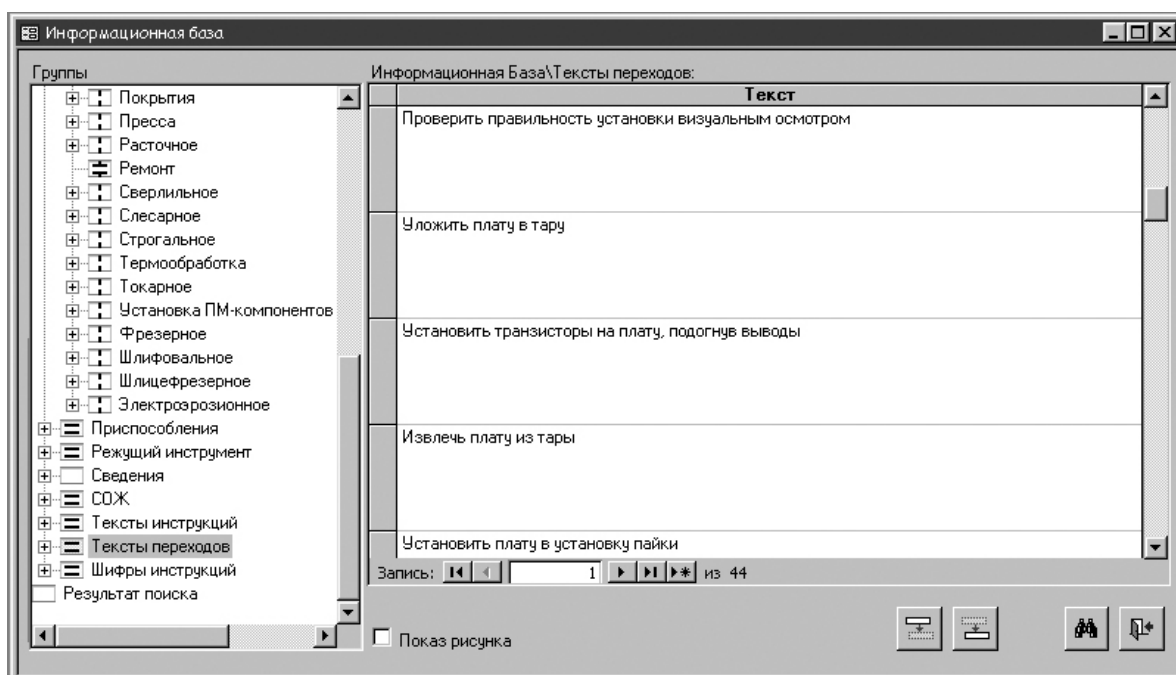


Рисунок 10.8 – Ввод нового технологического перехода

При разработке КТП вначале ищутся все технологические операции в ОТП, которые копируются в КТП (рисунок 10.9). После этого формируются все остальные операции и технологические переходы (рисунок 10.10) аналогично ОТП. Нумерация операций и переходов производится автоматически.

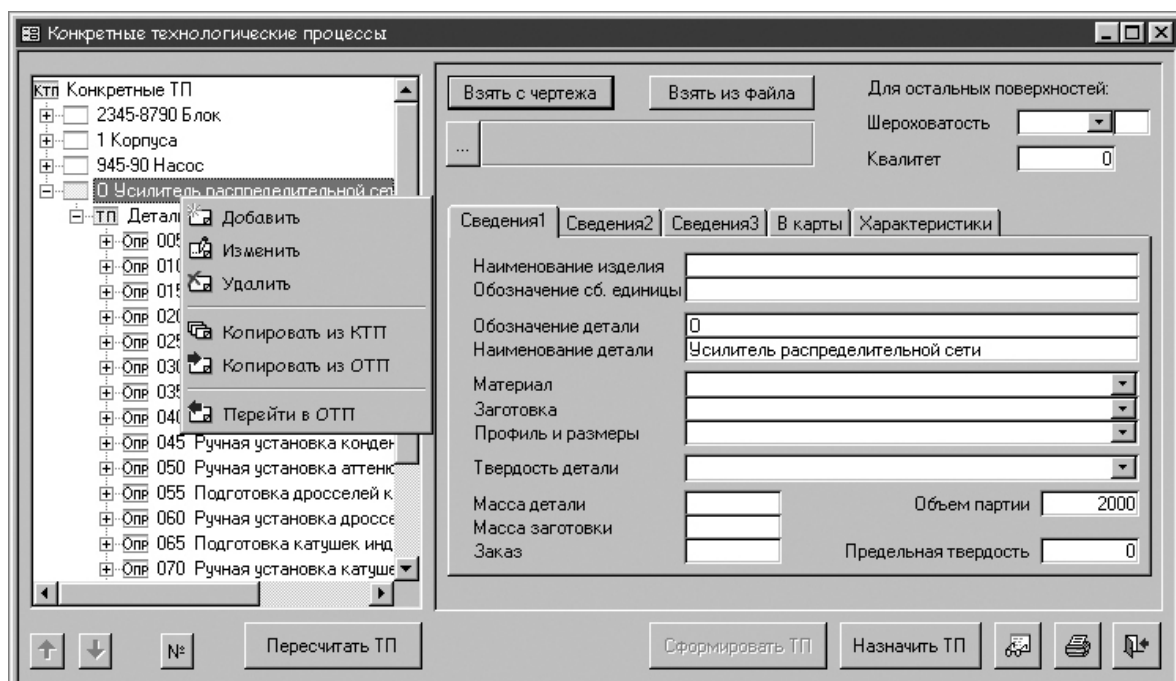


Рисунок 10.9 – Вид диалогового окна копирования операций из ОТП

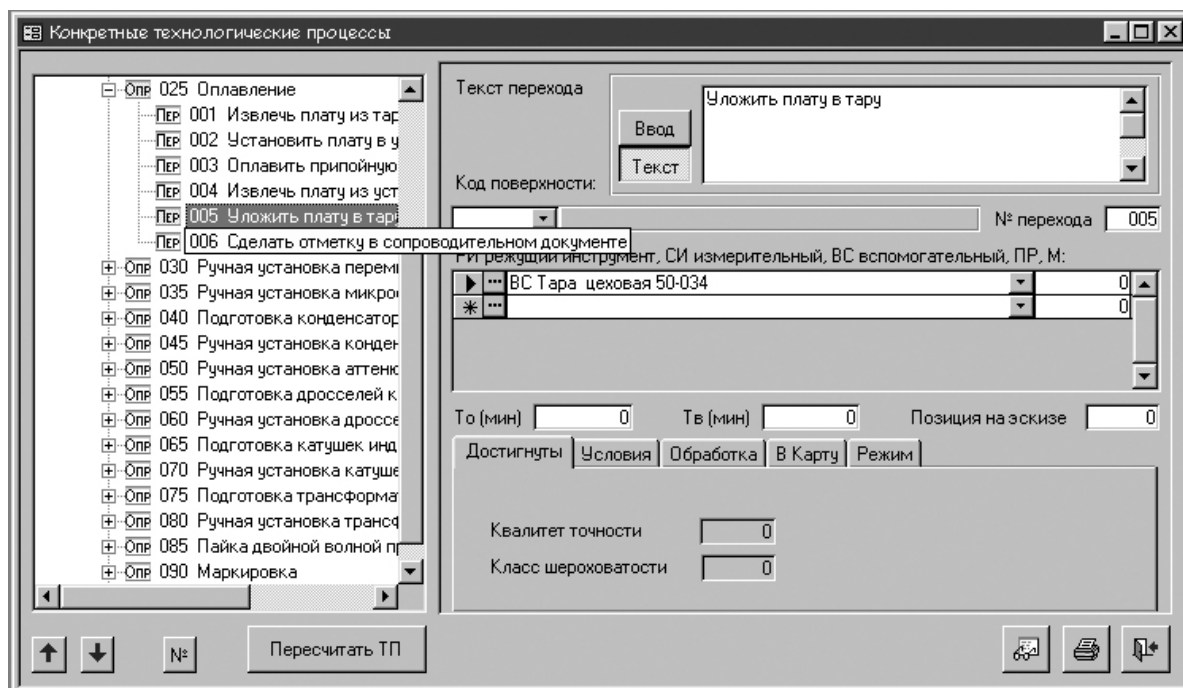


Рисунок 10.10 – Ввод технологического перехода при проектировании КТП

После просмотра и, при необходимости, редактирования спроектированного ТП, его можно выдать на печать, выбрав необходимый шаблон маршрутно-операционной карты (рисунок 10.11, 10.12).

