

Министерство образования республики Беларусь  
Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра радиоэлектронных средств

Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов, Н.А. Смирнова

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И ОБЩИЕ ПОДХОДЫ  
К ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ**

Методическое пособие  
по курсу «Конструирование РЭУ»  
для студентов специальности  
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»  
дневной формы обучения

Минск 2002

УДК 621.396.6.002(075.8)

ББК 32.844-02 я 73

В 75

**Воробьева Ж.С.**

В 75      Техническое задание и общие подходы к его выполнению: Методическое пособие по курсу «Конструирование РЭУ» для студентов специальности «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» дневной формы обучения / Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов, Н.А. Смирнова. — Мн.: БГУИР, 2002. — 41 с.: ил.

ISBN 985-444-403-1

В методическом пособии рассмотрен порядок построения технического задания, предложена форма заполнения титульного листа. Анализируются критерии управления проектными работами, предлагается типовой алгоритм разработки изделия РЭС, приводятся общие технические условия для РЭС различного функционального назначения.

В пособии указаны классы исполнения РЭС в зависимости от условий эксплуатации.

Может быть использовано при проведении лабораторно-практических занятий, курсового и дипломного проектирования.

УДК 621.396.6.002(075.8)

ББК 32.844-02 я 73

ISBN 985-444-403-1

© Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов,  
Н.А. Смирнова, 2002  
© БГУИР, 2002

## Введение

Современная эпоха характеризуется невиданными ранее темпами и масштабами происходящих перемен. В условиях, когда преобразующая сила общественного производства по своим масштабам стала сравнимой с природными процессами, все острее ощущается необходимость в сознательном контроле и управлении формированием новой технической среды жизни человека — «второй природы», вносящей существенные изменения во взаимоотношения человека с природой естественной. Со всей остротой встает вопрос о характере тех социальных целей, которые ставит перед собой общество и для достижения которых создаются невиданные ранее научно-технические средства. Общественный прогресс в наши дни — это сложный диалектический процесс взаимодействия целей, используемых средств и достигаемых результатов.

При конструировании РЭС возникает ряд трудностей. Главная из них заключается в том, что конструктор РЭС должен на основании современных знаний прогнозировать некоторое будущее состояние, которое возникает только в том случае, если его прогнозы верны. Предположение о конечном результате проектирования приходится делать еще до того, как исследованы средства для его достижения.

Рабочая конструкторская группа должна добиться, чтобы каждый из многочисленных и разнообразных показателей, интересующих заказчика, обладал двумя свойствами:

- не выходил за пределы возможностей поставщиков, изготовителей, системы сбыта;

- был бы увязан с тем, что ему предшествует, и с тем, что за ним следует.

При разработке технического задания нужно представлять вопросы, на которые должен найти ответы будущий конструктор РЭС. Эти вопросы сводятся к следующему:

- понравится ли проект заказчику;

- в интересах ли заказчика вложить капитал в этот проект;

- будет ли проект принят к осуществлению;

- оптимальным ли образом в проекте используются доступные материалы и комплектующие изделия;

- можно ли достаточно экономично реализовать проект в рамках имеющихся ресурсов;

- можно ли распространить изделие по существующим каналам;
- каковы требования к внешнему виду, эксплуатационным характеристикам, надежности и пр.;
- в какой мере изделие будет согласовано с другими изделиями или будет конкурировать с ними;
- в какой мере изделие изменит существующую ситуацию, создаст ли новые потребности, новые возможности и новые трудности;
- в какой мере его прямые и побочные эффекты приемлемы для всех, кого они касаются.

Составление технического задания — процедура, с помощью которой заказчик задает характеристики приемлемых результатов предстоящего процесса проектирования.

Выбор критериев при составлении технического задания (ТЗ) — процедура, с помощью которой неопределенные задачи в техническом задании преобразуются в форму, допускающую объективные измерения. Часто оказывается, что быстрее и дешевле сначала исследовать альтернативные задачи и лишь затем приступить к дорогостоящему процессу преобразования отобранных задач в измеряемые критерии.

## **1 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В результате занятий по учебному плану специальности 39 0201 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» у студентов должны сформироваться навыки по составлению и анализу технического задания. Для этого необходимо знать основные научно-технические проблемы конструирования РЭС, основные этапы конструкторского проектирования и методы оптимизации конструкторских решений, основные физические процессы, определяющие функционирование РЭС (электромагнитные, тепловые, механические), основные принципы построения РЭС различных классов и конструктивных уровней. Уметь правильно оформлять конструкторскую документацию в соответствии с ЕСКД, использовать в процессе конструирования математические модели и методы их оптимизации, производить разработку конструкций блоков РЭС различного функционального назначения с учетом оценки эффективности конструкторско-технологических решений. Иметь представление об основных тенденциях и направлениях развития и совершенствования конструкций РЭС.

Необходимо владеть методами автоматизированного проектирования при системном подходе к разработкам по иерархическим принципам в конструировании с комплексной миниатюризацией, методами компоновки.

Составляя техническое задание, всегда нужно стремиться к тому, чтобы конструкция РЭС была технологичной.

Во время выполнения лабораторно-практических занятий каждый студент получает задание у преподавателя: схему электрическую принципиальную, тему, программу выпуска, планируемого к разработке изделия РЭС. Затем необходимо внимательно ознакомиться с данным методическим пособием. Все возникающие вопросы должны разрешаться с преподавателем.

В результате проделанной работы должны быть представлены разработанное техническое задание и отчет с анализом ТЗ. Каждый раздел и подраздел ТЗ должны быть проанализированы и обоснованы. Рекомендуется ознакомиться с примерами в приложении по разработке ТЗ.

Представленная работа должна быть защищена. Отчет должен быть выполнен с учетом требований к оформлению текстовых документов.

## **2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

Цель: описать приемлемый конечный результат предстоящего процесса проектирования.

Порядок составления и выдачи внутренних технических заданий на работы:

- 1) в предварительном плане ТЗ охарактеризовать ряд возможных результатов на разных этапах проектирования;
- 2) выбрать этап, предоставляющий проектировщикам достаточную свободу решений;
- 3) определить конечный результат проектирования, независимый от проектных характеристик, которые могут свободно изменяться в зависимости от условий эксплуатации.

Техническая документация должна разрабатываться на основе ТЗ, которое является основным документом, определяющим содержание и конечные результаты конкретных экспериментально-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

Техническое задание разрабатывают на основе исходных требований заказчика, результатов выполнения научно-исследовательских работ, научного

прогнозирования, экономических исследований, анализа передовых достижений и технического уровня отечественной и зарубежной техники, а также изучения патентной документации и маркетинговых исследований.

Иногда техническое задание составляют на группу изделий. В общем техническом задании указывают требования, которые являются общими для всей группы изделий. В ТЗ на конкретное изделие не указывают требования, которые являются общими для всей группы изделий, а дают ссылку на общее техническое задание.

ТЗ оформляется на специальных бланках или печатается на машинке по формам.

Разновидности ТЗ — упрощенная и развернутая формы.

Упрощенная — для оформления заданий на работы, для выполнения которых достаточно данных, содержащихся в приложениях к ним.

Развернутая — для выдачи заданий на опытно-конструкторские и научно-исследовательские работы.

ТЗ составляется в двух экземплярах, один из которых хранится в подразделении, выдавшем задание, другой — у исполнителя.

ТЗ регистрируется, имеет номер и дату выдачи. Наименование объекта разработки должно быть по возможности согласовано с классификатором.

## **2.1 Порядок построения и изложения ТЗ**

Техническое задание должно состоять из введения и следующих разделов:

- основание для разработки;
- источники разработки;
- технические требования;
- экономические показатели;
- порядок испытаний.

В особых случаях допускается уточнять отдельные разделы (опускать или вводить новые).

Рекомендуется, чтобы во «Введении» был указан шифр разрабатываемого изделия, кроме того, должно быть оговорено, для чего данное изделие предназначено. Можно привести краткую характеристику области применения данного изделия,

В разделе «Основание для разработки» приводят наименование и шифр разрабатываемого изделия.

В разделе «Источники разработки» указывают:

- перечень законченных научно-исследовательских и других работ, обосновывающих возможность или необходимость проведения разработки;
- наименование изделия, на базе которого выполняют разработку, и наименование изделия, взамен которого проводят разработку.

