

Министерство образования Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
НИЖЕГОРОДСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ (НТК)

УДК 621.396.6

№ государственной регистрации 01990006251

Инв. № 02200303567

УТВЕРЖДАЮ
Директор НТК
(подпись) В. А. Самарцев
«20» декабря 2002 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ СИСТЕМ,
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ РЭС.
СОСТАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОСОБИЙ
«КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ РЭС В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ»**

(промежуточный № 3)
Шифр «НАЛЕДЬ»

Зам. директора НТК по учебной работе (подпись)	20.12.2002	Л. М. Теплова
Руководитель НИР (подпись)	20.12.2002	Н. М. Бобков
Нормоконтролер (подпись)	20.12.2002	Н. Е. Волкова

Нижний Новгород 2002

РЕФЕРАТ

Отчет 1 кн., 12 источников, 2 прил.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ, БАЗОВЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ГРУППОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОДУЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, БАЗОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ, БАЗОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, БНК

Объектом исследований являются конструкции радиоэлектронных средств (РЭС) и их элементов.

Цель работы – изучение конструкций несущих систем, применяемых в сетевых цепях электроустановочных изделий, низкочастотных коммутационных и соединительных изделий и других элементов РЭС, повышение уровня преподавания теоретических основ конструирования РЭС, повышение уровня практической подготовки студентов в области конструирования, привлечение преподавателей и студентов к практическим исследованиям и разработкам.

В промежуточном отчете № 3 содержатся основные результаты третьего этапа НИР, задачей которого была разработка учебного пособия «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах. Использование базовых изделий и базовых конструкций при проектировании РЭС». Проект учебного пособия приведен в приложении к отчету.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений

Введение

Основная часть

Заключение

Список использованных источников

Приложение 1. Техническое задание на НИР «Наледь» (в отдельном файле)

Приложение 2. Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах. Использование базовых изделий и базовых конструкций при проектировании РЭС. Методическое пособие

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

БНК – базовые несущие изделия и базовые конструкции несущих изделий

НИР – научно-исследовательская работа

ОКР – опытно-конструкторская работа

РЭС – радиоэлектронное средство

ТЗ НИР – техническое задание на научно-исследовательскую работу

ВВЕДЕНИЕ

НИР выполняется по ТЗ НИР, утвержденному директором НТК 2 декабря 1998 г. Копия ТЗ НИР приведена в приложении 1. Основными целями проводимой работы являются:

изучение применявшихся ранее и современных конструкций и, возможно, совершенствование теории и практики конструирования несущих систем и других элементов РЭС;

приобретение опыта проведения НИР в НТК, создание научно-технического задела для проведения в НТК НИР и ОКР по проектированию элементов РЭС на договорной основе;

создание учебных методических пособий;

повышение уровня практической подготовки студентов за счет их участия в реальной научной работе.

Задача III этапа НИР «Наледь» – разработка учебного пособия «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах. Использование базовых изделий и базовых конструкций при проектировании РЭС». При разработке проекта этого пособия (приложение 2) были использованы материалы исследований, проведенных на первом этапе НИР «Наледь» /5/, а также материалы исследований, проведенных в ЗАО Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» /6 – 8/.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Недостатком современных учебных программ и учебников по конструированию РЭС для средних специальных учебных заведений является слабая связь их с практикой конструирования. Конструкторам РЭС на производстве не приходится конструировать большую часть технических объектов и выполнять расчеты, предусмотренных в основном учебнике по конструированию РЭС для средних специальных учебных заведений радиотехнического профиля /9/. В этом учебнике не рассматриваются методы проектирования техники и, в частности, методы проектирования несущих систем РЭС. Совсем не упоминается о хорошо известных и часто используемых при создании РЭС методах базового и группового проектирования /1 – 3/. Не рассматриваются стандартные системы БНК и стандарты на размеры модулей РЭС.

Разработка учебного пособия «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах. Использование базовых изделий и базовых конструкций при проектировании РЭС» имеет целью устранить некоторые из этих недостатков.

В первом разделе пособия приведены определения основных терминов, применяемых в пособии. Этим пособие отличается от другой учебной литературы по конструированию. В настоящее время трудно назвать научную дисциплину, в которой терминология была бы столь же несовершенной, как в конструировании технических систем и, в частности, в конструировании РЭС. Большое количество терминоподобных слов, используемых в публикациях по конструированию РЭС, непонятны даже специалистам. В учебной литературе нечеткость терминологии особенно не допустима. Поэтому в пособии приведены определения для многих распространенных в публикациях по конструированию терминов, значения которых принято считать известными, и которые обычно употребляются без определений. Для многих из понятий, обозначаемых этими терминами, пришлось уточнить объем и содержание по сравнению с используемыми обычно в технической литературе. Это вызвано тем, что собранные из различных публикаций термины плохо согласуются друг с другом, что неизбежно ведет к противоречиям в терминологической системе.

Теория преемственности представляет интересную и хорошо разработанную область теории конструирования /1 – 3/. Целесообразно изучать ее в техникумах. Второй и третий разделы пособия дают общие представления о преемственности технических систем и некоторых методах ее обеспечения. Большое внимание уделено методу проектирования по прототипу, широко используемому при создании новой техники. Начинающие конструкторы, как правило, именно с этого метода начинают освоение методов проектирования. Вариант метода проектирования по прототипу – базовый метод проектирования РЭС (метод БНК) – в пособии рассматривается в ряду общетехнических методов обеспечения преемственности конструкций изделий, основанных на принципах базового, группового и модульного проектирования /1 – 4/. Это еще одно отличие пособия от других работ по конструированию РЭС, в которых метод БНК обычно описывается как метод, применяемый исключительно лишь при конструировании РЭС.

