

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Е. И. Кротова

**Основы конструирования
и технологии
производства РЭС**

Учебное пособие

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по направлению Радиотехника*

Ярославль
ЯрГУ
2013

Елена Ивановна Кротова
Основы конструирования и
технологии производства РЭС

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=16937141
Основы конструирования и технологии производства:
ISBN 978-5-8397-0963-8

Аннотация

Пособие содержит материалы, сочетающие традиционные для данной учебной дисциплины основные определения, подходы и методы, изложенные в системах государственных стандартов и необходимые для грамотного составления конструкторской и технологической документации и производства серийной продукции, с методиками, основанными на информационных технологиях.

Содержание

Введение	5
Глава 1. Системный подход к конструированию РЭС	10
1.1. Основные понятия и определения	10
1.2. Системный анализ РЭС	14
1.3. Классификация параметров РЭС	17
Глава 2. Этапы системного подхода при проектировании конструкций и технологий РЭС	20
2.1. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС	20
2.2. Порядок и этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры	25
Глава 3. Разработка и постановка в производство РЭС	29
3.1. Модели работ	29
3.2. Главные этапы работ	31
Глава 4. Научно-исследовательская разработка	36
4.1. Виды научно-исследовательских работ	36
Конец ознакомительного фрагмента.	38

Елена Кротова
Основы конструирования
и технологии
производства РЭС

*Памяти инженера-разработчика Ярославского
радиозавода Горохова А. В. посвящаю*

Введение

Потребность в радиоэлектронном средстве, предназначенном для решения конкретной задачи или ряда задач, приводит в действие механизм его создания, в основе которого – деятельность разработчика при участии заказчика, представляющая собой проектирование изделия. Сущность этого процесса – принятие инженерных решений, оказывающих непосредственное влияние на изготовление и использование изделий, а также на действие человека при их эксплуатации.

Вся работа по конструированию нового изделия представляет собой процесс преобразования информации вплоть до реализации изделия в металле.

Конструирование и технология производства являются частями сложного процесса разработки РЭА и не могут выполняться в отдельности, без учета взаимосвязей между собой и с другими этапами разработки, и определяют в конечном итоге общие потребительские свойства изделий.

Рабочие функции РЭА характеризуются набором параметров, номинальные значения которых задаются техническим заданием (ТЗ) на разработку изделия. Реализация этих параметров в эксплуатации зависит как от общего комплекса дестабилизирующих факторов условий эксплуатации (климатических, механических и пр.), так и от качества разработки и технологии производства. Учет этих факторов тре-

бует от разработчика РЭА знаний по всем вопросам конструкторско-технологического проектирования, а именно:

- виды и порядок разработки технической документации;
- влияние внешних факторов на работоспособность РЭА;
- методы конструирования элементов, узлов и устройств РЭА и изготовления изделий;
- обеспечение электромагнитной совместимости, механической прочности, нормальных тепловых режимов и надежности изделий;
- общие вопросы организации производства РЭА;
- стандартные и специальные технологические процессы в производстве РЭА;
- методы сборки и монтажа;
- методы регулировки, настройки и испытаний РЭА и т.

д.

Развитие информационных технологий и применение их при проектировании изделий дает возможность разработчику РЭА использовать принципиально новые инструменты и подходы для сокращения сроков разработки, улучшения технических и снижения экономических показателей создаваемой РЭА.

Предлагаемый учебный материал изложен на основе принципов системного подхода: от простого к сложному, от общего к частному, от теоретического описания к практическому использованию, – и должен способствовать формиро-

ванию у студентов представления о круге проблем, с которыми им придется столкнуться в будущей профессиональной деятельности.