Раздел «Технические требования» должен состоять из следующих подразделов:

- состав изделия;
- технические параметры (показатели);
- требования к надежности;
- принцип работы;
- программное обеспечение;
- конструктивные требования;
- условия эксплуатации;
- требования безопасности;
- дополнительные технические требования;
- требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению;
- требования к патентной чистоте.

В каждой конкретной ситуации допускается уточнять содержание подразделов или объединять отдельные подразделы. Требования рекомендуется располагать в зависимости от степени их важности и характера.

Значения технических показателей изделия приводят с предельными отклонениями или указывают максимальные и минимальные значения.

Требование, подлежащее уточнению в процессе разработки, излагают в редакции: например, числовое значение — уточняется в процессе проектирования. При этом изменение в ТЗ не вносится.

В подразделе «Состав изделия» должны быть указаны:

- наименование и назначение составных частей основного исполнения изделия и возможность его изменения;
- требования к стандартным, унифицированным и заимствованным составным частям (включая покупные), сырью и материалам, в том числе к материалам, используемым при обслуживании и эксплуатации изделия;
- требования к использованию комплектующих элементов;
- требования к запасным частям, инструменту и принадлежностям.

В подразделе «Технические параметры» должны быть приведены основ-

ные технические показатели изделия, определяющие целевое назначение изделия (например производительность), время выполнения операции, тактовая частота, объем оперативной памяти, точность, чувствительность, требования к электропитанию, электрической прочности и сопротивлению изоляции, потребляемая мощность, коды, используемые для обмена и обработки информации, и другие необходимые требования.

В подразделе «Требования к надежности» должны быть указаны значения показателей надежности.

В подразделе «Принцип работы» должно быть приведено описание работы изделия (например, система команд, алгоритм работы и взаимодействие с другими сопрягаемыми изделиями).

В подразделе «Программное обеспечение» должны быть указаны состав и общие требования к программному обеспечению, включая тестовые и диагностические программы. Вообще, техническое задание на программное обеспечение является самостоятельным документом, который разрабатывают и оформляют по ГОСТ 19.201-78.

В подразделе «Конструктивные требования» должны быть приведены требования к исполнению корпуса, панели и шасси (степень защищенности, использование типовых унифицированных или нормализованных элементов корпусов, панелей и шасси), необходимость и тип вентиляции, экранировки, теплоотвода, корпусной изоляции, весовые характеристики, габариты, координаты крепления, присоединительные элементы (колодки, разъемы, гермовыводы, элементы управления и регулировки прибора и их желательное расположение), требования по взаимозаменяемости, инженерной психологии, безопасности, удобства обслуживания, заданные коэффициенты унификации, применяемости.

В подразделе «Специальные требования» указываются:

— дополнительные требования, связанные с особыми условиями работы, например, радиационная стойкость, пожаровзрывобезопасность и т.д.;

— конструктивные требования к изделию в целом и его составным частям (например, базовые конструкции, габаритные, установочные и присоединительные размеры, способы крепления и регулирования органов управления, масса изделия);

— требования к уровню радиопомех, создаваемых изделием;

— требования технической эстетики (художественного конструирования);

— эргономические требования.

В подразделе «Условия эксплуатации» должны быть указаны допустимые воздействия климатических условий (например, температуры, влажности, атмосферного давления, пыли, агрессивных сред), механических нагрузок (например, вибрационных, ударных), электромагнитных волн, а также виды обслуживания (например, постоянное или периодическое).

В подразделе «Требования безопасности» должны быть изложены требования к обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте.

В подразделе «Дополнительные технические требования» должны быть изложены требования к изделию, не указанные в других подразделах технического задания.

В подразделе «Требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению» должны быть изложены требования к упаковке изделия, маркировке, наносимой на изделие и тару, в которую упаковано изделие, а также указаны виды транспортных средств, условия транспортирования и хранения.

В подразделе «Требования к патентной чистоте» должен быть приведен перечень стран, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота изделия.

В разделе «Экономические показатели» должны быть приведены экономические преимущества разрабатываемого изделия по сравнению с изделиями, указанными в разделе «Источники разработки» технического задания, и (или) лучшими образцами и аналогами.

В разделе «Порядок испытаний» должны быть указаны срок и общие требования к проведению испытаний изделия.

В разделе «Исходные и справочные материалы» должны быть указаны все известные заказчику технические материалы, необходимые для выполнения ТЗ, общие ТУ на аналогичные изделия, ТУ на применяемые в изделии блоки, узлы, тактико-технические требования, номера принципиальных электрических схем, инструкции, описания и т.д.

В разделе «Перечень материалов», представляемом исполнителем, должны быть указаны все материалы, представляемые в результате выполнения ТЗ: рабочие чертежи, схемы и другая документация, сведения о повторяемости узлов и блоков, расчет коэффициента унификации, технические отчеты, протоколы испытаний, макеты, патентный формуляр.

В «Приложении к ТЗ» должны быть перечислены все материалы, непосредственно передаваемые вместе с ТЗ, как, например, схемы, чертежи, образцы, технические данные и габариты элементов.

Согласующие и утверждающие техническое задание подписи ставятся на титульном листе, кроме того, приводятся фамилии, должности и подписи ответственных лиц.

Все ТЗ на новые разработки подлежат согласованию с патентной службой.

## **2.2 Сроки оформления и выполнения ТЗ**

Составленное ТЗ должно быть согласовано до срока выдачи, установленного календарным планом.

Сроки выполнения дополнительных работ согласовываются между сторонами. В случае разногласий между заказчиком и исполнителем сроки выполнения этих работ устанавливаются главным инженером или его заместителем.

## **2.3 Оформление титульного листа на ТЗ**

Изменения в ТЗ вносятся при обнаружении допущенных в нем ошибок или изменении записанных в ТЗ требований. Изменения в ТЗ вносятся, согласуются и утверждаются в таком же порядке, как и при разработке самого ТЗ.

Техническое задание оформляют в соответствии с общими требованиями к текстовым документам на листах формата А4. Титульный лист технического задания должен быть оформлен в соответствии с обязательным приложением.

Типовая форма и порядок заполнения титульного листа приведены ниже:

---

Поле 1

---

Поле 2

---

Поле 3

---

Поле 4

---

Поле 5

---

## Поле 6

---

Поле 1 — наименование министерства (ведомства) или международной организации, в систему которой входит организация, разработавшая техническое задание (заполнение поля 1 необязательно).

Поле 2 — в левой части — должность и подпись лица, согласовавшего техническое задание, в правой части — должность и подпись лица, утвердившего техническое задание. Справа от каждой подписи проставляют (в скобках) фамилию лица, подписавшего техническое задание, а ниже дату его подписания. Заполнение левой части поля необязательно.

Поле 3 — наименование и шифр изделия, на которое разрабатывают техническое задание.

Поле 4 — число листов.

Поле 5 — должности и подписи лиц, разработавших техническое задание. При большом числе подписей поле 5 допускается увеличить за счет второго листа, являющегося продолжением титульного листа. При этом на втором листе в верхнем правом углу указывают: «Продолжение титульного листа» и наименование изделий (содержание поля 3). На первом листе в нижнем правом углу указывают «Продолжение титульного листа на следующем листе».

Поле 6 — год утверждения технического задания (без указания слова «год» или буквы «г»).

## **3 МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РЭС**

Исходными данными для конструирования РЭС являются техническое задание и схема электрическая принципиальная (ЭЗ). Конструирование может быть реализовано различными методами.

Выбор методов зависит от назначения РЭА, ее функций, преобладающего вида связей, уровня унификации и автоматизации.