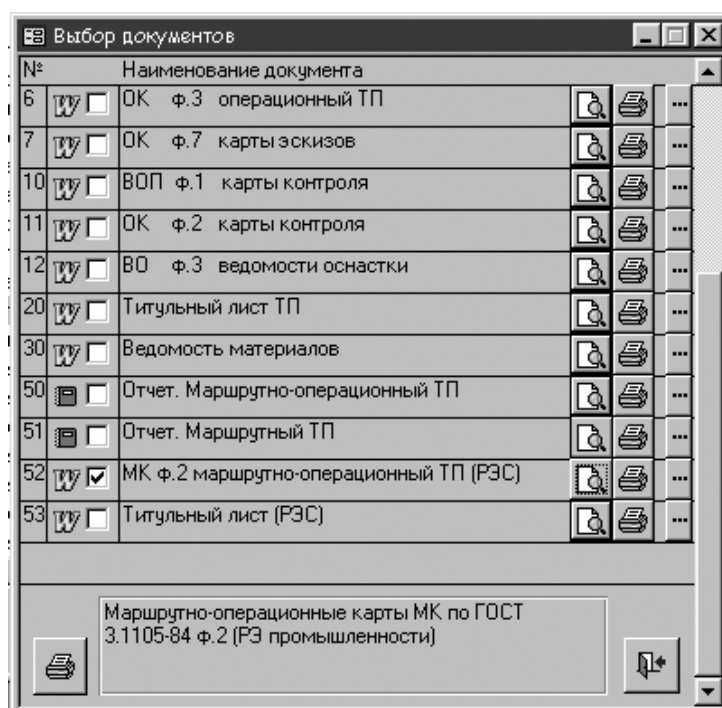


Рисунок 10.11 – Вид панели при выводе технологических документов на печать

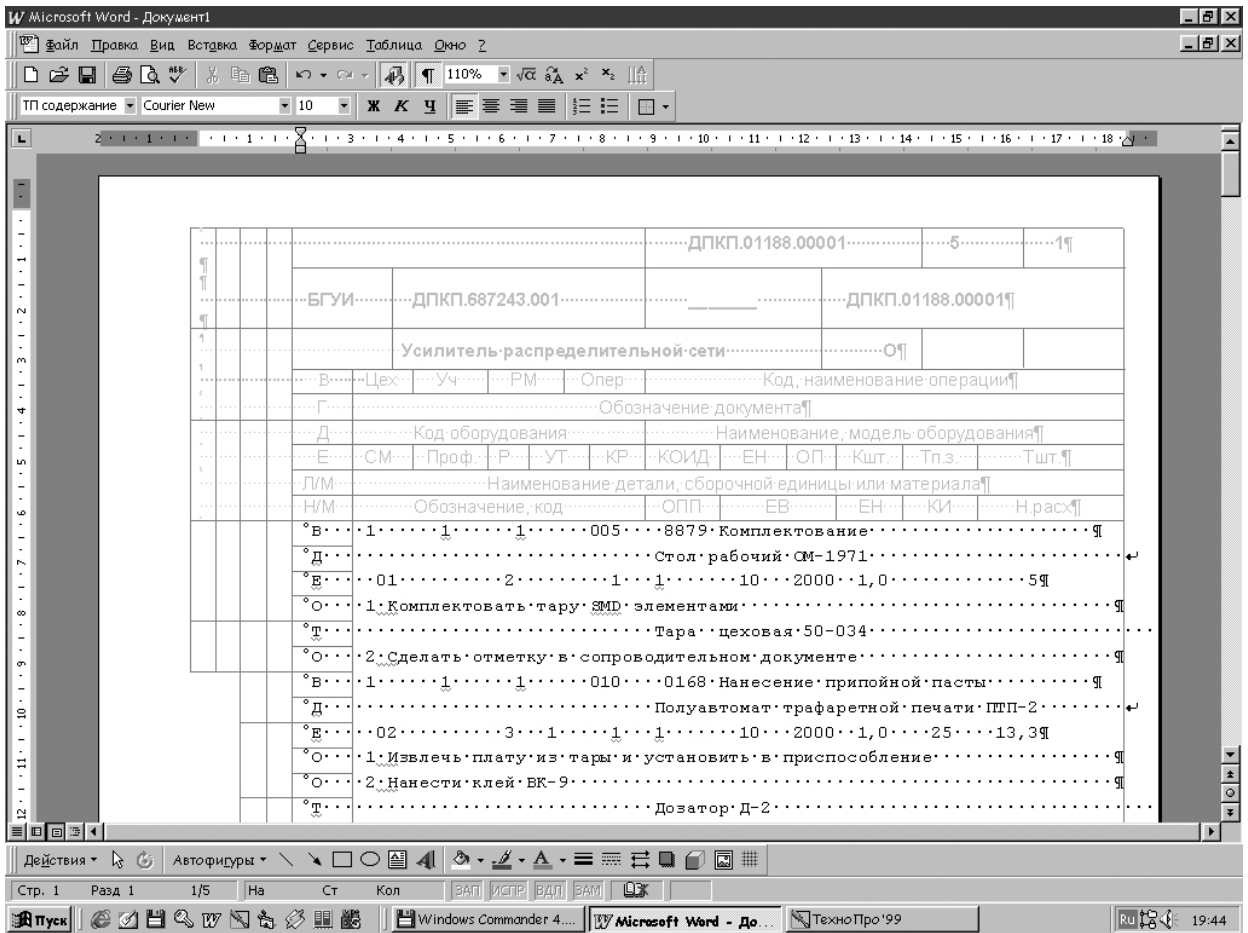


Рисунок 10.12 – Сформированная маршрутно-операционная карта

В основе принципа автоматического проектирования технологического процесса лежит подготовка условий для выбора режимов, оборудования, материалов и т.д. (рисунок 10.13). Для автоматического проектирования необходимо подготавливать технологические операции в ОТП, в которые затем включаются разработанные условия и уже при разработке КТП выбираются предварительно разработанные операции из ОТП.

Разработка условий производится с помощью построителя условий в диалоговом режиме (рисунок 10.14), в котором можно построить любое расчетное или логическое условие для определенного действия в момент проектирования технологического процесса.

Например, подбор оборудования для операции дозированного нанесения адгезива и условие для геометрических размеров печатной платы выглядит так:

Подобрать [Нанесение адгезива припойных паст;Vmax] <= [B]

И

[Нанесение адгезива припойных паст;Lmax] <= [L].

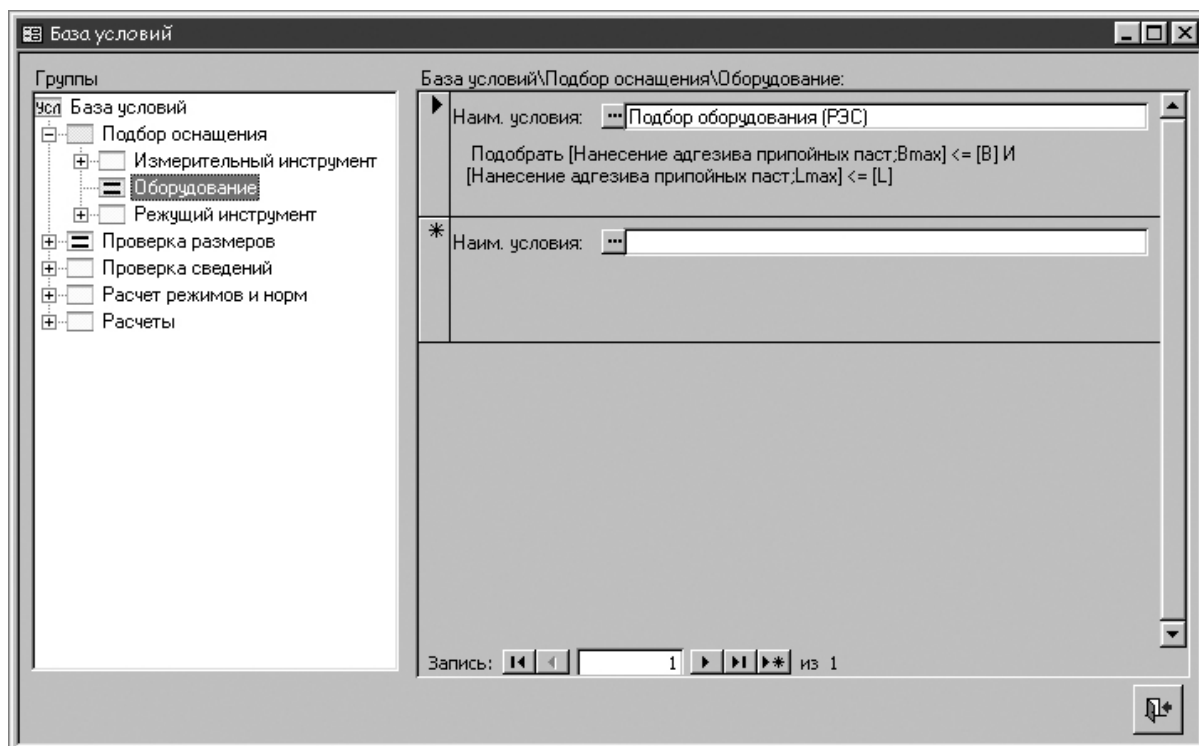


Рисунок 10.13 – Вид диалогового окна базы условий

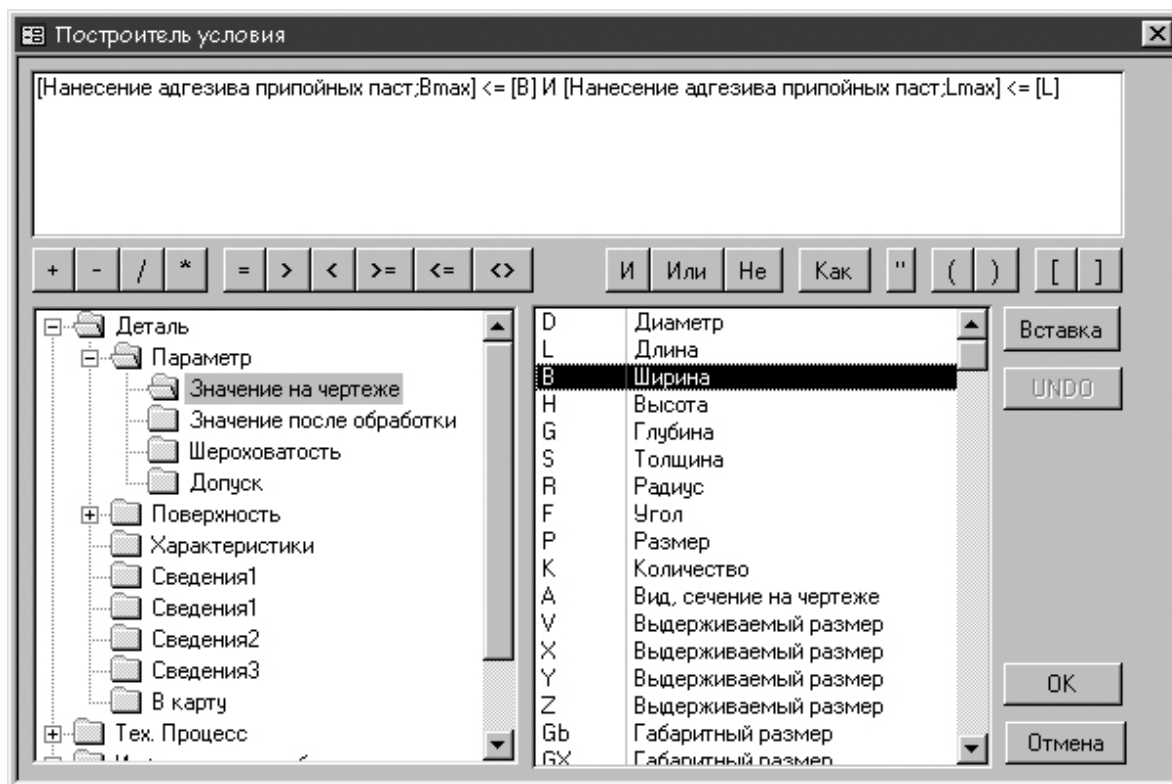


Рисунок 10.14 – Вид диалогового окна построителя условий

После того как все условия написаны и сохранены, производится их подключения в операции и переходы в ОТП (рисунок 10.15).