В первых трех главах студенты знакомятся с нормативной базой проектирования, основными положениями государственной системы стандартизации, Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), Единой системой технологической документации (ЕСТД). Студентам предлагается «живая» модель РЭС, которая имеет свой цикл жизни и основные этапы проектирования конструкций и технологий, формируется представление о конкурентоспособной РЭС как большой функциональной, конструктивной и технологической системе. Излагаются принципы моделирования и основные инструменты проектного исследования качества, надежности и серийнопригодности РЭС. Для студентов, обучающихся в классическом университете, необходимо иметь представление о проведении научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработках, подготовке производства, т. к. их последующая работа может быть связана с различными формами инновационной и предпринимательской деятельности, поэтому в пособии этим вопросам посвящены три отдельные главы – четвертая, пятая и шестая.

В седьмой и восьмой главах обобщаются знания, полученные в ранее изученных курсах «Инженерно-компьютерная графика» и «Радиоматериалы и радиокомпоненты РЭС», и подробно рассматриваются все виды конструкторских доку-

ментов, функциональное и конструктивное разукрупнение РЭС.

Основным методам проектирования посвящена девятая глава. В десятой главе излагаются основы теории надежности РЭС, рассматриваются основные понятия и определения, статистический анализ надежности. В одиннадцатой, двенадцатой, тринадцатой и четырнадцатой главах приведен материал по вопросам защиты РЭС от воздействия различных дестабилизирующих факторов. Типовые задачи и основные алгоритмы автоматизированного проектирования изложены в пятнадцатой главе.

Инженер-разработчик обязан иметь представление о базовых технологических процессах производства РЭС, в этом ему поможет довольно объемная шестнадцатая глава. В семнадцатой главе изложены основы контроля и управления качеством радиоэлектронных изделий, автором предлагается алгоритм контроля качества изделий на основе идентификации статистических распределений основных параметров РЭС. В восемнадцатой главе дается характеристика основным видам испытаний РЭС. В девятнадцатой главе рассматривается эргономическая оценка системы «человек – машина». Без знания основ эргономики и промышленной эстетики инженер не может в полном объеме вести эффективную разработку надежных, безопасных, привлекательных на рынке и удобных в эксплуатации РЭС.

Автор выражает благодарность профессору кафедры ДЭС

И. Т. Рожкову

ЯрГУ им. П. Г. Демидова, руководству и ведущим специалистам СКБ ОАО «Ярославский радиозавод» за конкретные рекомендации по изложению материала отдельных глав пособия.

Глава 1. Системный подход к конструированию РЭС

1.1. Основные понятия и определения

Основные понятия и определения, которые обязан использовать инженер-разработчик, приводятся в Государственных отраслевых стандартах (ГОСТ): ГОСТЫ на требования к конструкторской документации на изделия ЕСКД – ГОСТ 2.ххх; ГОСТЫ на требования к технологической документации на изделия ЕСТД – ГОСТ 3.ххх; ГОСТЫ на требования к программной документации на изделия ЕСПД – ГОСТ 29.ххх.

Инженер-разработчик должен помнить: ГОСТ – закон, знание его – обязанность, выполнение – стиль жизни.

ИЗДЕЛИЕ (по ГОСТ 2.101) – любой *предмет производства* (или набор предметов), подлежащий *изготовлению на предприятии*.

Изделия основного производства предназначены для поставки (реализации). Изделия вспомогательного производства используются как *составные части* изделий основного производства или используются (например, инструмент) для создания изделий основного производства.

Виды изделий (определение и описание см. самостоятельно в **ГОСТ 2.101**): деталь, сборочная единица, комплекс, комплект.

Система – это комплекс технических средств, управляемый оператором – человеком (ручной или полуавтоматический режим работы), или контролируемый, или запускаемый оператором (в автоматическом режиме работы). Под радиоэлектронной системой (**РЭС**) понимают изделие и его составные части, в основу функционирования которых положены принципы *радиотехники* и *электроники*. В состав РЭС включаются дополнительные устройства, обеспечивающие ее функционирование: электромеханические устройства, системы питания, охлаждения [1], [11].

Государственные отраслевые стандарты, регламентирующие разработку документации по радиоэлектронным системам имеют классификацию **ГОСТ 34.xxx**.