Существующие методы конструирования подразделяются на три группы (рисунок 3.1):

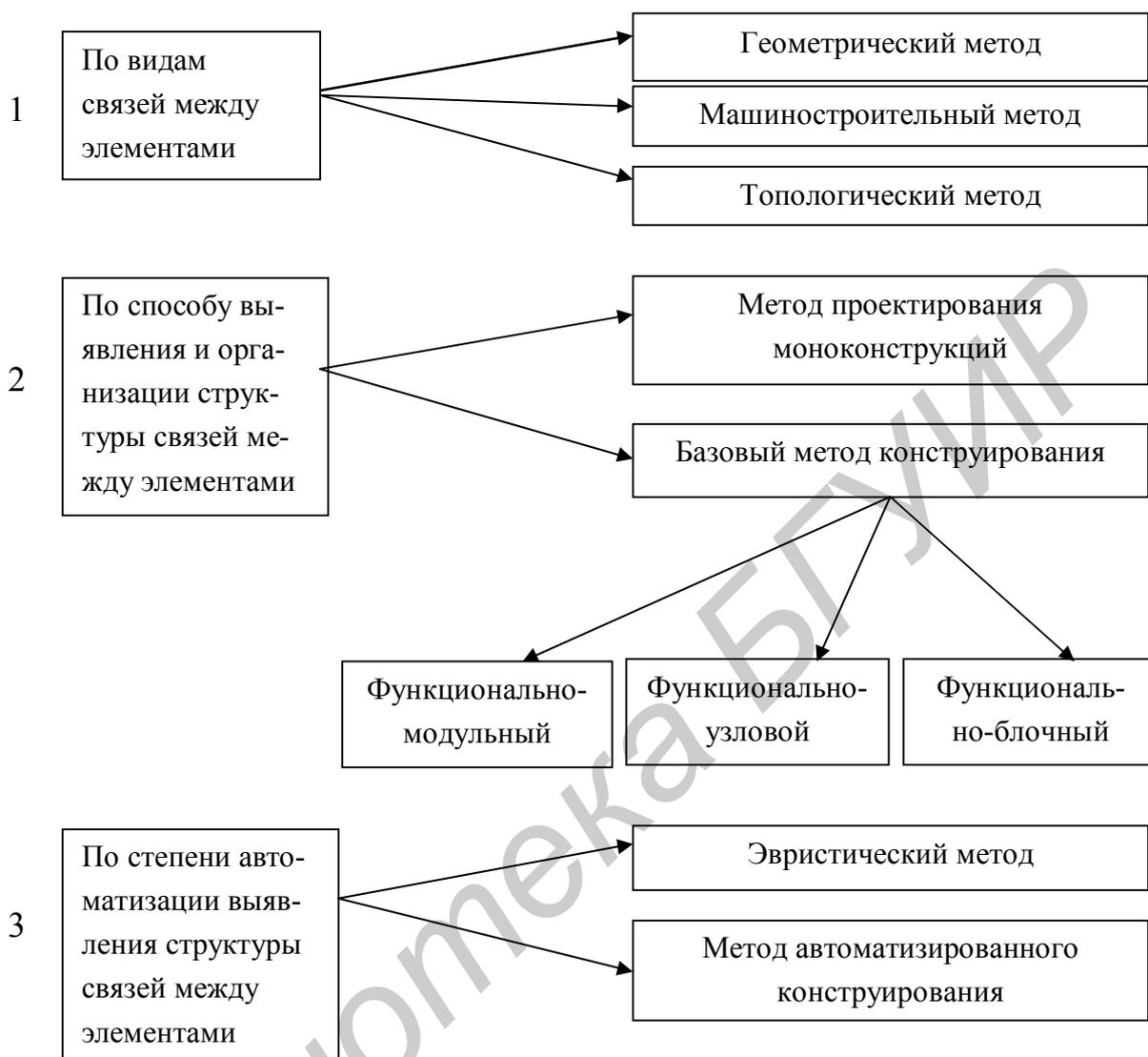


Рисунок 3.1 — Методы конструирования РЭС

**Геометрический метод.** В основу метода положена структура геометрических и кинематических связей между деталями, представляющая собой систему опорных точек, число и размещение которых зависит от заданных степеней свободы и геометрических свойств твердого тела. Метод применим при проектировании неподвижного соединения деталей для исключения внутреннего напряжения.

Метод является основным, так как от конструктора требуются высокая точность совмещения элементов конструкций при взаимном перемещении деталей и точное сохранение определенных параметров, зависящих от их расположения.

Отличительная черта метода — характер взаимосвязи двух деталей не зависит от погрешностей их изготовления. Данный метод позволяет обеспечить взаимозаменяемость деталей в массовом производстве.

**Машиностроительный метод.** В основу метода положена структура геометрических и кинематических связей между деталями, представляющими собой систему опорных поверхностей, число и размещение которых выбирается исходя из минимизации массы и допустимой прочности конструкции. Метод применим для конструкций с большими величинами деформаций. Для уменьшения этих деформаций и снижения массы вводят дополнительные опорные точки и поверхности. Точность взаимного расположения деталей при применении элементов конструкции обеспечивается высокими требованиями к изготовлению.

Метод нашел применение при конструировании несущих конструкций, кинематических звеньев ФУ, неподвижных соединений (болты, винты, скобы и пр.).

**Топологический метод.** Применяется тогда, когда связность элементов может быть сопоставлена с графом. В основу его положены структура физических связей между ЭРЭ и ее геометрическая и топологическая связность независимо от ее функционального содержания.

Отличительными чертами метода являются:

— сопоставление связности элементов электрической схемы и деталей конструкции на основе теории графов (граф — графическое выражение структуры связей между элементами электрической схемы и элементами конструкции);

— возможность получить множество преобразований графов, среди которых можно найти решение, непохожее на прототип называется изоморфизмом графов;

— свойства графов используются для размещения элементов и ориентации их в пространстве, трассировки линий связи и соединений элементов.

**Метод проектирования моноконструкций.** Основан на минимизации связей в конструкции, применяется для создания РЭА на основе оригинальной несущей конструкции (каркас, шасси) в виде моноузла (моноблока с оригинальными элементами).

Методу присущи следующие недостатки:

длительность процесса конструирования и внедрения;

низкие надёжность и ремонтпригодность;  
сложность внесения изменений;  
значительная стоимость разработки.

**Базовый метод конструирования.** В основу метода положено деление РЭА на конструктивно- и схемно-законченные части. Разновидности метода — функционально-узловой, функционально-модульный, функционально-блочный — основываются на функциональной и размерной взаимозаменяемости, схемной и конструкторской унификации.

Базовый метод является основным. В ходе проектирования он позволяет одновременно вести работу над узлами и блоками, что сокращает срок запуска РЭА в серийное производство. При эксплуатации повышается эксплуатационная надёжность РЭА, облегчается обслуживание, улучшается ремонтпригодность РЭА.

**Эвристический метод («мозговой штурм»).** При данном методе используется практический опыт (коллективная мудрость) в области конструирования.

**Метод автоматизированного конструирования.** Основан на использовании ЭВМ для решения задач компоновки, трассировки, вычерчивания чертежей и выпуска конструкторской документации.

Для решения однотипных задач есть алгоритмы, которых отличают точность, малое время выполнения, достаточный объем машинной памяти.

Для автоматизированного метода конструирования необходим высокий уровень схемной и конструкторской унификации, так как повторяющиеся элементы схемы и детали упрощают разработку программ для ЭВМ.

Факторы, влияющие на выбор конструкции РЭС, и типовой алгоритм разработки изделия РЭС представлены на рисунках 3.2 и 3.3.