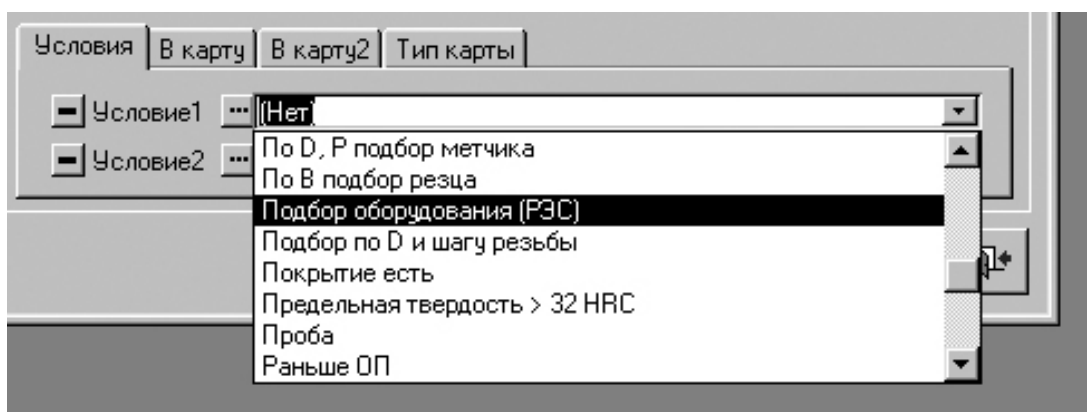


Рисунок 10.15 – Подключение условий в операциях и переходах

При формировании КТП производится выбор соответствующих операций и переходов из ОТП. После подготовки всего технологического процесса вводятся все необходимые параметры на разрабатываемую технологию изделия (рисунок 10.16). После нажатием кнопки «Пересчитать ТП» производится считывание условий, по которым рассчитываются все значения и выполняются соответствующие действия: подбор оборудования, оснастки режимов и т.д.

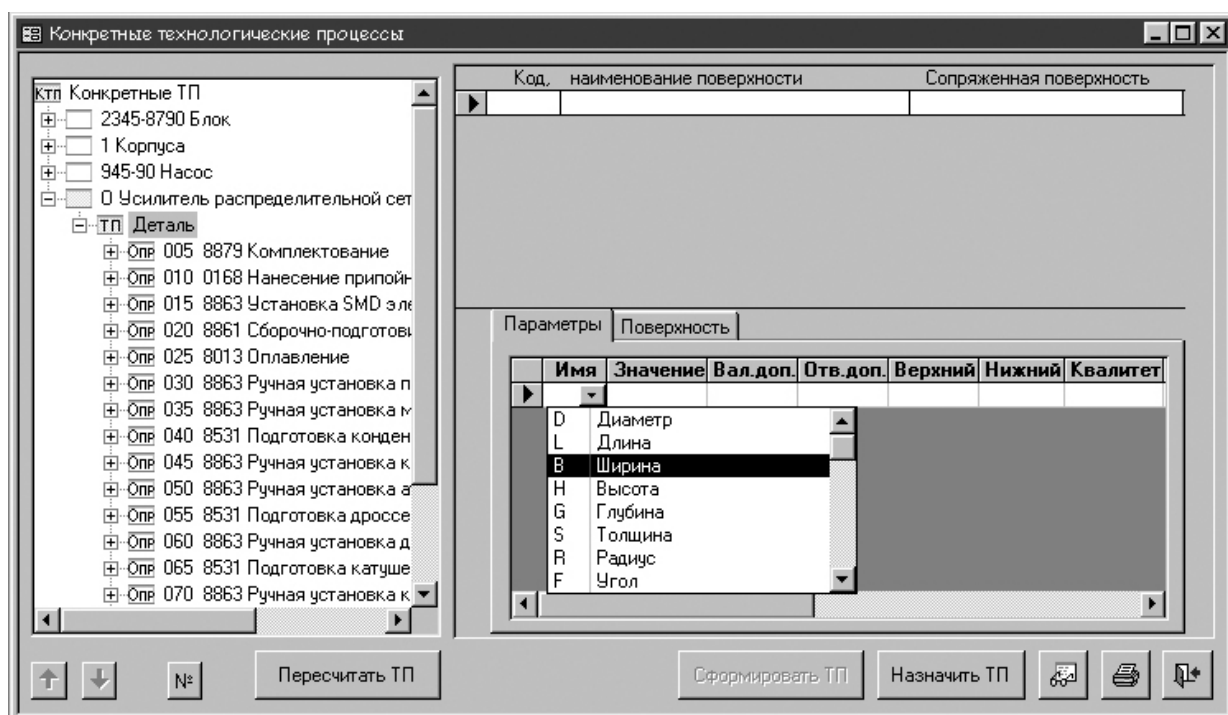


Рисунок 10.16 – Ввод параметров на окончательном этапе разработки технологии

Проверив правильность всех расчетов и действий можно выводить документ на печать.

10.4.4 Пакет *Pro/ENGINEER* фирмы Parametric Technology Corporation предназначен для конструирования деталей и сборок в режиме 2D и 3D, а также создания их чертежей. Пакет позволяет создавать также технологическую оснастку для разработанных изделий и получать управляющие программы для станков с ЧПУ, которые позволяют изготавливать опытные образцы как изделий, так и технологическую оснастку (штампы, литьевые формы и т.п.).

*Конструирование детали в Pro/ENGINEER.* Детали создаются с использованием конструкций, называемых базовыми операциями. Процесс конструирования деталей в Pro/ENGINEER похож на изготовление детали на производстве. С помощью пакета решаются следующие задачи инженера-конструктора (таблица 10.7).

*Конструирование сборок.* Сборки создаются путем определения взаимного месторасположения соответствующих деталей и подборок. Определение расположения комплектующих может быть:

- автоматическим - когда условия расположения определены в компоновке;

- ручным - когда указываются взаимные условия расположения деталей, т.е. сопряжение и вставка.

Таблица 10.7 Задачи, решаемые Pro/ENGINEER при конструировании

инженер-конструктор	инженер-технолог
рисование первоначального поперечного сечения	выбор типа заготовки
создание первоначальной заготовки из сечения	обработка для получения заготовки из сечения
добавление операций для создания законченной детали	фрезерование, сверление и другая обработка для получения детали

*Создание чертежей.* Чертежи создаются для документирования деталей и сборок. Чертежи могут содержать плоские и аксонометрические проекции, а также любые изображения - виды, разрезы, сечения. С помощью Pro/ENGINEER могут быть созданы чертежи в ANSI, ISO, DIN и JIS стандартах.

Pro/ENGINEER позволяет импортировать и экспортировать данные во многих форматах, включая: IGES, STEP, DXF, SET, VDA, CGM, SLA, Plotter-файлы, Render, Inventor, 3DPAINT, PDGS, ECAD, TIFF, PHOTORENDER, CATIA, CDRS.

Полную информацию по отдельным компонентам пакетов прикладных программ по разработке КД и ТД можно найти в соответствующих справочниках.

При использовании САПР для разработки технологических документов дополнительно необходимо учитывать стандарты, определяющие требования к такого рода документам.



## **Список использованных источников**

1. Конструкционные материалы: Справочник / Под. общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - М.: Машиностроение, 1990.
2. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т. / Ю.В. Корицкий и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Выш. шк., 1988.
4. Справочник конструктора-приборостроителя. Детали и механизмы приборов / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Выш. шк., 1990.
5. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / С.С. Борушек и др. - М.: Издательство стандартов, 1989.
6. Справочник конструктора точного приборостроения / Под общ. ред. К.Н. Явленского. - Л.: Машиностроение, 1989.
7. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2 кн. - М.: Машиностроение, 1988.
8. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1990.
9. Технологические лазеры: Справочник. В 2 т. / Под общ. ред. Г.А. Абельсинтова. - М.: Машиностроение, 1991.
10. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебное пособие для студентов специальности "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" / Н.С. Образцов, В.Ф. Алексеев, С.В. Ковалевич и др.; Под ред. Н.С. Образцова. - Мн.: БГУИР, 1994.
11. Справочник конструктора РЭС: Компоненты, механизмы, надежность / Н.А. Барканов, Б.Е. Бердичевский, П.Д. Верхопятницкий и др.; Под ред. Р.Г. Варламова. - М.: Радио и связь, 1985.
12. Разработка и оформление конструкторской документации РЭС: Справочник / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов, Н.Г. Миронова, А.В. Алимов. - М.: Радио и связь, 1989.
13. Основы конструирования радиоэлектроники / Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов, И.Н. Цырельчук и др. - Мн.: БГУИР, 2001.

14. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. - М.: Радио и связь, 1989.
15. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник / А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко.- Мн.: Выш. шк., 2002.
16. Электрохимические покрытия изделий РЭА: Справочник / И.Д. Груев, Н.И. Матвеев, Н.Г. Сергеева. - М.: Радио и связь, 1988.
17. Кундас С.П., Боженков В.В., Шахлевич Г.М. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию “Разработка и оформление технологической документации на процессы производства РЭС и ЭВС”. В 2 ч. - Мн.: МРТИ, 1991.
18. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. - М.: Издат. стандартов, 1989.
19. Партала О.Н. Радиокomпоненты и материалы: Справочник. - К.: Радиоаматор, М.: КУБК-а, 1998.
20. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера. – М.: Мир, 1992.
21. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник / С.А. Аничкин, С.А. Белов, А.П. Кулешова. – М.: Радио и связь, 1990.
22. Интерфейсы систем обработки данных: Справочник / Под ред. А.А. Мячева. – М.: Радио и связь, 1989.
23. Белоус А.И., Пономарь В.Н., Силин А.В. Схемотехника биполярных микросхем для высокопроизводительных систем обработки информации. – Мн.: Полифакт, 1998.
24. Шагурин И.И., Петросянц К.О. Проектирование цифровых микросхем на элементах инжекционной логики. - М.: Радио и связь, 1994.
25. Алексеенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Радио и связь, 1990.
26. Емельянов В.А. Быстродействующие цифровые КМОП БИС. – Мн.: Полифакт, 1998.
27. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. - М.: Энергоатомиздат, 1990.

28. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7.0 в математике, физике и Internet. – М.: «Нолидж», 1999.
29. Технология поверхностного монтажа: Учеб. пособие / Кундас С.П., Достанко А.П., Ануфриев Л.П. и др. - Мн.: «Армита-Маркетинг, Менеджмент», 2000.- 350 с.
30. ТехАС. Версия 2.0. Руководство пользователя. – Гродно: МП Radius, 1997. – 136 с.
31. TECHCARD. Версия 3.5. Руководство пользователя / А.М. Куприянчик, И.М. Гинзбург, Ф.И. Печков и др. – Мн.: Репринт, 1999. – 183 с.
32. Pro/ENGINEER. Руководство по обучению основам конструирования. – USA: Parametric Technology Corporation. – 1996.- 243 с.
33. Лихачев А. Система автоматизированного технологического проектирования ТехноПро'99. Руководство пользователя. – М: АО «ТОП Системы», 1999.
34. Разевиг В.Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001. – М.: «СОЛОН-Р», 2001.
35. Федоренков А., Кимаев А. AutoCAD 2002: практический курс. – М.: «ДЕСС КОМ», 2002.
36. Мартынов Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000.

## Приложение А

Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта конструкторского вида

Тема дипломного проекта: *Станция паяльная ультразвуковая.*

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Электрические схемы: структурная и принципиальная устройства;
- 2 Питание: от сети переменного тока 220 В 50 Гц.
- 3 Габаритные размеры: 300x160x60 мм.
- 4 Масса устройства: не более 2,5 кг.
- 5 Условия эксплуатации: по классу I группа NF ГОСТ Р 50267.0-92.
- 6 Технические данные системы для пайки:  
диапазон частот ультразвуковых колебаний, кГц -  $44\pm 2$ ;  
выходная мощность, Вт - 50 ;  
нагрузка: УЗ паяльник; паяльники 12, 42 В.
- 7 Программа выпуска: 1000 шт. в год.
- 8 Требования к показателям надежности: среднее время безотказной работы блока, не менее 10000 ч.
- 9 Комплексный показатель технологичности – 0,65.
- 10 *Остальные требования уточняются в процессе проектирования.*

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

#### Введение

- 1 Анализ современных способов и устройств для пайки ИЭТ с применением ультразвуковых колебаний.
- 2 Анализ технического задания и разработка конструктивного исполнения станции.
- 3 Анализ электрической схемы и обоснование конструктивного исполнения блока.
  - 3.1 Анализ электрической схемы.
  - 3.2 Обоснование конструкторского исполнения блока, выбор вида электрического монтажа.
- 4 Выбор и обоснование комплектующих элементов и материалов конструкции блока.
  - 4.1 Обоснование выбора элементной базы.
  - 4.2 Обоснование выбора материалов.
- 5 Разработка компоновки устройства.
  - 5.1 Обоснование варианта внутриблочной компоновки.

5.2 Обоснование размещения на передней панели органов управления и индикации.

5.3 Разработка печатной платы устройства (с использованием САПР).

6 Защита устройства от воздействия дестабилизирующих факторов.

6.1 Обоснование способа защиты от тепловых воздействий.

6.2 Обоснование способов защиты от других факторов (влажности, вибрации и т.д.).

7 Конструкторские расчеты.

7.1 Расчет основных компоновочных характеристик устройства (коэффициента заполнения по объему).

7.2 Оценка теплового режима (с использованием ЭВМ).

7.3 Расчет показателей надежности с учетом электрического режима и условий работы элементов (с использованием ЭВМ).

7.4 Расчет коэффициентов технологичности конструкции устройства.

8 Разработка технологического процесса сборки устройства.

8.1 Составление технологической схемы сборки.

8.2 Разработка технологического маршрута.

8.3 Выбор оптимального варианта технологического процесса.

8.4 Выбор-обоснование технологического оснащения.

9 Технико-экономическое обоснование.

10 Охрана труда и экологическая безопасность.

Заключение (выводы)

Список использованных источников

Приложение А - Распечатки программ и результатов расчетов, полученных с помощью ЭВМ.

Приложение Б – Спецификации сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.

Приложение В – Комплект технологической документации (титульный лист, маршрутно-операционные карты, ведомости технических документов и материалов, комплектовочные карты и т.п.).

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1 Сборочный чертеж устройства - 1 лист формата А1;

2 Схема электрическая структурная - 1 лист формата А1;

3 Схема электрическая принципиальная - 1 лист формата А1;

4 Чертеж печатной платы - 1 лист формата А1;

5 Сборочный чертеж платы - 1 лист формата А1;

6 Чертежи деталей - 1 лист формата А1;

7 Технологическая схема сборки платы - 1 лист формата А1.

## Приложение Б

Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта технологического вида

Тема дипломного проекта: *Программно-управляемый процесс ультразвуковой микросварки с токовой активацией.*

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Выходные параметры изделия;
- 2 Требуемая точность достижения выходных параметров (допуски);
- 3 Коэффициент технологической точности, допустимый процент брака;
- 4 Комплект КД на изделие (блок, устройство)  
(сборочный чертеж, чертежи деталей, схемы);
- 5 Программа выпуска изделия на год;
- 6 Комплексный показатель технологичности;
- 7 Площадь участка для реализации техпроцесса;
- 8 *Остальные требования определяются спецификой изделия.*

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

#### Введение

- 1 Аналитический обзор по данному направлению проектирования, включая патентные исследования.
- 2 Анализ технического задания, выбор и обоснование метода (процесса);
  - 2.1 Анализ исходных данных на проектирование и выбор вариантов методов или процессов изготовления изделия.
  - 2.2 Анализ вариантов технологического оснащения для реализации технологического процесса.
  - 2.3 Обоснование выбранного варианта метода или процесса (по технико-экономическим или точностным показателям).
- 3 Проектирование технологического процесса.
  - 3.1 Разработка технологической схемы сборки изделия.
  - 3.2 Разработка маршрутного технологического процесса изготовления.
  - 3.3 Нормирование технологического процесса, расчет коэффициентов загрузки технологического оборудования.
  - 3.4 Разработка операционного технологического процесса изготовления.
- 4 Проектирование технологического оснащения.
  - 4.1 Разработка конструкции технологического оснащения.
  - 4.2 Выбор материалов деталей и методов их изготовления.
  - 4.3 Поверочный расчет технологического оснащения.
- 5 Экспериментальное исследование технологического процесса.

5.1 Разработка методики исследований.

5.2 Экспериментальные исследования влияния параметров технологического процесса на выходные характеристики изделия.

5.3 Оценка точности достижения выходных характеристик изделия.

6 Моделирование и оптимизация параметров технологического процесса на ЭВМ.

6.1 Разработка методики моделирования и выбор алгоритма.

6.2 Моделирование технологического процесса.

6.3 Оптимизация параметров технологического процесса на модели.

7 Разработка средств механизации и автоматизации производства.

7.1 Разработка загрузочных устройств для автоматизированного технологического оборудования.

7.2 Разработка манипуляторов для транспортировки изделий.

7.3 Разработка автоматических линий.

7.4 Составление технологической планировки участка (цеха).

8 Экономическая часть.

9 Рекомендации по обеспечению безопасных условий работы.

Заключение.

Список используемых источников.

Приложение А - Распечатки программ и результатов расчета, полученных на ЭВМ.

Приложение Б - Спецификации сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.

Приложение В - комплект технологической документации (титульный лист, маршрутные и операционные карты, ведомость технологических документов, комплектовочная карта, карта эскизов и т.п.).

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1 Структурная схема технологического процесса - 1 лист формата А1;

2 Сборочный чертеж изделия, отработанного на технологичность - 1 лист формата А1;

3 Сборочный чертеж специальной технологической оснастки - 1-2 листа формата А1;

4 Чертежи деталей оснастки - 1-2 листа формата А1;

5 Планировка участка - 1 лист формата А1.

## Приложение В

Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта при проектировании технологического оснащения

Тема дипломного проекта: *Устройство для пайки в паровой фазе пов-  
верхностно монтируемых элементов.*

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Технические характеристики устройства.
- 2 Производительность выпуска изделий, шт/час.
- 3 Системы питания с указанием нормы расхода в час.
- 4 Габаритные размеры.
- 5 Масса.
- 6 Условия эксплуатации:
  - диапазон рабочих температур,
  - относительная влажность,
  - атмосферное давление,
  - механические воздействия.
- 7 Программа выпуска.
- 8 Показатели надежности:
  - среднее время безотказной работы,
  - среднее время восстановления,
  - коэффициент готовности
  - и др.
- 9 КД на изделие.
- 10 Комплексный показатель технологичности устройства.
- 11 Системы управления (пульт, командоаппарат, микро-ЭВМ, микро-процессор).

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение.

- 1 Аналитический обзор по данному направлению проектирования, включая патентные исследования.
- 2 Анализ технического задания и выбор варианта конструктивного исполнения.
- 3 Электрический расчет параметров блока (устройства).
- 4 Разработка конструкторского исполнения устройства.
  - 4.1 Обоснование выбора комплектующих элементов.



- 4.2 Обоснование выбора материалов деталей.
  - 4.3 Разработка компоновки устройства.
  - 4.4 Разработка печатной платы блока.
  - 4.5 Обоснование способа защиты от тепловых воздействий.
  - 4.6 Обоснование защиты устройства от механических воздействий.
  - 5 Расчет показателей надежности блока (устройства).
  - 6 Оценка технологичности конструкции устройства.
  - 7 Разработка технологического процесса сборки блока (устройства).
  - 8 Исследование технологических режимов работы устройства.
  - 9 Разработка программных и технических средств управления устройством.
  - 10 Экономическая часть.
  - 11 Рекомендации по обеспечению безопасных условий работы.
- Заключение.
- Список используемых источников.
- Приложение А - Распечатки программ и результатов расчета, полученных на ЭВМ.
- Приложение Б - Спецификации сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.
- Приложение В - комплект технологической документации (титульный лист, маршрутные и операционные карты, ведомость документов, комплектовочная карта, карта эскизов и т.п.).

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

- 1 Структурная и принципиальная электрические схемы - 1-2 листа формата А1;
- 2 Сборочные чертежи, чертежи общего вида оснащения - 1-2 листа формата А1;
- 3 Чертеж изделия - 1 лист формата А1;
- 4 Чертежи деталей оснащения – 1-2 листа формата А1;
- 5 Алгоритм управления установки - 1 лист формата А1;
- 6 Графики исследований технологических режимов – 1-2 листа формата А1.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида

Тема дипломного проекта: *Исследование процесса ультразвуковой микросварки с применением активирующих воздействий.*

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Конструктивные параметры изделия;
- 2 Конструктивные формы микросварных соединений;
- 3 Электрические и механические параметры микросварных соединений:
  - переходное электрическое сопротивление, мОм;
  - прочность на отрыв, сН;
- 4 Материал и физические свойства микропроволоки;
- 5 Исследуемые технологические параметры:
  - мощность УЗ колебаний, Вт;
  - время микросварки, с;
  - статическое нагружение, Н;
  - частота УЗ колебаний, кГц;
- 6 Параметры активирующих воздействий:
  - длительность токового импульса, мс;
  - амплитуда импульса, мА;
  - интенсивность ИК излучения, Вт/м<sup>2</sup>;
- 7 Выход годных изделий, %;
- 8 Программа выпуска, тыс.шт/год.