Основной документ на деталь – **чертёж детали** (см. **ГОСТ 2.109**).

Основной документ на остальные изделия – **спецификация**. В нее записываются и другие дополнительные документы, (**ГОСТ 2.109**).

Виды проектирования РЭС удобно разделить на четыре основных вида [2]:

- системотехническое проектирование,
- схемотехническое проектирование,
- конструкторское проектирование, или просто констру-

ирование,

– технологическое проектирование.

Конструкция РЭС есть пригодная для повторения в производстве совокупность деталей и материалов с различными физическими свойствами, находящихся в определенной энергетической и пространственной связи, обеспечивающая выполнение заданных функций с необходимой точностью и надежностью под влиянием внешних и внутренних воздействий [11].

Конструкция РЭС отличается рядом особенностей, выделяющих ее в отдельный класс среди других конструкций.

Прежде всего подобные конструкции отличаются [3]:

1. Иерархической структурой, под которой понимается последовательное объединение более простых электронных узлов в более сложные.

2. Доминирующей ролью электрических и электромагнитных связей.

3. Наличием неоднородностей в электрических соединениях, приводящих к искажению и затуханию сигналов, а также паразитных связей, порождающих помехи (наводки).

4. Наличием тепловых связей, что требует принятия мер защиты термочувствительных элементов.

5. Слабой связью внутренней структуры конструкции с ее внешним оформлением.

Конструирование РЭС – это процесс выбора структуры пространственных энергетических связей внутри и вне

РЭС, приводящий к установлению норм и правил его изготовления и эксплуатации. Целью конструирования (его результатом) является разработка комплекта проектных и рабочих конструкторских документов (КД) (ГОСТ 2.101-68 и 2.109-68), на основе которых осуществляется технологическая подготовка производства, разработка технологической документации (ТД), изготовление РЭС, его испытания и эксплуатация, **конструирование** – определение формы, материала, покрытий, способа соединений, состава (перечня составных частей).

Конструирование и конструкторская документация определяют, какой объект должен быть изготовлен, его основные функции и параметры, условия эксплуатации.

Технология – совокупность методов, процессов и материалов, используемых в какой-либо отрасли деятельности.

Технологическая документация описывает основные операции для изготовления объекта, описанного в КД на РЭС [11].

1.2. Системный анализ РЭС

Конструкция РЭС является сложной сборочной единицей, отвечающей трем главным условиям системности [11], [3]:

1. Наличие иерархического порядка в структуре.
2. Возможность композиции и декомпозиции (составление структуры из отдельных элементов и разделение конструкции на отдельные элементы).
3. Образование при композиции новых качеств, не равных сумме свойств исходных частей. Иерархия построения РЭС относится к ветвящемуся типу, где структурные уровни располагаются по рангам сложности.

Система любого структурного уровня характеризуется набором параметров. Эти параметры определяются системой верхнего ранга и в свою очередь служат исходными данными для системы, расположенной рангом ниже.

Снизить затраты на разработку, подготовку производства и освоение РЭА, обеспечить совместимость и преемственность аппаратурных решений с одновременным улучшением качества, увеличением надежности и срока службы аппаратуры в эксплуатации позволяет модульный принцип конструирования изделий. Наглядное представление данного определения приведено на рис. 1 [3].

