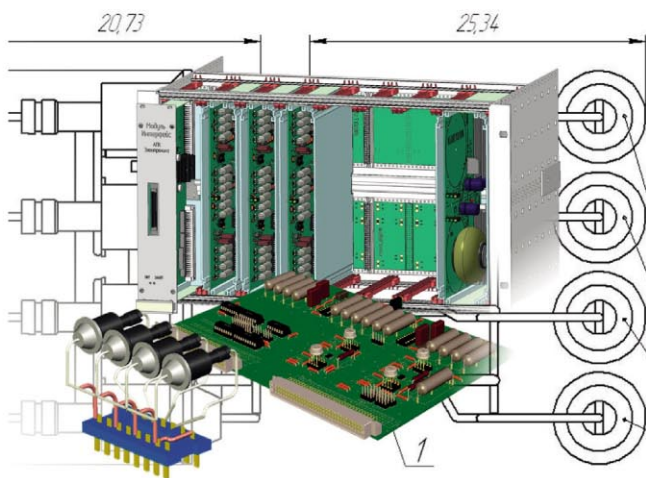




СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

С. И. Трегубов, А. А. Левицкий
ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ:
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УДК 621.382.2/3.001.66(07)
ББК 32.85-2я73
Т660

Рецензенты:

Т. Т. Ереско, доктор технических наук, доцент кафедры «Основы конструирования машин» СибГУ им. М. Ф. Решетнева;

В. К. Симачев, ведущий инженер-конструктор АО НПП «Радиосвязь»

Трегубов, С. И.

Т660

Основы конструирования электронных средств: техническое задание : учеб. пособие / С. И. Трегубов, А. А. Левицкий. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 180 с.

ISBN 978-5-7638-4257-9

Изложены основные теоретические сведения, необходимые для составления технического задания на проектирование изделий электронных средств различного назначения. Рассмотрен порядок анализа технического задания в зависимости от назначения, условий эксплуатации, объекта размещения и других ограничений. В приложении приведены примеры технических заданий на проектирование электронных средств и варианты анализа технического задания, а также график выполнения курсового проекта по дисциплине «Основы конструирования электронных средств».

Предназначено для бакалавров и магистрантов направлений подготовки 110303 «Конструирование и технология электронных средств» и 110304 «Электроника и нанoeлектроника».

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 621.382.2/3.001.66(07)
ББК 32.85-2я73

ISBN 978-5-7638-4257-9

© Сибирский федеральный
университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Электронные средства как объект проектирования	6
1.1. Классификация электронных средств.....	6
1.2. Особенности современных электронных средств	7
1.3. Техническая совместимость электронных средств	9
Контрольные вопросы и задания.....	14
2. Формирование технического задания.....	15
2.1. Структура технического задания.....	16
2.2. Общие сведения о разработке.....	17
2.3. Сведения о мировом уровне данного вида продукции.....	22
2.4. Технические требования	22
Контрольные вопросы и задания.....	54
3. Анализ технического задания.....	55
3.1. Применение и назначение изделия.....	55
3.2. Условия эксплуатации электронных средств	57
3.2.1. Параметры климатических воздействий по ГОСТ 15150.....	57
3.2.2. Нормы внешних воздействий для ЭС различного назначения	60
3.3. Эксплуатационные воздействия	78
3.4. Требования к конструкции	85
3.5. Схемы электрические	94
3.6. Требования технологичности	100
3.7. Требования по ремонтпригодности.....	100
Контрольные вопросы и задания.....	101
4. Требования к электронным средствам различного функционального назначения	102
4.1. Бытовая радиоэлектронная аппаратура	102
4.2. Средства вычислительной техники.....	112
4.3. Изделия государственной системы приборов и средств автоматизации	116
4.4. Возимые электронные средства.....	118
Контрольные вопросы и задания.....	121

Заключение.....	122
Библиографический список.....	123
Приложения	125
Приложение А	125
Приложение Б.....	128
Приложение В	131
Приложение Г	137
Приложение Д	141
Приложение Е	164
Приложение Ж	175

1. ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА КАК ОБЪЕКТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Классификация электронных средств

Конструктивные особенности ЭС определяются не только функциональным назначением, но и предметной областью их применения. Кроме того, конструкция ЭС может быть различна для аппаратуры бытового и профессионального назначения. На рис. 1.1 показана основная классификация ЭС.