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение.

1 Аналитический обзор по данному направлению проектирования, включая патентные исследования.

2 Анализ технического задания, выбор и обоснование методики исследования.

2.1 Анализ исходных данных и выбор вариантов методик исследований.

2.2 Анализ вариантов методик по точностным и технико-экономическим показателям.

3 Разработка методики исследования.

3.1 Разработка схемы (структурной, функциональной) исследований.

3.2 Выбор технических средств для проведения исследований.

3.3 Выбор основных расчетных соотношений и уравнений.

4 Разработка конструкции приспособлений для проведения исследований.

4.1 Выбор конструкции приспособлений.

4.2 Выбор материалов деталей и методов их изготовления.

4.3 Поверочный (точностной) расчет приспособления.

5 Экспериментальные исследования процесса (устройства).

5.1 Исследование влияния параметров активирующих воздействий на характеристики соединений.

5.2 Структурные соединения микросварных соединений.

5.3 Физические модели воздействия активирующих факторов.

6 Моделирование и оптимизация исследуемого процесса на ЭВМ.

6.1 Разработка методики моделирования и выбор алгоритма.

6.2 Моделирование технологического процесса.

6.3 Оптимизация параметров исследуемого процесса на модели.

7 Разработка технологической инструкции на исследуемый процесс.

8 Экономическая часть.

9 Рекомендации по обеспечению безопасных условий работы.

Заключение

Список используемых источников

Приложение А - Распечатки программ и результатов расчета, полученных на ЭВМ.

Приложение Б - Спецификации сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.

Приложение В - комплект технологической документации (титульный лист, технологическая инструкция).

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

- 1 Схема исследования - 1 лист формата А1;
- 2 Алгоритм исследований - 1 лист формата А1;
- 3 Графики исследований - 1-2 листа формата А1;
- 4 Математические модели и факторные пространства - 1 лист формата А1;
- 5 Сборочный чертеж исследовательского оснащения - 1 лист формата А1;
- 6 Чертежи деталей оснащения - 1 лист формата А1.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения радиоэлектронных средств

Тема дипломного проекта: *Проектирование РЭС с помощью прикладного программного пакета ТехноПро.*

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Тип компьютера – IBM совместимый с процессором класса не ниже Pentium II;
- 2 Операционная система Windows 98/Me/NT/2000;
- 3 Формат данных для связи с TehnoPro – mdb;
- 4 Версия TehnoPro 3.01;
- 5 Интерфейс пользователя – оконный с наличием пиктографических кнопок для выполнения команд и альтернативного текстового меню;
- 6 Программа выпуска изделий – 2000 шт/месяц;
- 7 Остальные требования уточняются в процессе проектирования.

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

- 1 Введение.
- 2 Аналитический обзор по данному направлению включая патентные исследования.
  - 2.1 Обзор технической литературы по пакетам прикладных программ.
  - 2.2 Обзор технической литературы по технологии поверхностного монтажа.
  - 2.3 Патентные исследования.
3. Анализ технического задания.
  - 3.1 Выбор средств автоматизированного проектирования технологического процесса сборки и монтажа.
- 4 Подготовка базы данных оборудования и материалов для проектирования технологии РЭС с поверхностным монтажом.
- 5 Расчёт показателей технологической конструкции изделия.
6. Разработка алгоритма проектирования технологического процесса сборки и монтажа РЭС с поверхностным монтажом с применением пакета ТехноПро.
- 7 Проектирование технологического процесса сборки и монтажа РЭС с поверхностным монтажом.
- 8 Технико-экономическое обоснование.
- 9 Охрана труда и экологическая безопасность.

Заключение.

Список используемых источников.

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

- 1 Сборочный чертеж платы (устройства, для которого разрабатывается автоматизированный технологический процесс сборки) – 1 лист формата А1;
- 2 Алгоритм проектирования ТП сборки и монтажа в ТехноПро – 1 лист формата А1;
- 3 Структурная схема технологического процесса – 1 лист формата А1;
- 4 Макеты рабочего окна программы в различных режимах работы – 2 листа формата А1;
- 5 Плакаты, поясняющие процесс разработки технологического процесса ТП – 2 листа формата А1.

### ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример оформления титульного листа дипломного проекта

*Министерство образования Республики Беларусь*

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

*Факультет: компьютерного проектирования*

*Кафедра: электронной техники и технологии*

*К защите допустить*  
Заведующий кафедрой ЭТТ  
\_\_\_\_\_ А.П. Достанко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту  
НА ТЕМУ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЭС С ПОМОЩЬЮ ПРИКЛАДНОГО  
ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ТЕХНОПРО»

Дипломник	( А.П. Иванов )
Руководитель	( В.М. Петров )
Консультанты:	
по специальности	( В.Ю. Сидоров )
по экономике	( Т.Е. Тарасов )
по производственной и экологической безопасности	( Е.Н. Королев )
Нормоконтроль	( И.В. Егоров )
Рецензент	(                    )

МИНСК 2002

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

Пример оформления аннотации к дипломному проекту

**УДК 658.512.22 + 621.396.6**

Задруцкий И.А.

Проектирование РЭС с помощью прикладного программного пакета ТехноПро: Дипл. проект по специальности "Проектирование и производство РЭС". – Мн.: БГУИР, 2002. – 135 л.

Разработан технологический процесс сборки и монтажа РЭС с помощью прикладного программного пакета ТехноПро. Выполнен обзор существующих программных пакетов, позволяющих проектировать технологические процессы. Проведены патентные исследования по технологии поверхностного монтажа. Разработан алгоритм проектирования технологических процессов в диалоговом режиме в ТехноПро. Проведена подготовка информационной базы по оборудованию, материалам, технологической оснастке, технологическим операциям и переходам. Разработан шаблон маршрутно-операционной карты и титульного листа для распечатки технологической документации. Расчетный экономический эффект от внедрения прикладного программного пакета ТехноПро в процесс проектирования технологических процессов составил – 1704,49 тыс.руб., срок окупаемости – 3 года. В проекте учтены факторы среды, определяющие безопасность, здоровье и работоспособность оператора, критерии эргономичности организации рабочих мест, описывается комплекс мер, направленных на обеспечение нормальных условий труда.

**Ключевые слова:** проектирование технологических процессов, маршрутно-операционная карта, ТехноПро.

Ил. 27, табл. 16 , список лит. – 38 назв;  
графическая часть – бл. А1.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Л

### Примеры некоторых классов классификатора ЕСКД

№ класса	Наименование класса	Подклассы								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30	Сборочные единицы общемашиностроительные	Устройства базовые	Трубопроводы и их элементы	Устройства, передающие движение	Устройства направляющие, ограничительные и передающие движение	Устройства защитные, закрывающие, уплотнительные, пояснительные	Устройства гидравлические, пневматические, смазочные			
40	Средства измерений линейных и угловых размеров, параметров движения, времени, силы, массы, температуры, давления, расхода количества	Средства измерений линейных и угловых размеров	Средства измерений параметров движения (приборы)	Средства измерений времени	Средства измерений силы и массы	Средства измерений температуры	Средства измерений давления, уровня, расхода	Средства измерений давления, уровня, расхода (кроме манометрических)	Составные части средств измерений	
41	Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений	Средства измерений электрических и магнитных величин	Средства измерений ионизирующих излучений	Средства определения состава и свойств газов	Средства определения состава и свойств жидкостей	Средства определения состава и свойств сыпучих веществ. Средства универсальные		Составные части средств измерений		
67	Трансформаторы. Конденсаторы. Аппараты электрические. Электромагниты.	Трансформаторы, дроссели (мощностью до 5 кВА)	Трансформаторы, дроссели (мощностью свыше 5 кВА)	Конденсаторы	Аппараты электрические	Источники света	Приборы и комплексы световые	Электромагниты		



## Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
68	Электрооборудование. Монтаж механический					Устройства токопроводящие	Устройства электроизолирующие	Устройства электромонтажные. Монтаж механический		
71	Детали - тела вращения типа колец, дисков, втулок, стержней, стаканов, валов, осей и т.п.	С L/D до 0,5 включительно		С L/D св. 0,5 до 2,0 включительно		С L/D свыше 2,0				
		С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.	С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.	С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.			
73	Детали - не тела вращения: корпусные, опорные	Корпусные		Опорные		Емкостные (крышки, коробки, футляры и т.п.)				
		без плоскости разъема	с плоскостью разъема	рамы, основания	кронштейны, стойки					
75	Детали - тела вращения и (или) не тела вращения: оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные	Ползуны, вилки	Арматуры, с перфорир. отв. и др.	С элементами тел вращения и не тел вращения, пружины, ручки	Уплотнительные, маркировочные, платы печатные	Оптические с рабочими поверхностями плоскими, лазеров, волоконной оптики		Электрорадиоэлектронные	Крепежные	
94	Медицинская техника	Комплексы медицинской техники. Приборы медицинские. Аппараты медицинские	Инструменты медицинские. Средства замещения функций органов и систем организма. Оборудование медицинское	Составные части медицинской техники						

L, D – соответственно, длина и диаметр детали – тела вращения

## Приложение М

Буквенный код наиболее распространённых видов элементов

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двух-буквенный код
1	2	3	4
А	Устройство (общее обозначение)		
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот; аналоговые или многоуровневые преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель Магнотриксционный элемент Детектор ионизирующих излучений Сельсин-приёмник Телефон (капсюль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	ВА ВВ ВД ВЕ ВФ ВС ВК ВЛ ВМ ВР ВQ ВR BS BV
С	Конденсаторы		
Д	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информации Устройство задержки	DA DD DS DT
Е	Элементы разные	Нагревательный элемент Лампа осветительная Пиропатрон	EK EL ET
Ф	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия То же инерционного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FA FP FU FV
Г	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
Н	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор сигнализации	HA HG HL