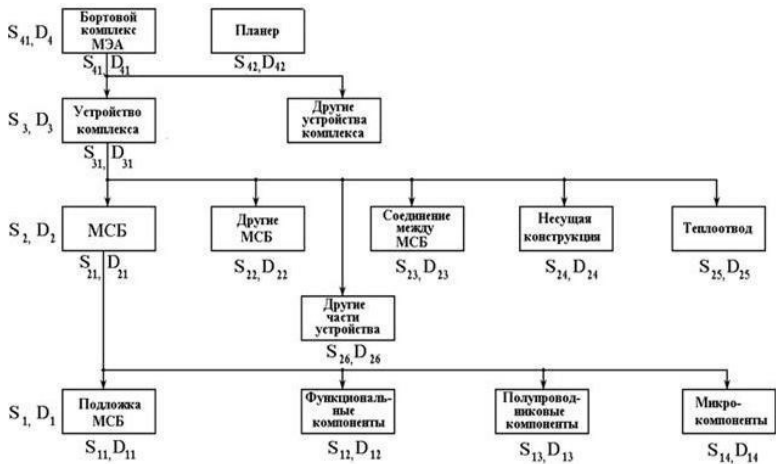


Рис. 1. Ранжирование системных параметров построения РЭС

На рис. 1 S обозначает ранг системы (S состоит из совокупности изделий S_{i1} , S_{i2} , S_{i3}), D – совокупность функциональных и материальных параметров.

Второе и третье условия системности означают, что в результате процесса конструирования (композиции) должно быть найдено и отражено в конструкторской документации (КД) новое структурное образование – конструкция РЭС (или его части), составленное из входящих в него готовых (покупных) и вновь спроектированных частей, причем это структурное образование должно обладать новыми качествами, не равными сумме свойств входящих в него частей

(рис. 2).



Рис. 2. Принцип системности в процессе конструирования

1.3. Классификация параметров РЭС

Для оценки свойств конструкции ее характеризуют количественными и качественными показателями. Показатели качества изделия принято делить по следующим признакам [4], [6]:

- по отношению к системе и подсистеме: внешние и внутренние,
- по физическому содержанию: функциональные и материальные,
- по числу отраженных свойств в конструкции: абсолютные, относительные и комплексные.

Внешние параметры определяют тактико-технические возможности изделия (что может изделие, какие функции оно выполняет).

Внутренние параметры характеризуют средства, с помощью которых обеспечиваются внешние параметры.

Применительно к радиостанции внешними параметрами являются (дальность действия, масса, надежность), а внутренними параметрами – мощность передатчика, чувствительность, параметры антенны). Приемные устройства характеризуются внешними параметрами (чувствительностью, избирательностью, диапазоном частот, способом перестройки, выходной мощностью) и внутренними параметрами (коэффициентом передачи тракта, характеристиками частот-

но-избирательных устройств). Внутренние параметры системы верхнего ранга – радиостанции – являются внешними для системы более низкого ранга – передатчика или приемника [5], [7].

К **функциональным** относятся все электрические параметры: чувствительность, избирательность, выходная мощность, дальность и т. п.

К **материальным** параметрам относится масса, габариты, стоимость и производные от этих параметров.

Между функциональными и материальными параметрами существует тесная взаимосвязь. Реализация любой РЭС требует материальных затрат. Чем большие значения имеют материальные параметры, тем выше сложность изделия [3], [8],[9].

Однако всегда нужно находить разумный компромисс между высоким качеством и важностью технического решения и сложностью реализации и себестоимостью.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные понятия конструирования.
2. Дайте определение основных документов и объектов конструирования.
3. Перечислите основные подходы системного анализа РЭС.
4. Какие виды параметров являются системными?

5. Дайте классификацию параметров РЭС.

Глава 2. Этапы системного подхода при проектировании конструкций и технологий РЭС

2.1. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС

Несмотря на то что РЭС – технический объект, в общепhilosophическом плане ее рассмотрение невозможно в отрыве от человека – разработчика, оператора. При применении системного подхода в проектировании происходит взаимное влияние разработчика и объекта разработки друг на друга, правильнее сказать, своеобразный «диалог».

В основу системного подхода положены следующие главные принципы [3], [10], [11].

1. Учет всех этапов «жизненного цикла» разрабатываемой РЭС: проектирования, производства, эксплуатации, утилизации. При несоблюдении этого принципа проекты многих РЭС, в основу которых были заложены прогрессивные принципы их действия, остались нереализованными либо потому, что оказались недостаточно технологичными в производстве, слишком трудоемкими и, следовательно, дорогими

и непригодными с точки зрения их производства, либо потому, что эксплуатация таких систем неоправданно сложна и выпуск такой продукции нецелесообразен.