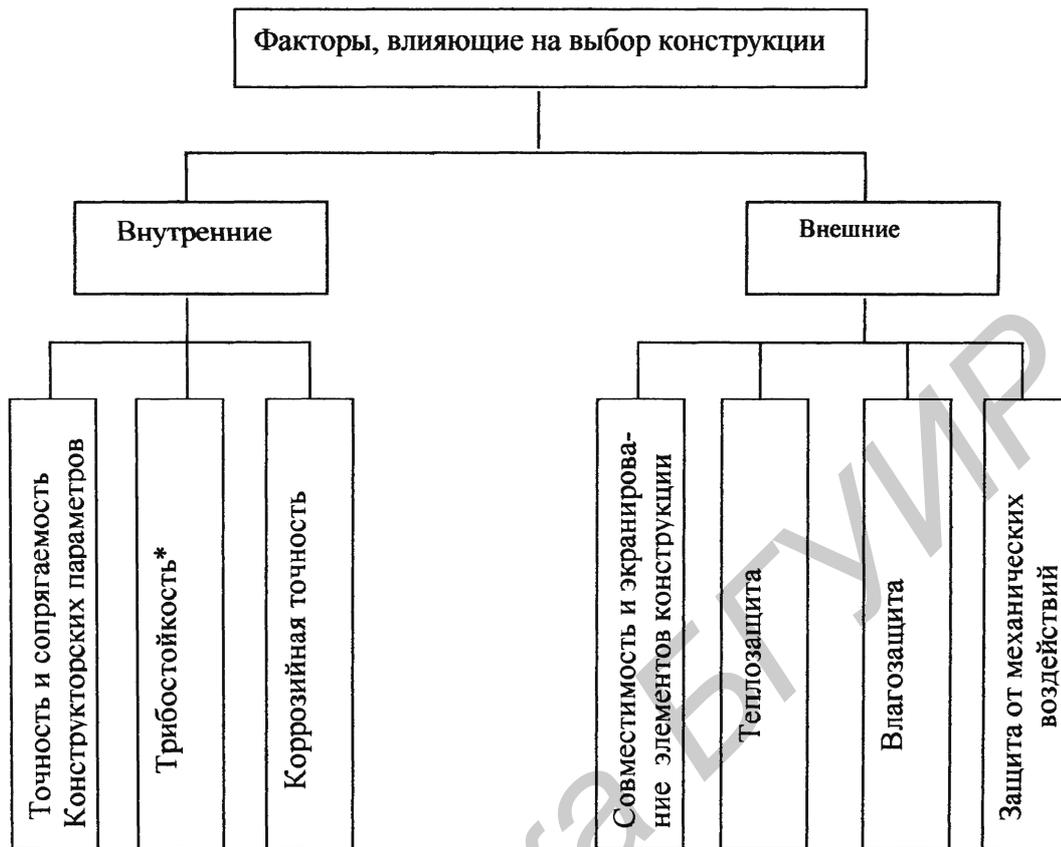


Рисунок 3.2 — Группы факторов, влияющих на формирование конструкции РЭС

\*Трибостойкость от термина «трибоника» — наука о контактном взаимодействии, занимающаяся изучением вопросов износа (электрический, механический), трения (внутреннее, внешнее), смазки (твердые, жидкие, газообразные), играющих существенную роль в обеспечении надежности и долговечности электромеханических узлов, т.е. там, где в устройстве РЭС есть регулировочные элементы.

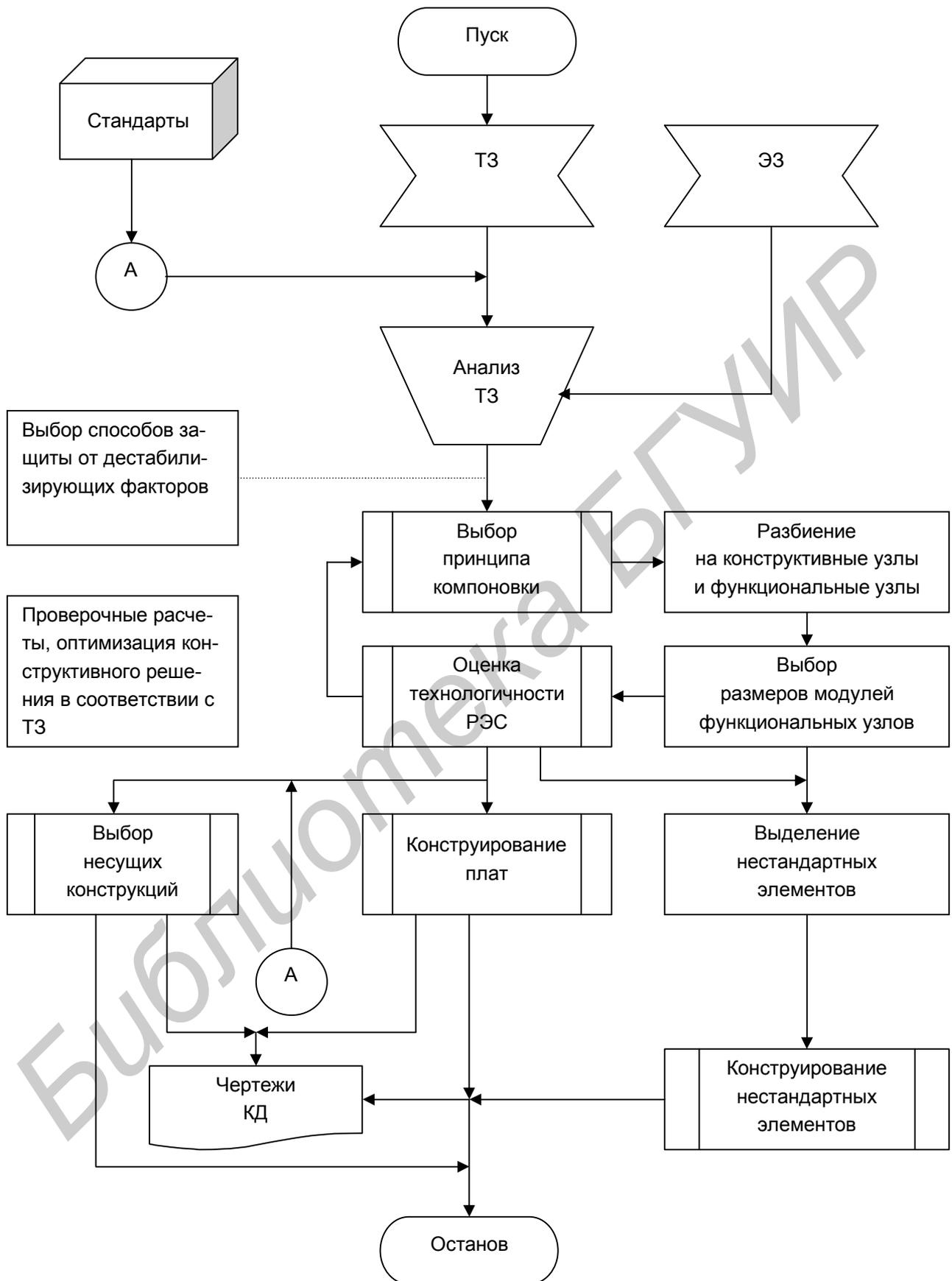


Рисунок 3.3 — Типовой алгоритм разработки изделия РЭС

## **4 КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ РАБОТАМИ**

При разработке технического задания на проектирование необходимо учитывать следующие критерии.

### ***4.1 Выявление и пересмотр важнейших решений***

Каждое решение, которое может принести значительные убытки, должно быть выявлено как можно раньше. Такие решения на начальных стадиях следует принимать лишь условно и предусматривать возможности их пересмотра в случае, если в дальнейшем обнаружится, что они вступают в противоречие с установленными фактами или с обоснованными суждениями ученых и специалистов. К числу важнейших решений относятся: исходные допущения, цели, выбор моделей, выбор стратегии и метод измерения стратегии.

### ***4.2 Соотношение затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с убытками от принятия неверного решения***

Затраты, связанные с убытками от принятия неверного решения, не должны превышать затрат на поиск правильного. При оценке заказа на разработку изделия прежде всего необходимо выяснить ее целесообразность.

### ***4.3 Распределение заданий в соответствии с возможностями исполнителей***

Каждому члену конструкторской группы нужно поручать такие задания, с которыми он способен справиться, в которых он разбирается и в выполнении которых заинтересован. Это требование гораздо труднее выполнить в конструкторских группах, состоящих из представителей разных специальностей и работающих над сверхновым проектом, чем в группах традиционных проектировщиков одинаковой специализации, занятых решением задачи знакомого типа.

### ***4.4 Поиск полезных источников информации***

Основным элементом научной литературы является научный документ (таблица 4.1). В зависимости от изготовления различают текстовые научные документы (книги, журналы, отчеты и др.), графические (чертежи, схемы, диа-

граммы) и аудиовизуальные (звукозаписи, кино- и видеофильмы и др.). Широкое распространение получают документы на микроносителях — микрофильмы и микрофиши.

Таблица 4.1 — Видовая структура научных документов

Тип издания	Вид документа	
	первичный	вторичный
Книги, брошюры	Учебные издания, монографии, сборники, материалы конференций, конгрессов, съездов, официальные издания и др.	Непериодические библиографические, реферативные и обзорные издания, энциклопедии, справочные издания, словари и др.
Периодические издания	Продолжающиеся издания, журналы, бюллетени, газеты и др.	Библиографические (указатели), реферативные (журналы, сборники), экспресс-информация, обзорные издания и др.
Специальные издания	Нормативно-технические документы, патентные документы, промышленные каталоги и др.	Указатели стандартов и технических условий, отечественных и зарубежных изобретений (реферативная и библиографическая информация); официальные бюллетени Госкомизобретений; указатели промышленных каталогов; информационные листки, библиографические указатели информационных листков и др.
Непубликуемые издания	Отчёты о НИР и пояснительные записки к ОКР; диссертации и авторефераты к ним, депонированные рукописи, научные переводы, конструкторская документация, информационные сообщения о проведённых научно-технических конференциях, совещаниях, съездах, симпозиумах, семинарах, отчёты о командировках, решения научно-технических ученых советов, плановые документы, акты государственных испытаний.	Бюллетени регистрации НИР и ОКР*, сборники рефератов НИР и ОКР*, регистрационные и информационные карты, учётные карточки диссертаций, указатели депонированных рукописей, указатели переводов, картотеки «Конструкторская документация на нестандартное оборудование», информационные сообщения и др.