Рис. 1.1 Основная классификация электронных средств

На основе классификации (рис. 1.1) можно выделить следующие предметные области применения ЭС [1]:

- *радио-, оптическая и проводная связь* – передача радиосигналов от одного абонента к другому по линиям связи;

- *радиовещание и телевидение* – передача речевых, музыкальных и визуальных ознакомительных или развлекательных сообщений большим группам людей;
- *радиолокация* – определение координат и характеристик объекта активными или пассивными методами;
- *радионавигация* – особо точное определение координат объекта с помощью специальных источников радиоизлучения;
- *медицинская радиоэлектроника* – использование методов и средств радиоэлектроники в электронных стимуляторах деятельности отдельных органов человека при создании диагностических систем;
- *радиоизмерения* – создание и использование специальных устройств для измерения или имитации различных сигналов, преимущественно электромагнитной природы;
- *устройства обработки данных* – системы электронных цифровых, аналоговых или клавишных вычислительных машин;
- *устройства записи и воспроизведения сигналов* – приспособления для записи и воспроизведения акустических, визуальных и специальных сигналов на различной по физической природе носителях;
- *устройства энергетического характера* – приспособления для непосредственного воздействия на свойства материалов или объекты управления и т. д.

1.2. Особенности современных электронных средств

Анализ современных ЭС различных классов как объектов проектирования [1–3] позволяет выделить ряд особенностей, основными из которых являются следующие:

1. Большое количество в ЭС устройств автоматики предполагает наличие сложных алгоритмов функционирования. Эти устройства выполняют как сервисные функции (например, защита от паразитных электромагнитных связей, тепловой перегрузки, автоматическое диагностирование и пр.), так и функции регулирования параметров отдельных узлов и устройств в зависимости от динамики передвижения объекта установки ЭС (например, управление системой приемопередающей

аппаратуры искусственных спутников Земли на различных участках трассы – теневая или солнечная сторона и т. д.).

2. Неуклонная тенденция повышения показателей надежности и качества [4, 5]. Для современной космической аппаратуры, а также аппаратуры специального назначения срок службы должен составлять 15–20 лет.

3. Высокие удельные массогабаритные показатели. Для отдельных устройств, например источников вторичного электропитания (ИВЭП), удельная мощность может достигать 600–800 Вт/дм³ [1, 6].

4. Применение гибридных устройств. Это ЭС, в состав которых могут входить как цифровые, так и аналоговые узлы и блоки, которые работают в широком интервале частот (от единиц герц до десятков гигагерц), напряжений (от десятых долей вольт до киловольт) и токов (от микроампер до сотен ампер).

5. Широкий спектр воздействия дестабилизирующих факторов [1, 5]. В общем случае ЭС должны правильно функционировать в условиях различных климатических и механических внешних воздействующих факторов (ВВФ): электрических, магнитных, электромагнитных полей; ионизирующего излучения (ИИ).

6. Применение в ЭС различных типов устройств, выполненных по интегральным и гибридно-интегральным технологиям [3, 7], позволяет иметь широкий диапазон схем конструкторско-технологических реализаций.

7. Внедрение процессоров и других устройств электронно-вычислительных средств (ЭВС) вызывает необходимость грамотного распределения функций между аппаратными и программными средствами.

Таким образом, ЭС как объект проектирования представляют собой сложную как в схемотехническом, конструктивном, так и в технологическом плане систему, подвергающуюся широкому спектру ВВФ. При этом в ней протекает сразу несколько взаимосвязанных процессов (электрических, тепловых, аэродинамических, электромагнитных, электрохимических, деградационных и т. д.), характер протекания которых, в свою очередь, в значительной степени определяет потребительские свойства создаваемых ЭС.

Основные ограничения и конструкторско-технологические решения для проектируемого ЭС закладываются на этапах составления ТЗ. Следовательно, тщательная проработка ТЗ и его грамотный анализ являются основой для создания конкурентоспособных ЭС.

1.3. Техническая совместимость электронных средств

Современные ЭС должны удовлетворять требованиям по технической совместимости: *функциональной, геометрической, биологической, электромагнитной, электрической, программной, технологической, метрологической, диагностической*, и другим видам совместимости. Так, ГОСТ 30709 дает классификацию технической совместимости по видам и объектам совместимости и определяет совместимые и несовместимые объекты.

1. Функциональная совместимость. Понятия, которые вкладываются в термин «функциональная совместимость» (ФС), могут быть разными для электронных средств различного назначения, но все они так или иначе связаны с информацией.