2. Учет истории и перспектив развития РЭС данного и близкого классов.

Историю нужно знать потому, что некоторые РЭС, в прошлом признанные либо негодными, либо устаревшими, в новых условиях развития науки и техники могут стать хорошими и перспективными.

Учет при проектировании прогноза развития РЭС необходим потому, что в противном случае разрабатываемая система может оказаться морально устаревшей вскоре после разработки или до ее завершения.

3. Учет всестороннего взаимодействия РЭС с внешней средой. Оно включает в себя следующее [11]:

- взаимодействие с природой и обществом в целом (учет экологических, экономических, социальных, политических, военных и других факторов);
- обмен полезной информацией (получение и выдача полезной информации);
- обмен энергией и веществом (распределение ресурсов);
- обмен радиопомехами (т. е. помехами от радиоизлучения);
- внешние воздействия на РЭС температуры, влажности, давления, механических нагрузок, радиации и т. п.;
- взаимодействие с другими РЭС, входящими в систему

более высокого иерархического уровня, в процессе решения общей задачи.

4. Учет основных видов взаимодействия внутри РЭС (между ее частями): функционального, информационного, энергетического и др.

5. Учет взаимодействия между элементарной базой и системотехникой. Создание новой элементной базы вызывает развитие системотехники.

Развитие элементной базы приводит к улучшению показателей качества и надежности РЭС. Применение гибридных электронных схем (ГИС), функциональных микросхем, программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и др. способствует значительному снижению энергозатрат, массы и габаритов.

Развитие нанотехнологий требует от разработчика углубленных знаний физики, математики, информационных технологий. Инженер не может отказаться от математического моделирования, а программист, работающий в радиотехнической промышленности, обязан знать физические основы работы электронных устройств.

6. Учет возможности изменения исходных данных и решаемой задаче в процессе проектирования, производства и эксплуатации РЭС. Этот учет выражается в создании более «гибкой» и универсальной РЭС. При этом следует необходимость:

– вариации исходных данных, включая критерии каче-

ства, в процессе проектирования РЭС для оценки степени их критичности на работу системы и получения более надежных результатов проектирования;

– обеспечения большей универсальности применения проектируемой РЭС, чтобы при изъятии или добавлении некоторых блоков система была пригодной для решения новых задач [3].

7. Выделение главных показателей качества, которые необходимо улучшать в первую очередь.

Показатели качества должны постоянно проверяться. Для оптимизации этого процесса необходимо взять показатели и, по возможности, стремиться к поддержанию их значений в заданных пределах. Для радиотехнических систем основные показатели качества – помехоустойчивость, конфиденциальность, электромагнитная совместимость, энергопотребление, надежность, масса, объем, стоимость. 8. Сочетание принципов композиции, декомпозиции и иерархичности. Современные РЭС могут содержать сотни, тысячи и миллионы элементов. Оптимизировать все элементы даже с помощью ПЭВМ невозможно. Поэтому их объединяют в сборочные единицы: ячейки, блоки, стойки (шкафы). Далее каждая сборочная единица рассматривается как единое целое, в котором производится композиция элементов. Сложную РЭС разбивают на отдельные ячейки, т. е. проводят декомпозицию.

В результате композиции и декомпозиции РЭС разбивают

на ряд иерархических уровней, каждый из которых может содержать ряд частей (сборочных единиц).

Такое сочетание композиции, декомпозиции и иерархичности позволяет упростить проектирование, производство, эксплуатацию и утилизацию РЭС.

При декомпозиции РЭС на подсистемы (сборочные единицы) необходимо уделять особое внимание обоснованию критериев качества каждой подсистемы.

9. Вскрытие основных технических противоречий, препятствующих улучшению качества РЭС и ускорению процесса ее разработки, а также отыскание приемов их преодоления.