\* Документы публикуются, однако рассылаются по подписке.

Научные документы принято подразделять на первичные и вторичные. В первичных документах содержатся непосредственные результаты научных исследований и разработок, новые научные сведения или новое осмысление известных идей и фактов, а во вторичных — результаты аналитико-синтетической и логической переработки одного или нескольких первичных документов или сведения о них. В то же время во многих вторичных документах содержатся одновременно и результаты научных исследований, и результаты переработки ранее полученных научных данных. Это свидетельствует о том, что деление документов на первичные и вторичные условно.

Научные документы подразделяют также на опубликованные и неопубликуемые.

Осуществить поиск необходимых источников информации можно в библиотеке и патентно-информационном отделе университета, библиотеках города (особенно в библиотеке НАН Беларуси и национальной библиотеке РБ), которые обладают необходимыми справочно-информационными фондами, справочно-поисковым аппаратом к ним, а также новейшими средствами репродуцирования и копирования. В библиотеке Белорусского научно-исследовательского института научно-технической информации можно осуществить поиск необходимой информации в автоматизированном режиме, который предусматривает доступ к базам данных автоматизированных систем НТИ некоторых стран СНГ.

#### **4.5 Исследование взаимосвязей между изделием и средой**

Прежде чем выбрать или изменить стратегию проектирования, нужно оценить чувствительность конструкции к условиям эксплуатации. Только после этого можно наметить главные решения, установить цели и уточнить структуру технического задания.

### **5 КЛАССЫ ИСПОЛНЕНИЯ РЭС ПО УСЛОВИЯМ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Установлены следующие климатические исполнения (классы исполнения) изделий по условиям их эксплуатации в макроклиматических районах (ГОСТ 5150-69):

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.

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 лабораториях, капитальных жилых и других подобных помещениях;

5 — в помещениях с повышенной влажностью (в шахтах, подвалах, цехах);

5.1 — встроенные элементы изделий в условиях категории 5, когда конструкция изделий предохраняет элемент от конденсации влаги на его поверхности.

Стандарт устанавливает нормы температуры, влажности и других эксплуатационных параметров для данного вида условий эксплуатации (класса и категории). Например, для изделия исполнения УХЛ4 рабочие температуры

+1 ... +35°C, средняя рабочая температура +20°C, предельные температуры +1°C, +50°C, предельная относительная влажность 80%.

Некоторые виды исполнений изделий стандартом исключены. Так, требования к исполнениям У4, У4.1, У4.2 полностью перекрываются требованиями к исполнениям УХЛ4, УХЛ4.1, УХЛ4.2.

Для I категории размещения изделий стандартом 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, хлоридов — не более 0,3 мг/м<sup>2</sup> за сутки; сернистого газа — 20...250 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025...0,31 мг/м<sup>3</sup>);

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 2,3,4 категорий размещения содержание коррозионно-активных веществ в атмосфере составляет 30...40% от установленных для категории I.

Аппаратуру в зависимости от условий её эксплуатации, согласно ГОСТ 11478-88, подразделяют на группы, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 — Классификация аппаратуры в зависимости от условий эксплуатации

Группа аппаратуры	Условия эксплуатации	Категория исполнения по ГОСТ 15150
1	В жилых помещениях	4.2
2	В транспортных средствах (встроенная)	2.1
3	На открытом воздухе, не рассчитана для работы в условиях движения	1.1
4	На открытом воздухе, в том числе в условиях движения (на ходу, в салоне автомобиля, катера и т.п.)	1.1

## 6 ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ 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 детали 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 РЭА в целом [7].

Материал, сэкономленный при конструировании и изготовлении изделий, — это один из важнейших резервов производства, позволяющий получать новые изделия без дополнительных затрат на исходные материалы. Вопросы экономии материалов и повышению качества изделия необходимо уделять внимание на всех стадиях разработки конструкторской документации, изготовления, испытания и пуска изделий в эксплуатацию.

## **7 ВЫБОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

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

Способ получения детали должен быть обусловлен её стоимостью и дальнейшей обработкой. Наиболее распространены: горячая и холодная штамповка, резка из сортового, фасонного, листового проката и гнутых профилей, литье в землю, в кокиль, под давлением, точное литье.

При выборе одного из возможных способов изготовления заготовки нужно учитывать, какое влияние они оказывают на себестоимость последующих способов формо- и размерообразования.

## **8 КОМПОНОВКА РЭС**

### ***8.1 Общие положения***

Наиболее ответственной задачей при конструировании является компоновка разрабатываемого изделия. Компоновка РЭС — это размещение на плоскости или в пространстве элементов РЭС.

В результате компоновки РЭС должны быть определены геометрические размеры, форма, ориентировочная масса изделия, взаимное расположение всех

элементов в конструкции. Компоновка проводится при наличии схемы электрической принципиальной и технического задания на разработку РЭС. При этом обязателен учет условий эксплуатации, функционального назначения и различных дестабилизирующих факторов.

Компоновка — наиболее сложная работа при конструировании РЭС и требует от конструктора не только большого опыта и знаний, но и творческого подхода к решению задач компоновки. Конструктору всегда необходимо рассмотреть несколько вариантов компоновки и выбрать оптимальный. От качества компоновки зависят технические и эксплуатационные характеристики изделия, ремонтпригодность и надежность.

При компоновке РЭС надо учитывать сложную совокупность факторов, связанных с особенностями функционирования и эксплуатации изделия, электрическими взаимосвязями и тепловыми режимами внутри РЭС, геометрическими размерами и формой отдельных элементов конструкции. Все эти факторы учитываются при «внутренней» или функциональной компоновке изделия.

Если аппаратура обслуживается человеком-оператором, то возникает необходимость учитывать дополнительные факторы, определяющие «внешнюю» компоновку РЭС. Внешняя компоновка РЭС осуществляется с учетом требований эргономики и инженерной психологии. При проектировании РЭС необходимо учитывать связь между внутренней и внешней компоновками.

## **8.2 Внутренняя компоновка изделий**

При внутренней компоновке необходимо иметь в виду следующие требования:

1) между отдельными элементами, узлами, блоками, приборами существуют паразитные электрические взаимосвязи, которые могут очень существенно изменить характер полезных взаимосвязей и нарушить нормальное функционирование изделия;

2) тепловые поля, возникающие в РЭС вследствие перегрева отдельных элементов, не должны ухудшать технические характеристики РЭС;

3) при конструировании РЭС надо выполнить компоновку изделия так, чтобы был легкий доступ к деталям, узлам и блокам в конструкции для контроля, ремонта и обслуживания. Должна учитываться перспектива автоматизации сборочно-монтажных работ изделия;

4) габариты и масса изделия должны быть минимально возможными.

Паразитные обратные связи определяются взаимным расположением отдельных частей конструкции и соединяющих их проводников и могут возникнуть не только между отдельными элементами, но и между узлами, блоками, приборами, что нарушает устойчивость работы любой радиотехнической схемы.

Все виды паразитных связей принято делить на электромагнитные, электростатические и кондуктивные. Электромагнитные связи возникают при протекании тока по катушкам индуктивности и проводникам. Электростатические связи создаются за счет паразитных емкостей.

Кондуктивные связи возникают в тех случаях, когда есть общая нагрузка для полезного и паразитного сигналов, т.е. когда нагрузка является общей для нескольких электрических цепей. Чаще всего такими общими участками являются проводники питания, «земляные» проводники, внутренние сопротивления, сопротивление источника питания, общие участки корпуса.