Так, например, для систем связи ФС – это способность обеспечить совместную работу между собой или с другими системами по обмену информацией без дополнительных сопрягающих устройств.

Для электронно-вычислительных средств ФС – это возможность взаимодействия программных и аппаратных средств разных поставщиков.

С точки зрения информационных технологий ФС – это способность двух или более систем обмениваться информацией и использовать эту информацию.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/ТО 16056-1 для систем телездравоохранения ФС – это способность двух и более систем (компьютеры, устройства связи, сети, программное обеспечение и другие компоненты информационных технологий) взаимодействовать друг с другом и обмениваться информацией предписанным методом для получения предсказуемого результата.

Для ЭС она обеспечивается их электрической, информационной, алгоритмической и программной совместимостью.

Оценка функциональной совместимости проводится при испытаниях изделия или системы.

2. Геометрическая совместимость – это часть конструктивной совместимости, к ней относят следующие виды:

Техническая совместимость составных частей изделия. Этот вид характеризует пригодность составных частей изделия к взаимодействию в соответствии с установленными требованиями.

Наиболее актуально это для встраиваемых узлов и блоков. Например, габаритные размеры встраиваемой автомобильной радиоаппаратуры должны точно соответствовать размерам отсеков под эти изделия. Так, ГОСТ 17692 устанавливает возможные габаритно-присоединительные размеры автомобильных радиоприемников в зависимости от варианта крепления.

Техническая совместимость размерная. Этот вид совместимости определяет возможность совместного использования изделий, конструктивно реализуемых в унифицированных и типовых несущих конструкциях.

Для радиотехнической аппаратуры и электронно-вычислительной техники в системе несущих конструкций серии 482,6 мм основные размеры панелей и стоек устанавливает ГОСТ 28601.1, для шкафов и стоечных конструкций – ГОСТ 28601.2, для каркасов блочных и частично подвижных – ГОСТ 28601.3, а ГОСТ 20504 оговаривает типы и основные размеры системы унифицированных типовых конструкций агрегатных комплексов государственной системы приборов (ГСП).

Техническая совместимость вида «*изделие – объект установки*» характеризует возможность установки изделия на месте его использования. Это касается таких изделий, как комплексы и составные части систем. Аппаратура, установленная на борту воздушного судна, корабля, морского судна, автомобиля, а также в помещениях, должна иметь определенные габаритные размеры, соответствующие размерам дверных проемов, дверей и т. п.

Техническая совместимость вида «*человек – изделие*». Этот вид совместимости аналогичен предыдущему, но здесь в качестве объекта установки выступает человек. В данном случае должно быть определено соответствие размеров и свойств изделия эргономическим особенностям человека. Следует отметить, антропометрические, физиологические и другие данные человека зависят от расы, пола и возраста.

К геометрической совместимости относят также техническую совместимость вида «изделие – тара (упаковка)».

Геометрическая совместимость важна для изделий ГСП.

3. Биологическая совместимость. Можно выделить два вида воздействий: внешней среды на аппаратуру и аппаратуры на внешнюю среду.

К биологическим внешним воздействующим факторам относят организмы или их сообщества, оказывающие внешние воздействия и вызывающие нарушение исправного и работоспособного состояния изделия (ГОСТ 26883, ГОСТ Р 56257).

В биологических факторах (ГОСТ Р 56257) обычно выделяют воздействие на технические системы:

- плесневых грибов и других микроорганизмов;
- насекомых;
- грызунов.

Иногда в виде биологических факторов воздействия внешней среды могут выступать пресмыкающиеся или животные. Эти факторы воздействуют, как правило, на приборы и системы, работающие в полевых условиях. Воздействие человека тоже в ряде случаев целесообразно включать в этот класс факторов.

Плесневые грибы оказывают негативное воздействие на конструкционные материалы. При взаимодействии с ними грибковые образования выделяют кислоты различного вида, которые вызывают разложение изоляционных материалов и пластмасс. Особенно подвержены действию грибковой плесени пластмассы на целлюлозной основе. В электронных средствах возможно ухудшение электрических соединений за счет коррозии контактов.

При воздействии этих факторов необходимо защищать внутренний объем конструкции от проникновения влаги, обеспечивать хорошую вентиляцию или использовать покрытия специальными защитными лаками.

Негативное воздействие насекомых проявляется в первую очередь в накоплении их пылевидных биологических остатков, которые при разложении выделяют тепло.