Продолжение приложения М

1	2	3	4
К	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения	КА КН КК КМ КТ КV
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
М	Двигатели		РА
Р	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр Счётчик импульсов Частотомер ( <i>Примечание:</i> сочетание РЕ не допускается) Счётчик активной энергии Счётчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	РА РС PF PI PK PR PS PT PV PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание, оборудование и т.д.)	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	QF QK QS
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический (для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей) Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: от уровня от давления от положения (путевой) от частоты вращения от температуры	SA SB SF SL SP SQ SR SK

Окончание приложения М

1	2	3	4
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения	TA TS TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UB UR UI UZ
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линии и элементы СВЧ, антенны	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, неоднородность, фазовращатель Аттенюатор Антенна	WE WK WS WT WU WA
X	Соединители контактные	Токосъёмник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	XA XP XS XT XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита	YA YB YC YH
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ







**ПРИЛОЖЕНИЕ П**  
**Пример выполнения спецификации**

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
				<u>Документация</u>		
A1			ДПКП.423132.002 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
Б4	1		ДПКП.671441.001	Трансформатор	1	T1
Б4	2		ДПКП.671519.001	Трансформатор	1	T2
Б4	3		ДПКП.671589.001	Трансформатор	1	T3
				<u>Детали</u>		
	4		ДПКП.745240.001	Прокладка	2	
	5		ДПКП.745240.002	Прокладка	2	
	7		ДПКП.752580.001	Радиатор	2	
	9		ДПКП.754724.001	Плата печатная	1	
	11		ДПКП.762603.001	Лепесток	17	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	13			Винт В2-M2,5-6gX10.36.016		
				ГОСТ 1491-80	2	
	15			Винт М4-6gX20.36.016	2	
				ГОСТ 1491-80		
	17			Гайка М2.5.016 ГОСТ 5916-70	2	
	19			Гайка М4.5.016 ГОСТ 5927-70	2	
	21			Шайба 2,5Т65Г.019 ГОСТ 6402-70	2	
				ДПКП.423132.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Мурашов А.Е.				Лит.	Лист
Провер.	Бондарик В.М.				01	1
Т.контр.	Бондарик В.М.					3
Н.контр.	Телеш Е.В.				БГУИР зр.610204	
Утв.					Плата	







## Приложение Р

Материалы, наиболее часто применяемые при разработке РЭС

Обозначение	Наименование	Область применения
1	2	3
<b>Черные металлы и сплавы</b>		
Лист $\frac{X/K \ 1 \times 1000 \times 200 \text{ ГОСТ } 3681-57}{0.8 \text{ КП ГОСТ } 16523-70}$	Сталь углеродистая качественная холоднокатаная тонколистовая нормальной точности прокатки	Изготовление корпусов, панелей, уголков, кронштейнов и т.п.
Шестигранник $\frac{22(h11) \text{ ГОСТ } 8560-67}{40 \text{ ГОСТ } 1051-73}$	Сталь углеродистая качественная 0,40 % углерода, в виде шестигранника размером 22 мм	Изготовление стоек, втулок, кронштейнов и т.п.
Круг $\frac{15(h11) \text{ ГОСТ } 1415-81}{20 \text{ ГОСТ } 1051-73}$	Сталь углеродистая качественная 0,20 % углерода, в виде круга с диаметром 20 мм	Изготовление стоек, втулок, осей и т.п.
Лента 65-Г-С-ПН-0,5x80 ГОСТ 2283-79	Лента стальная на пружинной стали 65 Г, холоднокатаная нормальной точности изготовления, толщина 0,5 мм; ширина 80 мм; С – светлая; ПН - полунагартованная	Изготовление пружин, держателей, ручек и т.п.
Лента 0,05x150-2-79 НМ ГОСТ 10160-79	Лента из железоникелевого сплава с высокой магнитной проницаемостью, 0,05 - толщина, мм; 150 - ширина, мм; 2 - класс; 79 НМ - марка	Изготовление сердечников трансформаторов

Продолжение приложения Р

1	2	3
Проволока 1-2,0 ГОСТ 9389-7	Проволока стальная углеродистая пружинная холоднокатаная	Изготовление пружин, держателей, ручек и т.п.

	таная нормальной точности изготовления (I, II класса), диаметр 2 мм	т.п.
Проволока 0,3-3а-Х20Н80 ГОСТ 12766.1-77	Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением	Изготовление резисторов, реостатов, нагревательных элементов
Круг $\frac{5-3-В-Н}{У8А}$ ГОСТ 14955 – 77 ГОСТ 1435 – 75	Сталь круглая инструментальная углеродистая со специальной отделкой поверхности	Изготовление изделий с особыми требованиями к твердости поверхности (пуансоны в штампах, штифты и т.п.)
<b>Цветные металлы и сплавы</b>		
Лист АМц М 3 ГОСТ 1613-76	Лист из алюминиевого сплава АМц, толщиной 3 мм, М - отожженный	Изготовление корпусов, панелей, уголков, кронштейнов и т.п.
Пруток Д16Т-10.0 ГОСТ4783-68	Пруток и дюралюминия диаметром 10 мм	Изготовление стоек, втулок, накладок и т.п.
Лента ЛС 59-1-0.5×175 ГОСТ 2208-71	Лента латунная, толщиной 0,5 мм, шириной 175 мм	Изготовление экранов, лепестков, корпусов и т.п.
Лента Бр Б2 - М - 0,3х50 - Н ГОСТ 1789-70	Лента из бериллиевой бронзы, толщиной 0,3 мм, шириной 50 мм	Изготовление контактов, пружин, лепестков и т.п.

Продолжение приложения Р

1	2	3
Проволока БрБ2-3М-0,5 ГОСТ 15834-70	Проволока из бериллиевой бронзы, 3М - мягкая (зака-	Изготовление контактов, пружин, лепестков и

	ленная), толщиной 0,5 мм	т.п.
<b>Литейные сплавы</b>		
Сплав АЛ2 ГОСТ 2685 - 75	Сплав алюминий- вый литейный	Изготовление корпусов, крон- штейнов, радиа- торов и т.п. ме- тодом литья
Бронза Бр ОСЦ 5-5-5 ГОСТ 493 - 54	Бронза оловянная литейная	Изготовление корпусов и дру- гих деталей РЭС методом литья
<b>Неметаллические материалы</b>		
Текстолит А - 10,0 ГОСТ 2910 – 74	Текстолит электро- технический листо- вой, толщина 10 мм	Изготовление диэлектрических деталей РЭС ме- тодами штам- повки и резания
СтеклотекстолитСТК-1,0 ГОСТ 12652-74	Стеклотекстолит электротехнический листовой, толщиной 1 мм	Изготовление диэлектрических деталей РЭС ме- тодами штам- повки
Пластина Ф - 4 8x245x245 , высший сорт ТУ 6 - 05 - 810 -76	Пластина из фторо- пласта, размер лис- та: 8x245x245 мм	Изготовление диэлектрических деталей РЭС ме- тодами штам- повки и резания
Стеклотекстолит СФ-2-35-1,5 ГОСТ 10316-78	Стеклотекстолит фольгированный листовой, двухсто- ронний, толщиной 1,5 мм с толщиной фольги 35 мкм	Изготовление двухсторонних печатных плат

Окончание приложения Р

1	2	3
Трубка 3.31 ТВ-40, 4, черная, выс- ший сорт, ГОСТ 19034-82	Трубка из поливинил- хлоридного пластика- та, внутренний диа-	Изготовление изолирующих деталей

	метр 4 мм	
ТОСП, I сорт, красное прозрачное ГОСТ 17622-72	Стекло органическое техническое листовое. Размер листа: не бо- лее 1150x1250 мм; толщина, мм: 3,0 ; 4,0 ; 5,0	Изготовление панелей, стекол и т.п.

## Приложение С

Материалы, используемые для изделий с электромонтажом

Материал	Нормативно-технический документ
Бумага кабельная марок К-080; К-120; КПМ-120	ГОСТ 23436-83
Бумага конденсаторная марки КОН	ГОСТ 1908-82
Картон электроизоляционный марки ЭВ	ГОСТ 2824-86
Картон прокладочный	ГОСТ 9347-74
Клей БФ-2 и БФ-4	ГОСТ 12172-74
Клей 88НП	ТУ 38-105.540-73
Компаунд «Виксинт ПК-68»	ТУ 38-103.508-81
Краски маркировочные специальные БМ, КМ, СМ, ЧМ, ЗМ, ЖМ	ТУ 29-02-859-78
Лак МЛ-92	ГОСТ 15865-70
Лак НЦ-134	ТУ 6-10-1291-77
Лак НЦ-132	ГОСТ 6631-74
Лакоткань электроизоляционная марки ЛШМ	ГОСТ 2214-78
Ленты асбестовые электро- и теплоизоляционные	ГОСТ 14256-78
Лента липкая маркировочная	ТУ 6-05-1240-76
Лента поливинилхлоридная электроизоляционная ПВХ	ГОСТ 16214-86
Мастика У-9м	ОСТ 92-0948-74
Нитки швейные хлопчатобумажные	ГОСТ 6309-80
Припой ПОС-61	ГОСТ 21931-76
Провода монтажные с изоляцией из спекаемой плёнки	ТУ 16-505.083-78
Провода монтажные теплостойкие с изоляцией из фторопласта	ТУ 16-505.185-71
Провода монтажные с плёночной или волокнистой изоляцией (МГШВ, МГШВЭ)	ТУ 16-505 – 437-82
Проволока медная	ГОСТ 2112-79
Смазка ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6297-74
Смазка ВНИИ НП-248	ТУ 38 101643-76
Стеклоткань электроизоляционная	ГОСТ 10156-78
Стеклотекстолит	ГОСТ 12652-74
Трубки из поливинилхлоридного пластиката	ГОСТ 19034-82
Эмаль МЛ-12	ГОСТ 9754-76
Эмаль МЛ-165, МЛ-165ПМ, МС-160	ГОСТ 12034-77
Эмаль НЦ-25	ГОСТ 5406-85
Эмаль ЭП-51	ГОСТ 9640-85
Эмаль ЭП-572	ТУ 6-10-1539-76
Эмаль ПФ-19, ПФ-19М	ТУ-10-1294-78





Приложение У  
Классы исполнения радиоэлектронных средств  
по условиям эксплуатации

Установлены следующие климатические исполнения (классы исполнения) изделий по условиям их эксплуатации в макроклиматических районах (ГОСТ I5I50-69):

- У (N) -- для районов с умеренным климатом;
- УХЛ (NF) - с умеренным и холодным климатом; при эксплуатации только в холодном климате - ХЛ (F);
- ТВ (ТН) - с влажным тропическим климатом;
- ТС (ТА) - с сухим тропическим климатом;
- Т (Т) - с тропическим как сухим, так и влажным климатом;
- М (М) - с умеренно холодным морским климатом;
- ТМ (ТМ) - с тропическим морским климатом;
- О (U) - для всех районов, кроме районов с морским климатом;
- ОМ (MU) - с морским климатом;
- В (W) - для всех макроклиматических районов (всеклиматическое исполнение).