Для уменьшения взаимовлияния паразитных обратных связей прежде всего необходимо рациональное размещение элементов в конструкции. Однако этого иногда недостаточно и возникает необходимость применения различных конструктивных мер, наиболее распространенными из которых могут быть следующие:

1) связанные по схеме каскады следует располагать в конструкции в непосредственной близости друг от друга для уменьшения длины соединительных проводников ;

2) каждый элемент схемы или узел, подверженный опасности возникновения паразитных взаимосвязей, должен иметь только одно соединение с шиной заземления;

3) если узлы конструкции находятся в отдельных корпусах и соединяются между собой проводниками, то провода должны быть экранированы и объединяться в один жгут (кроме цепей питания);

4) при компоновке усилительных устройств желательно располагать каскады по одной линии, максимально удаляя входные каскады от выходных. Особенно важно выполнять это требование на частотах выше 10 МГц.

Количество соединительных проводников и их длина должны быть минимальными.

В тех случаях, если конструктивные меры не дают возможности уменьшать паразитные обратные связи до допустимого уровня, нужно применять экраны.

Для защиты объемных проводников от паразитных взаимосвязей используют экранированные провода (на ВЧ они обладают достаточно большой емкостью, до 200 пФ/м). При использовании экранированных проводников масса и объем конструкции возрастают, поэтому их применение всегда должно быть технически обоснованным.

На создание варианта компоновки с минимально возможными паразитными взаимосвязями следует обращать серьезное внимание, так как если такие взаимосвязи обнаруживаются в уже изготовленном устройстве, то устранять их очень сложно. Иногда требуется значительная перекомпоновка конструкции, что приводит к срыву сроков разработки и дополнительным материальным затратам.

### **8.3 Компоновка РЭС с учетом теплового режима**

Необходимость ограничивать в РЭС тепловые поля ставит перед конструктором сложные задачи. Радиоэлектронная аппаратура при работе постоянно излучает тепловую энергию. Для большинства категорий РЭС только несколько процентов подводимой мощности расходуется на полезное преобразование сигналов, а остальная энергия превращается в тепловую. При компоновке необходимо учесть возможность взаимного влияния тепловых полей отдельных элементов РЭС, выяснить условия обеспечения нормального теплового режима устройства и только после этого решать вопрос о необходимости использования специальных систем охлаждения.

Перед тем, как приступить к компоновке узла или блока, определяется степень тепловой нагрузки всех входящих в РЭС элементов. Одни элементы являются источниками тепловых излучений, а другие весьма чувствительны к повышению температуры (например, германиевые полупроводниковые приборы). Характеристики теплочувствительных элементов при повышении температуры значительно ухудшают надежность аппаратуры. Естественно, что такие элементы надо располагать дальше друг от друга. Оптимальный вариант компоновки — теплочувствительные элементы и источники теплового излучения располагаются в разных узлах или блоках, а если это невозможно, то должны надежно изолировать друг от друга.

По тепловому режиму узлы и блоки РЭА делят на теплонагруженные и не-теплонагруженные. Теплонагруженность РЭС характеризуется плотностью теплового потока в данном устройстве (плотность теплового потока — это по-

ток, проходящий через единицу поверхности). Если тепловой поток меньше  $0,5 \text{ мВт/см}^2$ , то РЭС нетеплоагружена. Если тепловой поток больше  $0,5 \text{ мВт/см}^2$ , то РЭС теплоагружена и требует использования специальных систем охлаждения.

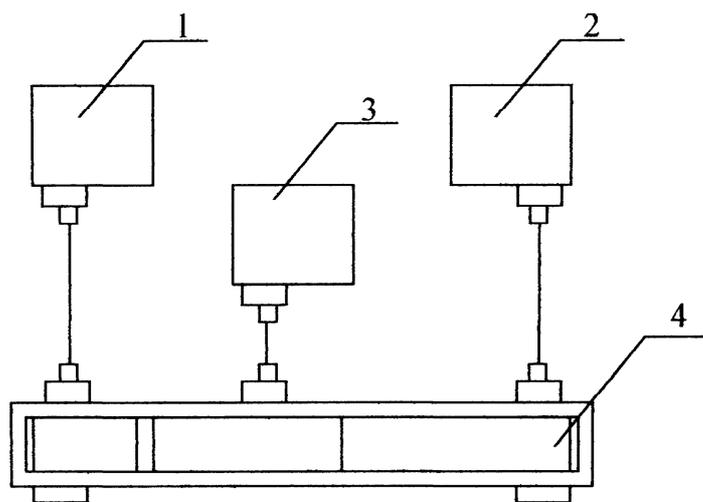
Современная РЭС, выполняемая на микроэлектронной элементной базе, имеет напряженный тепловой режим, напряженность которого имеет тенденцию увеличиваться с увеличением степени интеграции элементной базы.

При уменьшенных габаритах современной РЭС объем специальных систем охлаждения может быть соизмерим с объемом РЭС. Даже применение схем термокомпенсации усложняет конструкцию, ухудшает надежность и увеличивает массу и объем аппаратуры, поэтому важность обеспечения нормального теплового режима на этапе компоновки очевидна.

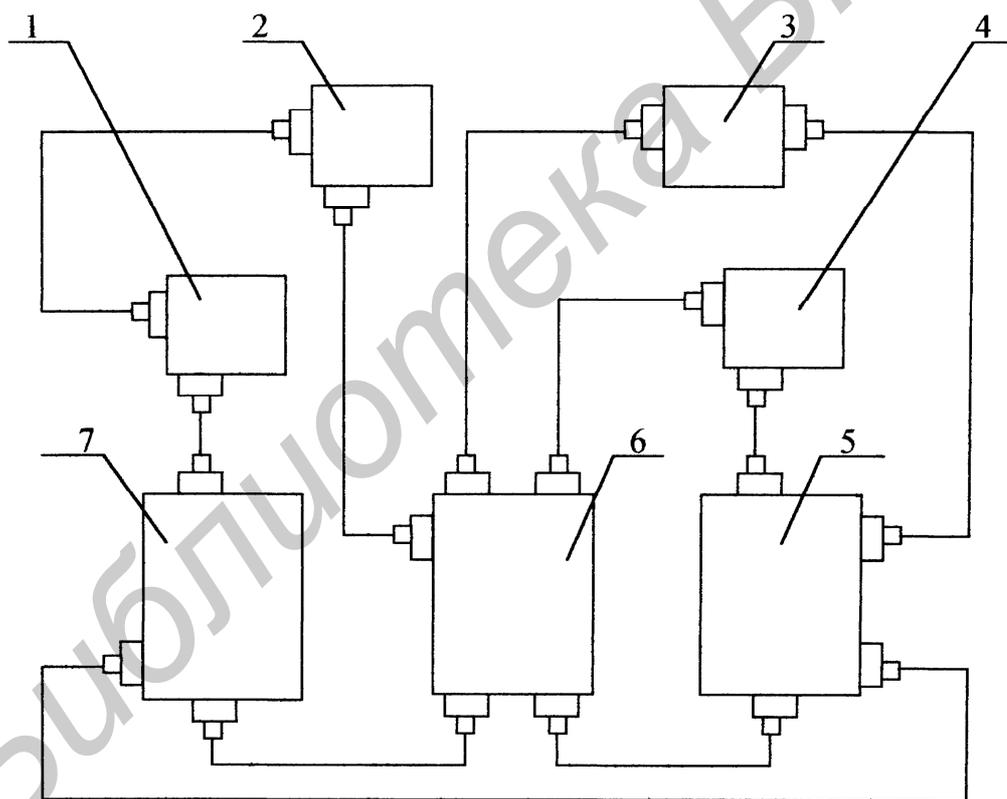
При компоновке РЭС необходимо обеспечить условия для удобства изготовления и эксплуатации аппаратуры, которые определяются выбором типа конструкции узла или блока, обеспечивающей высокую ремонтпригодность и взаимозаменяемость в конструкции.

Вопросы обеспечения технологичности монтажа и сборки конструктор решает совместно с технологом. Требование уменьшения массы и габаритов современной РЭС, особенно специальной, является исключительно важным в связи с большой функциональной сложностью РЭС. Однако возможности уменьшения габаритов конструкции тесно связаны с рассмотренными требованиями компоновки. Совершенно очевидно, что с уменьшением габаритов узла, блока и прибора увеличивается плотность заполнения объема конструкции, что увеличивает вероятность возникновения в конструкции паразитных взаимосвязей, ухудшает тепловой режим и технологичность монтажа и сборки, усложняет доступ к отдельным элементам, узлам для контроля и обслуживания.