10. Правильное сочетание различных методов проектирования. В первую очередь математических, эвристических и экспериментальных. Современные математические методы основаны не только на разработке алгоритмов расчета отдельных параметров, но и на создании имитационных моделей, позволяющих приближенно проверить работу устройства в различных ситуациях [3], [4].

11. Обеспечение должного взаимодействия в процессе проектирования специалистов различных уровней и профилей.

2.2. Порядок и этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры

Конструирование РЭС как один из видов инженерной деятельности есть процесс определения, разработки и отражения в конструкторской, технологической и программной документации:

- формы, размеров и состава изделия,
- входящих в него деталей и узлов,
- используемых материалов и комплектующих изделий,
- взаимного расположения частей и связей между ними,
- указаний на технологию изготовления,
- указаний на метрологию поверки и методику эксплуатации изделий [11].

Появление нового технического изделия – сложный и противоречивый процесс. Особенно это касается радиоэлектронных изделий, функционирование которых основано на широком спектре физических, химических и иных явлений. Новая техника, воплощая результаты последних научно-технических достижений, способствует развитию производительных сил общества и удовлетворению его потребностей в продукции более высокого качества. Важнейшим вопросом в сфере производства новой техники является прогнозирование. Определение главных направлений исследований и разработок проводится в ходе научноисследовательских ра-

бот (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР).

Разработка и организация производства нового изделия требует затрат времени и крупных финансовых вложений. Величина этих расходов зависит от уровня новизны продукции и частоты смены моделей. Затраты на изготовление изделия в первый год его выпуска могут в несколько раз превышать затраты последующих лет. Главными направлениями исследований и разработок занимаются специалисты, участвующие в научно-исследовательских работах (НИР) и опытно-конструкторских работах (ОКР).

Жизненный цикл изделий. Быстрые темпы технического прогресса требуют такого периода смены моделей продукции (жизненного цикла продукции), при котором суммарные затраты на разработку и внедрение новых моделей, а также потери от морального износа были бы минимальны, а уровень экономической эффективности был бы максимальным.

В жизненном цикле изделия можно выделить два периода. Первый – в течение которого осуществляется разработка новой продукции. Второй – в течение которого новая продукция осваивается, производится и реализуется до прекращения выпуска и утилизации. В первый период жизненного цикла изделия входит полный комплекс работ по созданию новой техники [11]:

1. Научно-исследовательская разработка (НИР). На этой стадии проходят проверку новые идеи и изобретения. Тео-

ретические предпосылки решения научных проблем проверяются в ходе опытно-экспериментальных работ.

2. Опытно-конструкторская разработка (ОКР). На этой стадии идеи и решения, возникающие в процессе НИР, реализуются в технической документации и опытных образцах.

3. Конструкторская подготовка производства (КПП). Осуществляется проектирование нового изделия, разрабатываются рабочие чертежи и техническая документация.

4. Технологическая подготовка производства (ТПП). Разрабатываются и проверяются новые технологические процессы, проектируется и изготавливается технологическая оснастка для производства изделия.

5. Организационная подготовка производства (ОПП). На этой стадии выбираются методы перехода на выпуск новой продукции, проводятся расчеты потребности в материалах и комплектующих изделиях, определяются продолжительность производственного цикла изготовления изделия, размеры партий и пр.

6. Отработка изделия в опытном производстве (ООП). Осваивается выпуск опытного образца (опытной партии), проводится отладка новых технологических процессов.

Во второй период жизненного цикла включается освоение изделия в серийном производстве (ОСП). На этой стадии возникают и конструкторские изменения, и изменения в технологических процессах, и изменения уровня оснащенности производства специальными видами оснастки и обо-

рудования.

Точное соблюдение технологического процесса – одно из важнейших организационных условий повышения эффективности выпуска нового изделия, включая высокое качество продукции и высокие показатели производства.