Грызуны повреждают приборы, тару и упаковку, теплоизоляционные материалы, резинотехнические изделия, пленки, кабель и т. д., но сильно реагируют на ультразвуковое излучение от электрического

монтажа. Следовательно, оно может либо отпугнуть грызунов, либо привлечь их.

В общем случае все виды биоповреждений ЭС можно разделить на типы:

- механическое разрушение при контакте с организмами;
- ухудшение эксплуатационных параметров;
- биохимическое разрушение;
- биокоррозия.

Обычно требования биосовместимости с человеком проверяют для тех частей приборов, которые вступают в непосредственный контакт с пользователем в процессе работы. Обязательная оценка биологического воздействия проводится для медицинских изделий по ГОСТ ISO 10993-1.

При этом различают следующие типы совместимости: информационная, психологическая, энергетическая, антропометрическая и технико-эстетическая.

Информационная совместимость – это совместимость техники с психофизиологическим возможностям человека.

Психологическая совместимость учитывает психические возможности человека и определяет соответствие изделия с ними (особенности восприятия, мышления, ассоциации, цветоощущения).

Энергетическая совместимость предполагает согласование органов управления с оптимальными возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, скорости и точности движений.

Антропометрическая совместимость – это учет размеров тела человека, возможности обзора пространства, а также положение оператора в процессе работы с целью минимальной затраты физических сил.

Общие эргономические требования устанавливает ГОСТ 22269.

Технико-эстетическая совместимость заключается в удовлетворенности человека при обращении с приборами (дизайн, оформление конструкций, способы визуализации процессов). С этой точки зрения при анализе биологической совместимости человека и ЭС учитывают следующий ряд факторов, влияющих на общую эффективность действий оператора:

- положение тела оператора;
- расположение органов управления;
- размер, форма органов управления;

- направление, амплитуда и траектория их движения;
- сопротивление прилагаемому усилию;
- отношение величины перемещения органа управления к величине перемещения указателя индикатора.

4. Электромагнитная совместимость. Электронные средства должны функционировать без нарушений в заданной электромагнитной обстановке, а также не являться источниками помех выше установленного уровня.

При классификации электромагнитной обстановки ГОСТ Р 51317.2.5 устанавливает следующие три категории электромагнитных помех, ее характеризующих:

- низкочастотные электромагнитные помехи (кондуктивные и излучаемые);
- высокочастотные электромагнитные помехи (кондуктивные и излучаемые);
- электростатические разряды.

Наиболее полный перечень стандартов, позволяющих оценить электромагнитную совместимость и предложить методы для определения ее соответствия заданным требованиям, приведен в ГОСТ Р 51317.1.2. Этот стандарт также устанавливает процедуры определения требований к техническим средствам (ТС) по обеспечению функциональной безопасности в условиях воздействия электромагнитных помех.

Содержание раздела ТЗ в части электромагнитной совместимости оговаривает ГОСТ 28934.

5. Электрическая совместимость. Этот вид совместимости можно рассматривать как один из частных случаев электромагнитной совместимости, который касается качества электрической энергии. Требования к ней устанавливает ГОСТ 32144.

Качество электрической энергии определяется следующими параметрами: отклонение напряжения; колебания напряжения; несинусоидальность напряжения; отклонение частоты; длительность провала напряжения.

6. Программная совместимость. Программной совместимостью ТС называется возможность согласованной работы вычислительных средств при обмене программами или структурированными выходными данными.

7. Технологическая совместимость. Технологическую совместимость можно рассматривать с разных сторон. Например, как один из аспектов геометрической, программной и других видов совместимости.

Если говорить о производственном оборудовании, то под технологической совместимостью понимают возможность встраивания в линию имеющегося технологического оборудования.

Технологическая совместимость при изготовлении ЭС обеспечивает применение стандартного инструмента, крепежных изделий и пр.

8. Метрологическая совместимость. Обеспечивает сопоставимость метрологических характеристик ТС, их сохранность во времени и под действием влияющих величин. Для средств измерений метрологическая совместимость (МС) также обеспечивает возможность расчетного определения метрологических характеристик всего измерительного тракта по метрологическим характеристикам отдельных функциональных узлов, образующих измерительный тракт.

Необходимым условием обеспечения метрологической совместимости является методологическая совместимость анализа, нормирования, синтеза, идентификации и прогнозирования погрешностей сопрягаемых средств измерений. Это достигается использованием единой математической модели погрешностей отдельных средств измерений, единого способа нормирования и представления одноименных характеристик.