Компоновочная схема определяет количество составных частей в РЭС, их расположение, способы и приемы их объединения в единую конструкцию, обеспечивающую механическую прочность, высокую ремонтпригодность, защиту от климатических и механических воздействий. Компоновочные схемы РЭА представлены на рисунке 8.1.



*a*



*б*

Рисунок 8.1 — Компонентные схемы РЭА: а — централизованная: 1 — антенны; 2 — пульт управления; 3 — выносные датчики; 4 — блоки РЭА; б — децентрализованная: 1 — антенны; 2 — выносные датчики; 3 — пульт управления; 4 — блок обработки информации; 5 — приёмник; 6 — блок питания; 7 — передатчик

Компоновочные схемы РЭС можно выполнить по двум основным вариантам:

- 1) децентрализованная (разбросанная) компоновка;
- 2) полностью централизованная компоновка.

Децентрализованная компоновочная схема позволяет относительно легко разместить составные части РЭС на объекте. При таком размещении несложно решить вопросы электромагнитной совместимости блоков и приборов, расположив их на значительном расстоянии друг от друга. Например, при децентрализованной компоновке не требуется тщательная экранировка приемника и передатчика, которые могут быть расположены в разных отсеках объекта. Однако такой способ компоновки имеет и существенные недостатки: соединительные жгуты и кабели имеют значительную длину, что увеличивает массу и габариты РЭС, а кабели создают дополнительные потери сигналов; каждый блок или прибор должен иметь отдельные устройства охлаждения, виброзащиты и т.д. Сложно произвести полный демонтаж системы.

При централизованной компоновке все составные части РЭС располагают в одном радиоотсеке. Блоки и приборы komponуют в единую конструкцию с помощью шкафов, специальных этажерочных стоек. Демонтаж системы в этом случае осуществить значительно легче, длина и количество соединительных жгутов и кабелей сведены к минимуму, системы охлаждения и виброзащиты выполняются для всей системы в целом, что позволяет улучшать ее эффективность. Но централизованной компоновке присущи свои недостатки: требуется более тщательная компоновка, особенно если приёмник и передатчик расположены в одном кожухе; вызывает трудности и компоновка на объекте; уменьшается надежность изделия, так как при выходе из строя общих систем охлаждения, виброзащиты, герметизации нарушается работа всего изделия. Следовательно, каждой компоновочной схеме присущи свои преимущества и недостатки.

При компоновке необходимо правильно учитывать форму и габариты объекта, который отводится для установки РЭС. Если объект установки РЭС оказывает очень сильное влияние на компоновочную схему, то рассматривают компоновочные схемы отдельно для каждой категории РЭС. Рационально при компоновке РЭС всех категорий на объектах установки использовать стандартные и унифицированные размеры блоков, стоек, шкафов и других несущих конструкций. Для всех категорий РЭС разработаны и используются при

проектировании государственные и отраслевые стандарты, республиканские стандарты предприятий, которые устанавливают типоразмерные ряды, определяющие габариты приборов, блоков, стоек, шкафов. Если в общем случае принять высоту прибора или блока  $H$ , длину  $L$ , ширину  $B$ , то для различных категорий аппаратуры один из размеров принимается постоянным, а два другие изменяются по определенному закону. Например, для РЭС, устанавливаемой на самолетах, один из размеров принимается постоянным, высота и длина имеют два фиксированных значения, а ширина блока имеет ряд типоразмеров, рассчитанных таким образом, чтобы обеспечить равномерное увеличение объема блока.

Стандартизация размеров блоков позволяет компоновать РЭС как в вертикальных, так и в горизонтальных стойках, т.е. использовать вертикальную и горизонтальную схемы компоновки.

В каждом конкретном случае для разработки компоновочной схемы необходимо тщательное изучение не только требований технического задания и технических условий, но и специфики объекта разработки и его особенностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 25123-82. Техническое задание. Порядок построения, изложения и оформления.
2. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1984. — 536 с.
3. Куземин А.Я. Конструирование и микроминиатюризация электронной вычислительной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 1985. — 280 с.
4. Проектирование приборных панелей радиоэлектронной аппаратуры: Метод. пособие по курсу «Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры» для специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры» / Ю.В. Шамгин, В.М. Алефиренко, Е.П. Фастовец, Ж.С. Воробьева, В.Е. Галузо. — М.: Высш. шк., 1986.
5. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. — М.: Высш. шк., 1986.
6. Шерстнев В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА. — М.: Радио и связь, 1984.
7. Соломахо В.Л., Томилин Р.И., Цитович Б.В. и др. Справочник конструктора-приборостроителя. — Мн.: Выш. шк., 1988. — 272 с.
8. ГОСТ 14.205-83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения. — М.: Госстандарт, 1984.
9. ГОСТ 15011-82. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок проведения патентных исследований. — М.: Госстандарт, 1983.
10. Методические рекомендации по проведению патентных исследова-

ний. — М.: Госкомизобретение, 1988.

11. ГОСТ 22261-82. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

12. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

13. ГОСТ 16019-78. Радиостанции сухопутной подвижной службы. Требования по устойчивости к механическим и климатическим воздействиям и методы испытаний.

14. ГОСТ 5651-89. Аппаратура радиоприемная бытовая. Общие технические условия.

15. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия.

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

17. Варламов Р.Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Сов. радио, 1975.

18. Каленкович Н.И. Проектирование РЭС с учетом механических воздействий: Учеб. пособие. — Мн.: БГУИР, 1999.

*Пример оформления технического задания*

УТВЕРЖДАЮ

Научный руководитель  
ГНТП «Радиоэкология»  
\_\_\_\_\_ И.Я. Поплыко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор — главный конструктор  
научно-производственного  
предприятия «АТОМТЕХ»  
\_\_\_\_\_ В.А. Кожемякин  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ ЯП БГУ  
\_\_\_\_\_ В.Г. Барышевский  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение ОКР по договору № 268 от 01.04.01 г.  
«Разработать и изготовить опытные образцы клинического дозиметра  
рентгеновского и гамма-излучения»

Шифр «Полесье-1»

(Программа «Радиоэкология»)

## Техническое задание на ОКР «Полесье-1»

### **1 Наименование и шифр работы**

1.1 Наименование ОКР — «Разработать и изготовить опытные образцы клинического дозиметра рентгеновского и гамма-излучения», шифр «Полесье-1».

### **2 Основание для выполнения ОКР**

2.1 Настоящая работа выполняется на основании государственной научно-технической программы «Разработать и внедрить методы и аппаратурные средства для обеспечения радиационной и экологической безопасности», п. , и договора № от 2001 г.

2.2 Государственный заказчик — Министерство по чрезвычайным ситуациям РБ.

### **3 Сроки выполнения**

3.1 Начало и окончание выполнения ОКР в соответствии с договором — II кв. 2001 г. — IV кв. 2002 г.

### **4 Предприятие-исполнитель ОКР**

4.1 Предприятие-исполнитель ОКР — научно-производственное предприятие «Атомтех» (НПП «Атомтех»).

Соискатели:

ОАО «МНИПИ» г. Минск;

ГП «ЦЭСМ».

### **5 Предприятие-изготовитель**

5.1 Предприятие-изготовитель — НПП «Атомтех».

### **6 Источник финансирования**

6.1 Источник финансирования — госбюджет НПП «Атомтех».

### **7 Цель, задачи, назначение ОКР**

7.1 Целью работы является создание опытных образцов клинического дозиметра рентгеновского и гамма-излучения для обеспечения нужд кли-

нической дозиметрии и использования в качестве образцовых и эталонных средств в области метрологии фотонного излучения.

## 8 Основные требования

8.1 Клинический дозиметр должен удовлетворять требованиям настоящего ТЗ.

8.2 При выполнении ОКР рекомендуется использовать следующие нормативные документы:

ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия»;

ГОСТ 23913-79 «Средства измерений электрометрические. Общие технические требования».

8.3 Конструкторская документация должна соответствовать требованиям ЕСКД.