Завершающим этапом жизненного цикла является эксплуатация новой продукции, когда продукция используется в соответствии с ее назначением и приносит экономический эффект. Предприятию было бы выгодно продлить второй период жизненного цикла изделия на максимальный срок, однако этот период имеет свой предел. Новая продукция с момента ее появления обеспечивает социально-экономический эффект до определенного времени, после которого она морально стареет, [4].

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные принципы системного подхода.
2. В чем заключается принцип композиции?
3. В чем заключается принцип декомпозиции?
4. Приведите порядок разработки радиоэлектронной аппаратуры.
5. Перечислите основные этапы системного подхода при разработке РЭС.
6. Что такое жизненный цикл изделий?

Глава 3. Разработка и постановка в производство РЭС

3.1. Модели работ

В условиях современного серийного производства на разработку аппаратуры РЭС накладываются требования реализуемости процесса проектирования с помощью современных информационных технологий, использования специализированного программного обеспечения и автоматизированных агрегатов при изготовлении, настройке, испытаниях, контроле и приемке заказчиком. Для предприятий, специализирующихся на изготовлении продукции стратегического назначения, встраивание процесса разработки изделий в производственный процесс является актуальным, т. к. предназначается для современного технологического оборудования. Кроме того, общий и непрерывный технологический процесс – от выдачи технического задания до отгрузки серийной продукции – экономит время и финансовые затраты.

Инженер, работающий на современном предприятии, должен руководствоваться стремлением разрабатывать РЭС, обладающие конкурентоспособностью и оригинальностью. Но это не означает, что можно использовать в отечествен-

ном производстве зарубежные разработки без всестороннего критического анализа. В условиях планового управления экономикой на государственных предприятиях обеспечивались качественные показатели и требования надежности, но при этом инициативность и оригинальность технических решений была значительно затруднена из-за бюрократических трудностей.

Разумный компромисс в условиях рыночной экономики можно достигнуть строгим выполнением требований Государственных стандартов и правильным, научно обоснованным выбором моделей организации работ [11], [5]:

1 – создание продукции по государственным и муниципальным заказам, финансируемым из федерального бюджета и бюджетов субъектов РФ (госзаказ);

2 – создание продукции по заказу конкретного потребителя;

3 – инициативные разработки продукции.

При создании продукции по госзаказу и заказу конкретного потребителя разрабатывают техническое задание (ТЗ) и заключают договор (контракт) на выполняемые работы. В договоре или ТЗ указывают нормативные документы, регламентирующие порядок выполнения работ, и документы, определяющие обязательные правила и требования к продукции, а также требования, установленные законами и нормативными документами органов государственного надзора.

3.2. Главные этапы работ

В зависимости от назначения изделий данного вида радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), технических заделов разработчика, объема финансирования, оснащения и возможностей производства, потребностей рынка и других многочисленных факторов, включая конкретные этапы работ при разработке изделий, их содержание, можно выделить три основные стадии работ для вновь разрабатываемых изделий:

- техническое предложение (аванпроект);
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект (ТП).

Каждый инженер-разработчик обязан знать, что основой для разработки является техническое задание. В ТЗ излагаются назначение и область применения разрабатываемой РЭА, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования, условия хранения и транспортирования, требования по надежности, правила проведения испытаний и приемки образцов в производстве. На стадии технических предложений проводится анализ существующих технических решений, патентные исследования, проработка возможных вариантов создания РЭА, выбор оптимального решения, макетирование отдельных узлов РЭА, выработка требований для последующих этапов разработки.

На стадии эскизного проектирования осуществляют проработку выбранного варианта реализации РЭА. Изготавливается действующий образец, проводятся испытания в объеме, достаточном для подтверждения заданных в ТЗ технических и эксплуатационных параметров, организуется разработка необходимой конструкторской документации, которой присваивается литера «Э».