9. Диагностическая совместимость. Этот вид совместимости предполагает возможность определения работоспособности изделия по контролю заданных параметров ТС. При этом численные значения данных параметров должны быть регламентированы в научно-технической документации НТД (стандартах) для конкретных типов изделий.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите области применения ЭС.
2. Назовите основные особенности современных ЭС.
3. Что включает в себя понятие «функциональная совместимость»?
4. Какие вопросы рассматриваются при анализе геометрической совместимости?
5. Перечислите категории электромагнитных помех.

2. ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Требования, которым должна отвечать конструкция электронного средства, определяются в первую очередь ее *назначением, областью применения, условиями эксплуатации, типом производства*. Эти требования представляются в ТЗ, которое является основным исходным документом для разработки изделия в соответствии с ГОСТ 2.103, ГОСТ 15.005 и ГОСТ 34.602.

Разработка и постановка продукции на производство в общем случае предусматривает следующие этапы:

- разработка ТЗ;
- разработка технической и нормативно-технической документации;
- изготовление и испытание образцов продукции;
- приемка результатов разработки;
- подготовка и освоение производства.

Техническое задание должно содержать следующие требования:

- к технико-экономическим параметрам изделия, определяющим его потребительские свойства и эффективность применения;
- уровню его технологичности;
- к разработке, изготовлению и приемочному контролю, включая объем испытаний;
- комплектности поставки;
- перечню конструкторских документов (КД), подлежащих разработке и порядок их сдачи и приемки. Виды КД – по ГОСТ 2.102.

При необходимости техническое задание может содержать также требования к наладке, испытаниям на объекте установки, техническому обслуживанию и ремонту.

Заказчик и разработчик определяют конкретное содержание ТЗ. Объем исходных данных, приводимых в ТЗ, зависит в первую очередь от назначения и сложности проектируемого изделия. Примеры технических заданий на различные виды ЭС приведены в прил. Б и В.

Если проектировщику предлагается задание, проработанное до мелочей, то им можно пользоваться как неким «сводом предписаний». Однако в ряде случаев задания выдаются краткие и общие.

Часто предлагаемой информации недостаточно для анализа либо она записана в сокращенном виде, тогда необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Что в задании указано?
2. Что полностью ясно?
3. Что не отражено в задании, но знать необходимо?

Поэтому первым этапом работы над проектом является формирование уточненного и расширенного технического задания [1].

2.1. Структура технического задания

Согласно ГОСТ 2.103 составление ТЗ является первой стадией разработки техники, а само оно – основным документом для принятия решений на последующих этапах проектирования.

Так, ТЗ можно составлять как на все изделие, так и на его составные части. Оно должно содержать необходимые ограничения, связанные с условиями эксплуатации (климатические, механические, биологические воздействия), объектом установки (стационарная, возимая, носимая и т. д.), обслуживанием (эргономические и др. факторы), производством (серийность выпуска, показатели технологичности), принципами функционирования (требования безопасности и помехозащищенности), а также сроками проектирования.

Оформляется ТЗ в соответствии с ГОСТ 2.105 на листах формата А4, его разделы нумеруются арабскими цифрами.

Рекомендуемая структура технического задания следующая:

1. Общие сведения о разработке.
2. Сведения о мировом уровне данного вида продукции.
3. Технические требования.
4. Экономические требования.
5. Требования к разработке.
6. Требования к изготовлению.
7. Требования к испытаниям и приемке изделий.
8. Требования к монтажу.
9. Требования к техническому обслуживанию и ремонту.

В разделе «Общие сведения о разработке» содержится информация об основании для разработки, области использования, о цели и назначении изделия.

В сведениях о мировом уровне приводятся характеристики лучших мировых образцов данного вида ЭС.

Раздел ТЗ «Технические требования» содержит данные, позволяющие спроектировать и изготовить ЭС с заданными параметрами.

В экономических требованиях указываются контингент потребителей разрабатываемого изделия, его новизна и конкурентоспособность, включая стоимостные факторы.

В разделе «Требования к разработке» определяются: график выполнения работ и перечень КД, подлежащей разработке, а также соответствие КД требованиям единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Раздел ТЗ «Требования к изготовлению» заполняется, когда известно конкретное предприятие-изготовитель, технологическое оборудование которого может наложить ограничения на выбор конструктивно-технологических решений при проектировании изделия и его составных частей. Например, сложность печатной платы и, соответственно, способ ее изготовления напрямую зависят от возможного способа монтажа компонентов.