В зависимости от места размещения изделия при эксплуатации в воздушной среде (на высоте до 4300 м над уровнем моря, а также в подземных и подводных помещениях) установлены следующие категории размещения:

- 1 -- на открытом воздухе;
  - 1.1 - постоянно в помещениях категории 4 и кратковременно в условиях всех остальных категорий;
- 2 - под навесом или в помещении, где условия эксплуатации несущественно отличаются от установленных для категории 1 (в палатках, кузовах машин и т.п.);
  - 2.1 - внутри изделий, эксплуатируемых в условиях категорий 1 и 2, в качестве встроенных элементов;
- 3 - в закрытых помещениях (объемах) без искусственного регулирования температуры при отсутствии прямого солнечного излучения, воздействия осадков и ветра;
  - 3.1 - в нерегулярно отапливаемых помещениях;
- 4 - в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми условиями (закрытые отапливаемые помещения);
  - 4.1 - в помещениях с кондиционированием воздуха;
  - 4.2 - в лабораторных, капитальных, жилых и других подобных помещениях;
- 5 - в помещениях с повышенной влажностью (в подвалах, цехах и т.п.);

5.1 - встроенные элементы изделий в условиях категории 5, когда конструкция изделий предохраняет элемент от конденсации влаги на его поверхности.

В зависимости от категории размещения изделия устанавливаются нормы температуры, влажности и других эксплуатационных параметров для данного вида условий эксплуатации (класса и категории). Например, для изделия исполнения УХЛ 4 рабочие температуры +1 ... +35 °С, средняя рабочая температура - +20 °С, предельные температуры - +1 °С, +50 °С, предельная относительная влажность – 80 %.

Для категории размещения изделий 1 стандартом ГОСТ 15150-69 установлены следующие типы атмосферы с предельным содержанием коррозионно-активных веществ:

I - условно чистая, сернистого газа - не более 20 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов - не более 0,3 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

II - промышленная, сернистого газа – 20 ... 250 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 ... 0,31 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов - не более 0,3 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

III - морская, сернистого газа - не более 20 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов – 30 ... 300 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

IV - приморско-промышленная, сернистого газа – 20 ... 250 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 ... 0,31 мг/м<sup>3</sup>).

Для категорий размещения 2, 3, 4 содержание коррозионно-активных веществ в атмосфере составляет 30 ... 40 % от установленных для категории 1.

Для изделий климатических исполнений У, УХЛ (ХЛ), ТС, ТВ, Т, как правило, назначаются условия эксплуатации в атмосфере типов I и II, кроме специально оговоренных случаев.


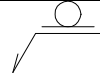

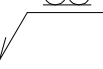
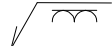

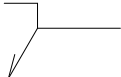

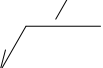
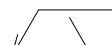

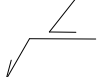
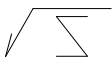

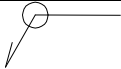

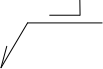
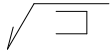

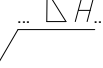
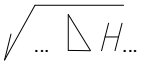
Аппаратуру в зависимости от условий ее эксплуатации согласно ГОСТ 11478-68 подразделяют на группы, приведенные в таблице У.1.

Таблица У.1 - Условия эксплуатации аппаратуры

Группа аппаратуры	Условия эксплуатации	Категория исполнения по ГОСТ 15150
I	В жилых помещениях	4.2
II	В транспортных средствах (встроенная)	2.1
III	На открытом воздухе, не рассчитана для работы в условиях движения	1.1
IV	На открытом воздухе, в том числе в условиях движения (на ходу, в салоне автомобиля, катера и т.п.)	1.1

## Приложение Ф

### *Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов*

Условное изображение	Технологическое указание	Расположение вспомогательного знака относительно шва	
		видимого	невидимого
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		
	Угловой шов с величиной катета Н, мм		







Продолжение приложения Ш

						ГУИР.01188.00001	7	7						
						ГУИР.406124.001	—	ГУИР.50188.00001						
			В	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						
			Г	Обозначение документа										
			Д	Код оборудования			Наименование, модель оборудования							
			Е	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
			Л/М	Наименование детали, сборочной единицы или материала										
			Н/М	Обозначение, код			ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх			
			01	<p>Пресс ручной</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Извлечь плату из тары.</li> <li>2. Осуществить контроль.</li> <li>3. Обезжирить место маркировки спиртонефрасовой смесью 1:1.</li> <li>4. Маркировать плату согласно сборочному чертежу.</li> <li>5. Установить плату на подставку</li> <li>6. Сушить краску МКЭ по режиму: T=23±5°C, t=70...72 ч.</li> <li>7. Снять плату с подставки.</li> <li>8. Уложить плату в тару.</li> <li>9. Сделать отметку в сопроводительном документе.</li> </ol>										
			T02											
			O03											
			04											
			05											
			06											
			07											
			08											
			09											
			10											
			11											
			12											
			V13	26	125	<b>0310 Визуальный контроль</b>								
			Г14	ИОТ при сборке изделий с применением оловяно-свинцовых припоев, канифольных флюсов и спирто-бензиновых смесей										
			15											
			Д16	Стол рабочий ОМ-1971										
			E17	03	13460	5	1	1	1	1,0	3	24,0		
			T18	Пинцет ГОСТ 21241-89										
			T19	Приспособление для визуального контроля										
			20	ГГ 63669/0.12										
			O21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Извлечь плату из тары.</li> <li>2. Установить плату на приспособление и осуществить визуальный контроль.</li> <li>3. Сделать отметку в сопроводительном документе.</li> <li>4. Уложить плату в тару.</li> <li>5. Сделать отметку в сопроводительном документе.</li> </ol>										
			22											
			23											
			24											
			25											
			26											
			27											
			28											
			29											
			30											
			31											
			32											
			МК											

ПРИЛОЖЕНИЕ Э  
Классификация технологических операций

Код операции	Наименование операции	Код операции	Наименование операции
Операции общего назначения (0100)			
0101	разметка	0130	очистка
0102	нарезка	0135	очистка УЗ
0103	нагрев	0150	травление
0104	раскрой	0160	пропитка
0108	слесарная	0168	подготовка (оборудования, оснастки и т.д.)
0109	зачистка		
0125	промывка		
0126	промывка водой	0170	сушка
0127	промывка раствори- телем		
Технический контроль			
0200	контроль	0320	контроль электрических величин
0310	контроль механиче- ских величин		
Перемещение (0400)			
0401	транспортирование	0406	разгрузка
0405	загрузка	0440	складирование
Пайка (8000)			
8011	тепловым контактом	8018	волной припоя
8013	индукционная	8019	погружение
Электромонтаж (8500)			
8501	регулировка, настройка	8535	намотка, перемотка
8504	разделка провода	8536	каркасная намотка
8531	формовка выводов	8537	бескаркасная намотка
Сборка (8800)			
8801	базирование	8870	сборка и монтаж элек- тронной техники
8821	стопорение		
8823	запрессовка	8871	сборка корпуса
8831	свинчивание	8876	монтаж плат на основание
8841	клепка		
8842	развальцовка	8879	загрузка кассет комплек- тующими изделиями
8863	сборочно-монтажная		
8866	приклеивание		
Сварка (9000)			
9003	термокомпрессионная	9026	лазерная
9010	контактная	9030	дуговая
9011	точечная	9080	ультразвуковая
9012	шовная	9090	холодная



## Приложение Ю

### Коды условий и степени механизации труда

Код	Наименование условий труда (УТ)
1	Нормальные
2	Тяжелые и вредные
3	Особо тяжелые и особо вредные

Код	Определение степени механизации труда (СМ)
1	Рабочие, выполняющие работу на автоматах, автоматизированных агрегатах, установках, аппаратах
2	Рабочие, выполняющие работу при помощи машин и механизмов
3	Рабочие, выполняющие работу вручную при машинах и механизмах
4	Рабочие, выполняющие работу вручную не при машинах и механизмах
5	Рабочие, выполняющие работу вручную по наладке и ремонту машин и механизмов

Приложение Я  
Классификация профессий рабочих и служащих

Код профессии	Наименование профессии
1	2
10021	Автоматчик
10226	Аппаратчик диффузии
11410	Варщик электроизоляционных лаков
11735	Гравер
11768	Грузчик
12001	Заготовщик
12312	Изготовитель жгутов
12460	Изготовитель трафаретов, шкал и плат
12837	Комплектовщик
12920	Контролер
13301	Лаборант по ультразвуковой технике
13399	Литейщик пластмасс
13460	Маркировщик
14544	Монтажник
14618	Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов
14989	Наладчик станков
15023	Намотчик катушек
15029	Намотчик катушек трансформаторов
15483	Оператор автоматических линий подготовки и пайки ЭРЭ на печатных платах
15511	Оператор вакуумно-напылительных процессов
15582	Оператор диффузионных процессов
15707	Оператор микросварки
16081	Оператор технологических установок
16107	Оператор ультразвуковых установок
16456	Паяльщик
17861	Регулировщик РЭА и приборов
18165	Сборщик изделий из пластмасс
18193	Сборщик микросхем
18249	Сборщик радиодеталей
18279	Сборщик трансформаторов
18316	Сборщик электроизмерительных приборов
18350	Сварщик термитной сварки
18466	Слесарь механосборочных работ
18569	Слесарь сборщик РЭА и приборов
18596	Слесарь электромонтажник
18809	Станочник широкого профиля
18874	Столяр

продолжение приложения Я

1	2
19149	Токарь
19479	Фрезеровщик
19630	Шлифовщик
19700	Штамповщик
19756	Электрогазосварщик
19798	Электромонтажник
19975	Юстировщик оптических приборов
20290	Ведущий научный сотрудник
20780	Главный конструктор
21037	Главный технолог
21296	Декан
21629	Диспетчер
21795	Доцент
22177	Инженер
22211	Инженер-конструктор
22493	Инженер-технолог
23187	Мастер
24456	Профессор кафедры
24940	Техник
25062	Технолог
25351	Экономист
25401	Электрик участка