Прорабатываются основные вопросы технологии изготовления, наладки и испытания элементов, узлов, устройств и РЭА в целом. На стадии технического проекта принимаются окончательные решения о конструктивном оформлении РЭА и составляющих ее узлов, разрабатывается полный комплект конструкторской и технологической документации, которой присваивается литера «Т», изготавливается опытный образец (образцы) РЭА, проводятся испытания на соответствие ТЗ.

Для повышения качественных показателей, основанных на статистических методах, необходимо изготовить опытную партию отдельных элементов РЭА.

По результатам приемки представителями подразделений контроля качества на предприятии осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии и организация серийного (массового) выпуска РЭА [2].

Стадии разработки ТЗ, технических предложений и ЭП включаются, как правило, в научно-исследовательскую работу, а стадии разработки технического проекта и техноло-

гической подготовки производства – в опытно-конструкторскую разработку.

Стадии разработки ТЗ, технических предложений и ЭП включаются в научно-исследовательскую работу, а стадии разработки технического проекта и технологической подготовки производства – в опытно-конструкторскую разработку. Перечисленные стадии могут выполняться как на одном предприятии (ОАО, ЗАО и т. п.), так и на нескольких, например в научно-исследовательских институтах и центрах и в серийных конструкторских бюро (СКБ). Для изделий, не требующих проведения НИР, разработка и постановка продукции на производство предусматривает [6], [7]:

- 1) разработку ТЗ на опытно-конструкторскую работу;
- 2) проведение ОКР, включающей:
 - разработку конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации,
 - изготовление и испытания опытных образцов,
 - приемку результатов ОКР, утверждение разработанной документации и технических условий (ТУ) на изготовление установочной (опытной) партии изделий;
- 3) постановку изделий на производство, включающую:
 - подготовку производства,
 - изготовление установочной серии и квалификационные испытания.

При разработке РЭА выпускают большое количество технической документации (конструкторской, технологиче-

ской, программной), состав которой определяется Государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы программной документации (ЕСПД).

Продукты интеллектуального труда, полученные в процессе создания и постановки продукции на производство и являющиеся объектами охраны интеллектуальной собственности, используют в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Государственные стандарты устанавливают несколько этапов разработки конструкторской документации с соответствующими требованиями к их содержанию и выполнению. Количество перечисленных этапов зависит от назначения, вида изделий и их сложности, предыстории развития данного направления техники, существующих аналогов, возможностей производства, объема финансирования и т. п.

Немаловажное значение имеет необходимость учета политической ситуации и рыночной конкуренции.

Контрольные вопросы

1. Кто формирует технические требования к разрабатываемой аппаратуре?
2. Назовите основные стадии проектирования РЭС.
3. Перечислите основные модели организации работ .

4. Перечислите основные виды работ для вновь разрабатываемых изделий.
5. Дайте характеристику подготовительным этапам конструирования.
6. Что является основанием для составления ТЗ?
7. Приведите порядок разработки ТЗ.

Глава 4. Научно-исследовательская разработка

4.1. Виды научно-исследовательских работ

Современное производство не может обойтись без внедрения в производство результатов научных исследований.

Порядок выполнения научно-исследовательских работ (НИР) регламентируется ГОСТ Р 15.101.98 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ». Приведем основные положения этого стандарта, характеризующие научно-исследовательскую разработку [11].

Научно-исследовательская разработка – это комплекс теоретических и экспериментальных исследований, проводимых с целью получения исходных данных, изыскания принципов и путей создания или модернизации продукции, если таковых не имеется или они недостаточны непосредственно для успешной разработки изделия. Научные исследования в зависимости от содержания и характера получаемых результатов подразделяются на фундаментальные, поисковые и прикладные.

Целью фундаментальных исследований является откры-

тие новых явлений, закономерностей и принципов, которые могут быть использованы при создании новой техники или технологии.

Поисковые научные исследования направлены на изучение конкретных проблем, например возможностей создания новых материалов, техники, технологии, повышения производительности труда и качества продукции и т. п. Результаты поисковых работ оформляются в виде отчетов, технической документации, макетов, экспериментальных образцов изделий.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.