В разделе «Требования к испытаниям и приемке изделий» приводятся виды испытаний, включая испытания на надежность, а также параметры при испытаниях и критерии годности.

В разделе «Требования к монтажу» указываются ограничения к монтажу изделия, обусловленные объектом установки и квалификацией персонала, выполняющего монтаж изделия.

В разделе «Требования к техническому обслуживанию и ремонту» должна содержаться информация о субъективных условиях эксплуатации: квалификация обслуживающего персонала, вид ремонтных мастерских и т. п.

Далее рассмотрим подробнее состав первых трех разделов ТЗ.

2.2. Общие сведения о разработке

Основанием для разработки служат документы, определяющие направление проектирования. К исходным документам относятся схе-

мы электрические (принципиальная и др.), перечни элементов к схемам и карта электрических режимов работы электрорадиоэлементов (ЭРЭ), описание работы устройства и другая КД. В частности, для курсового проекта основанием для разработки является ТЗ, выдаваемое кафедрой.

Далее указывается:

- краткая характеристика области применения устройства;
- название изделия и его условное обозначение;
- общая характеристика объекта установки;
- нормативно-технический документ (стандарт), содержащий общие технические требования (условия) к данному типу продукции.

При описании цели и назначения разработки должно быть указано, вместо каких и совместно с какими изделиями, выпускаемыми промышленностью, должно применяться разрабатываемое изделие. Это особенно актуально для агрегируемых приборов, например измерительной техники.

Название и условное обозначение изделия должно быть записано в виде полного торгового наименования.

Например, бытовая радиоэлектронная аппаратура (БРЭА), предназначенная для приема информации, записи, преобразования, воспроизведения звука и изображения и т. п., имеет свои названия видов и систему их обозначений в соответствии с ГОСТ 26794.

Наименование конкретного вида БРЭА определяется по функциональному назначению (например, «Радиоприемник», «Приемник телевизионный цветного изображения» и т. п.) и входит в полное торговое наименование изделия. В последнем кроме вида указываются словесный товарный знак (или заменяющее его торговое название) и буквенно-цифровое обозначение.

Для стереофонических изделий добавляют определение «стерео», «стереофонический», для миниатюрной аппаратуры – «мини», «миниатюрный», а для транспортных – «транспортная».

Словесный товарный знак служит для отличия изделий одного изготовителя от того же вида изделий других изготовителей. Например, «Рубин», «Электроника», «LG».

Буквенно-цифровое обозначение однозначно определяет вид, потребительские свойства и номер модели изделия (табл. 2.1). Оно состоит из пяти частей.

Таблица 2.1

Примеры полного торгового наименования БРЭА

Вид изделия	Словесный товарный знак	Части буквенно-цифрового обозначения				
		1	2	3	4	5
Приемник телевизионный цветного изображения	Электрон	61	ТЦ	301	ДС	–
Приемник телевизионный цветного изображения	Электрон	61	ТЦ	301	Д	–1
Стереокomплекc	Орбита	–	РЭМ	001	С	–
Приемник вещательный	Океан	–	РП	201	–	–
Стереосуилитель мощности	Орбита	50	УМ	001	С	–
Стереомангнитола транспортная	Урал	–	РМ	301	СА	–

Первая часть (цифры 1–3) присутствует в обозначении только для:

- телевизионной аппаратуры – указывает размер изображения по диагонали в сантиметрах, а для изделий зарубежного производства – в дюймах;
- акустических систем – определяет предельную долговременную мощность в ваттах на один канал;
- усилителей (У, УМ, РУ) – указывает номинальную мощность в ваттах на один канал (значения мощностей выбираются из ряда: 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 400 Вт).

Вторая часть обозначения (буквы 1–3) определяет вид изделия. Например: приемник телевизионный цветного изображения – ТЦ, радиоприемник – Р, магнитофон кассетный – М и т. д.

Третья часть (цифры 1–3), отделяемая от второй дефисом, – характеризует основные потребительские свойства и номер модели радиоаппарата. Первая цифра: для телевизоров – поколение; для аппаратуры, имеющей группу сложности, – группа сложности. Последние две цифры определяют номер модели (модификацию).

Четвертая часть обозначения (буквенная) определяет потребительские свойства аппаратуры:

- С – стереофоническая (кроме акустических систем);
- Д – возможность приема вещания в дециметровом диапазоне волн (для телевизоров);
- А – транспортные.