## 9 Состав изделия

9.1 Состав дозиметра приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Кол-во	Назначение	Примечание
1. Пульт	1	Обеспечение питания ионизационных камер. Измерение токов и зарядов. Обработка и вывод информации	
2. Ионизационная камера	1	Преобразование гамма-излучения в ток	
3. Кабель	1	Обеспечение доступа к удаленному объекту излучения	
4. Эксплуатационная документация	1	Обеспечение потребителя сведениями о технических характеристиках, устройстве, работе и обслуживании	
5. Комплект принадлежностей	1		

**Примечание.** Состав дозиметра уточняется на этапе разработки опытного образца.

## **10 Технические требования**

### **10.1 Требования к конструкции**

- 10.1.1 Дозиметр должен разрабатываться как базовый для обеспечения модификаций прибора с учетом требований взаимозаменяемости.
- 10.1.2 Конструкция дозиметра должна обеспечивать возможность автоматизации регулировочных и контрольных операций.
- 10.1.3 Конструкция дозиметра должна предусматривать возможность нанесения поверочного клейма или пломбы в местах, исключающих доступ к элементам, регулирующим поверяемые характеристики дозиметра.
- 10.1.4 Конструкция должна предусматривать возможность подключения дополнительных устройств ввода-вывода информации.
- 10.1.5 Материалы и полуфабрикаты, комплектующие изделия дозиметра должны применяться по действующим стандартам и техническим условиям на них.
- 10.1.6 Вывод информации на табло — цифровой и символьный.
- 10.1.7 Единицы измерения физических величин на табло дозиметра по ГОСТ 8.417-81 (с учетом РД 50-454-840) и (или) международным стандартам.
- 10.1.8 Масса дозиметра должна быть не более 5 кг.

### **10.2 Показатели назначения**

- 10.2.1. Диапазоны измерения дозы и мощности дозы для ионизационной камеры N30001 и диапазон измерения электрических величин должны соответствовать данным таблицы 2.

Таблица 2

Поддиапазон измерения	Нижняя граница	Верхняя граница
Доза (заряд)		
Нижний	100 мкГр (2 пКл)	5 мГр (100 пКл)
Верхний	1 мГр (20 пКл)	500 мГр (10 пКл)
Мощность дозы (ток)		
Нижний	600 мкГр/мин (200 фА)	300 мГр/мин (100 пА)
Средний	60 мГр/мин (20 пА)	30 Гр/мин (10 пА)
Верхний	6 Гр/мин (2 пА)	3000 Гр/мин (1 мкА)
Доза (заряд) при измерении методом численного интегрирования тока		
Нижний	100 мкГр (2 пКл)	300 Гр (6 мкКл)
Средний	10 мкГр (200 пКл)	30 кГр (600 мкКл)
Верхний	1Гр (20 пКл)	2 МГр (60 мКл)

Диапазоны измерения дозы и мощности дозы при использовании других ионизационных камер должны соответствовать значениям диапазона измерения электрических величин, умноженным на значение чувствительности ионизационной камеры.

10.2.2 Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения не должен превышать:

$\pm(3-5)\%$  по мощности дозы и дозе;  $\pm 0,5\% \pm 1$  единица младшего разряда по току и заряду.

10.2.3 Диапазон энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения должен соответствовать диапазону энергий ионизационной камеры.

10.2.4 Время установления рабочего режима должно быть не более 15 мин.

10.2.5 Время непрерывной работы дозиметра должно быть не менее 24 ч.

10.2.6 Источник питания ионизационной камеры должен обеспечивать переключение полярности и напряжения с шагом 50В в диапазоне от 0 до 400 В.

10.2.7 Ток утечки по входу измерительного тракта дозиметра должен быть не более  $5 \cdot 10^{-15}$  А.

10.2.8 Дрейф нуля за время непрерывной работы должен быть не более  $5 \cdot 10^{-15}$  А.

10.2.9 Дозиметр должен иметь интерфейс типа RS 232.

### **10.3 Требования к надежности**

10.3.1 Средняя наработка на отказ должна быть не менее 10000 ч.

10.3.2 Средний ресурс должен быть не ниже 10000 ч.

10.3.3 Средний срок службы должен быть не менее 6 лет.

**Примечание.** Показатели надежности определяются расчетным путем.

### **10.4 Требования к технологичности**

10.4.1 Должны быть разработаны и изготовлены технологическая оснастка и нестандартизованные средства измерения.

### **10.5 Требования к уровню унификации и стандартизации**

10.5.1 При разработке дозиметра должны по возможности максимально использоваться стандартные и унифицированные устройства, узлы и детали.

### **10.6 Требования к безопасности и экологии**

10.6.1 Дозиметр должен соответствовать требованиям безопасности, установленным ГОСТ 27451-87, ГОСТ 26104-89.

10.6.2 Обслуживание и эксплуатация дозиметра должны проводиться в соответствии с «Нормами радиационной безопасности» НРБ-76/87 и «Основными санитарными правилами» ОСП-72/87.

### **10.7 Эстетические и эргономические требования**

10.7.1 Форма, компоновка и внешний вид дозиметра должны соответствовать его функциональному назначению и обеспечивать удобство обслуживания при настройке, ремонте и эксплуатации.

### **10.8 Требования к метрологическому обеспечению**

10.8.1 Дозиметр должен быть обеспечен методами и средствами поверки при разработке, производстве и эксплуатации.

10.8.2 Метрологическая экспертиза конструкторской документации должна

производиться службой нормоконтроля предприятия-разработчика.

### **10.9 Требования к патентной чистоте**

10.9.1 По схемным и конструкторским решениям дозиметр должен обладать патентной чистотой. Возможные страны экспорта уточняются на этапе разработки рабочей документации.

### **10.10 Требования к упаковке и маркировке**

10.10.1 Маркировка и упаковка дозиметра должны соответствовать требованиям ГОСТ 27451-87.

### **10.11 Требования к транспортированию, эксплуатации, хранению**

10.11.1 Дозиметр в упакованном виде должен допускать транспортирование в закрытых транспортных средствах любого вида наземного транспорта и в отапливаемых герметизированных отсеках самолета при температуре окружающего воздуха от минус 15 до плюс 40°С и относительной влажности (95±3)% при температуре 35°С.

10.11.2 Дозиметр должен быть устойчив к воздействию:

- температуры окружающего воздуха от 10 до 40°С;
- относительной влажности воздуха от 10 до 79%;
- атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа.

10.11.3 Дозиметр в упакованном виде должен допускать хранение при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°С и относительной влажности не более 80% при температуре 25°С.

Условия хранения дозиметра без упаковки должны соответствовать требованиям ГОСТ 27451-87.

## **11 Этапы ОКР**

11.1 Этапы ОКР определяются календарным планом.

## **12 Порядок рассмотрения, сдачи и приемки результатов ОКР**

12.1 Перечень конструкторской документации, предъявляемой на каждом этапе, должен соответствовать ГОСТ 2.102-68.

12.2 Порядок разработки, согласования и утверждения документов, предъ-

являемых по окончании отдельных этапов и работы в целом, должен соответствовать СТБ 1080-97.

12.3 Настоящее ТЗ в процессе выполнения работы может уточняться и изменяться. Изменения в утвержденное ТЗ вносятся выпуском дополнения, которое согласуется и утверждается в том же порядке, что и основной документ, либо через акты приемки этапов работы при условии подписания актов на том же уровне, что и ТЗ.

12.4 На государственные приемочные испытания предъявляют два опытных образца дозиметра.

12.5 Государственные приемочные испытания проводятся в НПП «Атомтех».

12.6 После завершения работы опытные образцы используются в НПП «Атомтех» для испытаний на надежность, а также для пробной эксплуатации у потребителей.

**Согласовано**

Ученый секретарь НТС

\_\_\_\_\_ В.В. Кузьмин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

Главный конструктор ОКР

\_\_\_\_\_ В.П. Коваленко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2001 г.

Учебное издание

**Воробьева** Жанна Сергеевна,  
**Образцов** Николай Сергеевич,  
**Смирнова** Наталия Анатольевна

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И ОБЩИЕ ПОДХОДЫ  
К ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ**

Методическое пособие  
по курсу «Конструирование РЭУ»  
для студентов специальности  
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»  
дневной формы обучения

Редактор Н.А. Бебель  
Корректор Е.Н. Батурчик

---

Подписано в печать

Бумага офсетная.

Уч.-изд. л. 2,5

Печать ризографическая.

Тираж 200 экз..

Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л.

Формат 60x84 1/16.

Заказ 284.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Лицензия ЛП № 156 от 05.02.2001.

Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.

220013, Минск, П. Бровка, 6.