**Приложение Д**  
**Пример заполнения технологической инструкции**

		КПКП.01103.00002	3	1			
БГУИР	КПКП.941342.100		КПКП. 25103.00003				
Акустоэлектронное устройство				О			
<p style="text-align: center;">Настоящая инструкция предназначена для настройки акустоэлектронного устройства при помощи установки измерительной терапии АУТ-1М комплексной К2-43</p> <p style="text-align: center;"><b>1 ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ</b></p> <p>При проведении измерений используются следующие виды оборудования, приспособлений и инструмента:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Установка измерительная комплексная К2-43</li> <li>1.2 Акустоэлектронное устройство терапии АУТ-1М</li> <li>1.3 Паяльник электрический ПВНРС 65-36</li> <li>1.4 Отвертка монтажная ГОСТ 17199-71</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>2 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Подготовка рабочего места</li> <li>2.2 Организация трудового процесса</li> <li>2.3 Проведение настройки</li> <li>2.4 Контроль качества настройки</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>3 ПОДГОТОВКА ОБОРУДОВАНИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Подготовка рабочего места согласно инструкции ДПКП.941342.001 ТИ</li> <li>3.2 Отрегулировать высоту сидения и спинки стула для удобства работы</li> <li>3.3 Расположить на рабочем месте материалы, полуфабрикаты, оснастку согласно планировки рабочего места</li> <li>3.4 Проверить записи в сопроводительном листе, убедиться в наличии штампа контролера отдела технического контроля. При обнаружении несоответствия сообщить мастеру или технологу, партию в работу не принимать</li> <li>3.5 Вставить вилку электропитания установки комплексной К2-43 в розетку</li> <li>3.6 Включить установку комплексную К2-43 в сеть тумблером, расположенным на передней панели установки, при этом должны загореться красная</li> </ol>							
				Разраб.	Иванов И.И.		
				Проверил	Петров В.Л.		
				Нач.бюро			
				Согл.БМН			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Н.контр.	Сидоров Н.С.		
ТИ							







Приложение Z  
Пример заполнения комплекточной карты

					ГУИР.01188.00001	3	1						
					ГУИР.406124.001	—	ГУИР.30196.00001						
					<b>Сигнализатор концентрации паров аммиака АСПА</b>		0						
					В	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			
					Л/М	Поз.	Наименование детали, сборочной единицы или материала						
					Н/М	Обозначение		ОПП	ЕВ	ЕН	Кп	Н. расх.	
					Я				Раз. п.	Общ. п.	Такт. п.		
					01								
					В02			2	010	<b>8831 Установка модуля питания</b>			
					Л03	1	Модуль питания						
					Н04	АРС 6.122.001				шт	1	1	
					Л05	2	Основание						
					Н06	АРС 8.074.002				шт	1	1	
					Л07	3	Винт самонарезной 4x8.05						
					Н08	ГОСТ 10620-80				шт	1	4	
					Л09	4	Шайба 4.04.016						
					Н10	ГОСТ 10450-78				шт	1	4	
					11								
					В12			3	015	<b>8831 Установка выключателя</b>			
					Л13	1	Втулка предохранительная резиновая 6-6						
					Н14	ГОСТ 19421-74				шт	1	1	
					Л15	2	Выключатель сетевой						
					Н16	тип 8600 SPST				шт	1	1	
					17								
					В18			4	020	<b>8831 Установка шнура сетевого</b>			
					Л19	1	Шнур сетевой с евровилкой						
					Н20	АС-162				шт	1	1	
					Л21	2	Стяжка для кабеля CCCV-CV-075						
					Н22	UL94V-2				шт	1	1	
					Л23	3	Скоба для кабеля (Рвн 6 мм)						
					Н24	NF 1, 2				шт	1	1	
					Л25	4	Лепесток 1-2-3,2x12-05						
					Н26	ГОСТ 22376-77				шт	1	1	
					27								
					28								
Дубл.	Взам.	Подл.							Разраб.	Егоров И.В.			
								Проверил	Бондарик В.М.				
								Т. Контр.	Ланин В.Л.				
			Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Н. Контр.	Сидоров А.Н.				
			КК										



## **13 Государственные стандарты, рекомендуемые для использования в дипломном проектировании**

ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения.

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению КД и ТД на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий.

ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность КД.

ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки.

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

ГОСТ 2.108-68 ЕСКД. Спецификация.

ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.113-75 ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы.

ГОСТ 2.114-95 ЕСКД. Технические условия. Правила построения, изложения и оформления.

ГОСТ 2.118-73 ЕСКД. Техническое предложение.

ГОСТ 2.119-73. Эскизный проект.

ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Технический проект.

ГОСТ 2.123-83 ЕСКД. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании.

ГОСТ 2.125-88 ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.

ГОСТ 2.301-68–ГОСТ 2.321-68 ЕСКД. Правила оформления КД.

ГОСТ 2.401-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей пружин.

ГОСТ 2.410-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей металлических конструкций.

ГОСТ 2.413-72 ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа.

ГОСТ 2.414-75 ЕСКД. Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и приводов.

ГОСТ 2.415-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками.

ГОСТ 2.416-68 ЕСКД. Условные изображения сердечников магнитопроводов.

ГОСТ 2.417-91. Правила выполнения чертежей печатных плат.

ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 2.602-95 ЕСКД. Ремонтные документы.

ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выпол-

нению.

ГОСТ 2.702-75–ГОСТ 2.711-68 ЕСКД. Правила выполнения схем.

ГОСТ 2.722-68–ГОСТ 2.796-81 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.

ГОСТ 3.1001-81 ЕСТД. Общие положения.

ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.

ГОСТ 3.1103-82 ЕСТД. Основные надписи.

ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 3.1116-79 ЕСТД. Нормоконтроль.

ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные техпроцессы.

ГОСТ 3.1120-83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

ГОСТ 3.1121-84 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы.

ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения ТД.

ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки (сварка, пайка).

ГОСТ 3.1428-91 ЕСТД. Правила оформления документов на технологические процессы (операции) изготовления печатных плат.

ГОСТ 3.1502-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль.

ГОСТ 3.1507-84 ЕСТД. Правила оформления документов на испытания.

ГОСТ 3.1703-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов, слесарные и слесарно-сборочные работы.

ГОСТ 3.1704-81 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Пайка и лужение.

ГОСТ 3.1901-74 ЕСТД. Нормативно-техническая информация общего назначения, включаемая в формы технологических документов.

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ГОСТ 7.12-93. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.

ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления.

ГОСТ 7.83-2001. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения.

ния.

ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

ГОСТ 12.0.001-82. Система стандартов безопасности труда. Основные положения.

ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделия. Общие требования.

ГОСТ 12.2.025-76. Изделия медицинской техники. Электробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 14.206-73 ЕСТД. Технологический контроль конструкторской документации.

ГОСТ 19.005-85 ЕСПД. Р-схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические и правила выполнения.

ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.

ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.

ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 20.57.406-81. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний.

ГОСТ 24.304-82. Система технической документации на АСУ. Требования к выполнению чертежей.

ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

ГОСТ 9663-75. Резисторы. Ряд номинальных мощностей рассеяния.

ГОСТ 9664-74. Резисторы. Допустимые отклонения от номинального значения сопротивления.

ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры.

ГОСТ 10318-80. Резисторы переменные. Основные параметры.

ГОСТ 12661-67. Конденсаторы и резисторы электрические. Длины монтажные и диаметры проволочных выводов.

ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

ГОСТ 15172-70. Транзисторы. Перечень основных и справочных параметров.

ГОСТ 17021-88. Микросхемы интегральные. Термины и определения.

ГОСТ 17230-71. Микросхемы интегральные. Ряд питающих напряжений.

ГОСТ 17447-72. Микросхемы интегральные для цифровых вычислительных машин и устройств дискретной автоматики. Основные параметры.

ГОСТ 17465-80. Диоды полупроводниковые. Основные параметры.

ГОСТ 17466-80. Транзисторы биполярные и полевые. Основные параметры.

ГОСТ 17467-88. Микросхемы интегральные. Основные размеры.

ГОСТ 18725-83. Микросхемы интегральные. Общие технические условия.

ГОСТ 18472-88. Приборы полупроводниковые. Основные размеры.

ГОСТ 19095-73. Транзисторы полевые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 19150-84. Контакты магнитоуправляемые герметизированные. Общие технические условия.

ГОСТ 19480-89. Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров.

ГОСТ 19761-81. Переключатели и выключатели модульные, кнопочные и клавишные. Общие технические условия.

ГОСТ 20003-74. Транзисторы биполярные. Термины, определения и буквенные обозначения.

ГОСТ 20406-75. Платы печатные. Термины и определения.

ГОСТ 20504-81. Система унифицированных типовых конструкций, агрегатных комплексов ГСП. Типы и основные размеры.

ГОСТ 20790-93. Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия.

ГОСТ 21414-75. Резисторы. Термины и определения.

ГОСТ 21415-75. Конденсаторы. Термины и определения.

ГОСТ 22174-76. Резисторы переменные непроволочные. Корпусы. Основные размеры.

ГОСТ 22261-82. Средства измерений электрических и магнитных величин.

ГОСТ 22719-77. Микровыключатели и микропереключатели. Термины и определения.

ГОСТ 23622-79. Элементы логических ИМС. Основные параметры.

ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Основные параметры конструкций.

ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия.

ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения.

ГОСТ 24013-80. Резисторы постоянные. Основные параметры.

ГОСТ 24354-80. Индикаторы знакосинтезирующие полупроводниковые.

ГОСТ 24460-80. Микросхемы интегральные цифровых устройств. Основные параметры.

ГОСТ 25529-82. Диоды полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 26975-86. Микросборки. Термины и определения.

ГОСТ 28601.1-90. Средства измерений и автоматизации. Панели и стойки. Основные размеры.

ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.

ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

ГОСТ Р 51188-98. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов. Типовое руководство.

ГОСТ Р ИСО 9001-96. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.

ГОСТ Р ИСО 9002-96. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.

ГОСТ Р ИСО 9003-96. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях.

СТБ 7.12-2001. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на белорусском языке. Общие требования и правила.

СТБ 992-95. Шрифты для надписей, наносимых на изделия машиностроения. Начертания и размеры.

СТБ 1014-95. Изделия машиностроения. Детали. Общие технические условия.

СТБ 1022-96. Изделия машиностроения. Сборочные единицы. Общие технические условия.