В четвертом разделе пособия затронуты проблемы стандартизации размеров модулей РЭС, дан обзор основных применяемых в России стандартных систем размеров модулей и обращено внимание на серьезные недостатки государственной стандартизации размеров модулей РЭС в России. Отсутствие единой системы размеров и низкий технический уровень стандартов на БНК затрудняют обеспечение конструктивной совместимости и размерной взаимозаменяемости модулей РЭС /10, 11/. Молодым специалистам полезно знать не только положительные стороны тех объектов, которые они изучают, но и их недостатки.

Пятый раздел содержит обзор различных систем БНК. Приведены описания некоторых модификаций БНК типа «Надел», разработанных Нижегородским научно-исследовательским приборостроительным институтом «Кварц» для электронных средств измерений с конца шестидесятых годов прошлого века. Наиболее подробно рассмотрена последняя система этого института – система БНК «Надел-85», которая начала применяться с конца восьмидесятых годов и применяется в настоящее время /12/. Структура БНК «Надел» несколько отличается от структур других более распространенных БНК. Выбор для

подробного описания систем БНК «Надел» обусловлен не их техническими преимуществами, а большей доступностью информации об этих системах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом задача III этапа НИР «Наледь» решена и проект учебного пособия «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах. Использование базовых изделий и базовых конструкций при проектировании РЭС» подготовлен. Вместе с тем эта, видимо, первая попытка более или менее комплексного изложения для студентов основ теории и практики применения базовых изделий и конструкций еще раз выявила нерешенность многих вопросов конструирования РЭС: отсутствие теории конструирования РЭС, по крайней мере как учебной дисциплины, запущенность терминологического аппарата, низкий технический уровень стандартов на размеры модулей РЭС и размеров БНК РЭС и др. Решение всех этих проблем в проводимой НИР невозможно из-за ограниченности ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амиров Ю. Д. Научно-техническая подготовка производства. – М.: Экономика, 1989.
2. Амиров Ю. Д. Основы конструирования: Творчество, Стандартизация, Экономика. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
3. Амиров Ю. Д. Стандартизация и проектирование технических систем. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
4. Васильев А. Л. Модульный принцип формирования техники. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. Исследование конструкций несущих систем, электроустановочных изделий и других элементов РЭС. Составление комплекса методических пособий «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах»: Отчет о НИР «Наледь» (промежуточный № 1) / Нижегородский технический колледж (НТК); № ГР 01990006251; Инв. № 02200000313. – Н. Новгород, 1999.
6. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный № 1) / Закрытое акционерное общество «Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; Инв. № Г 36590. – Н. Новгород, 2000.
7. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный №2) / Закрытое акционерное общество «Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; Инв. № Г 37754. – Н. Новгород, 2001.

8. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный №3) / Закрытое акционерное общество «Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; Инв. № Г 37899. – Н. Новгород, 2002.

9. Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры: Учебник для техникумов. – М.: Высш. школа, 1989.

10. Бобков Н. М. Вопросы проектирования БНК электронных средств измерений // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 1998. – № 1.

11. Бобков Н. М. Проблемы стандартизации размеров модулей радиоэлектронных средств // Стандарты и качество. – 2000. – № 10.

12. Кварц: Электронные измерительные приборы: Юбилейный каталог. – Н. Новгород: Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт «Кварц», 1999.

Министерство образования Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
НИЖЕГОРОДСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ (НТК)

УТВЕРЖДАЮ
Директор НТК
_____ В. А. Самарцев
« _____ » _____ 2001 г.

КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ РЭС В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И БАЗОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЭС
Методическое пособие

Заместитель директора НТК по учебной работе _____ Л. М. Теплова
Разработал инженер ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна» (подпись) 20.12.2002 Н. М. Бобков

Нижний Новгород 2002

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений

Введение

1. Основные понятия, термины и определения
2. Общие представления о преемственности Т-систем и методах ее обеспечения
3. Некоторые методы обеспечения преемственности
 - 3.1. Базовый метод проектирования Т-систем
 - 3.2. Групповое проектирование Т-систем
 - 3.3. Модульное проектирование Т-систем
4. Проектирование несущих систем РЭС с использованием БНК
5. Примеры БНК РЭС

Список литературы

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БНК – базовые несущие изделия и/или базовые конструкции несущих изделий

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

КД – конструкторская документация

НИОКР – научно-исследовательские, аванпроектные и опытно-конструкторские работы

НИР – научно-исследовательская работа

ОКР – опытно-конструкторская работа

РЭС – радиоэлектронное средство

СРПП – Система разработки и постановки продукции на производство

ТЗ – техническое задание на НИОКР

Т-система – техническая система

ЭРЭ – электрорадиоэлементы

ВВЕДЕНИЕ

По своему устройству большинство современных РЭС представляют собой некоторый набор печатных узлов и ряд других, чаще всего унифицированных или покупных, ЭРЭ (трансформаторов, органов индикации, управления, подключения и т. д.), электрически связанных между собой тем или иным способом электромонтажа и объединенных в единое целое механической несущей системой. Конструирование РЭС включает в себя: проектирование несущей системы, компонование РЭС, конструирование электромонтажа (в настоящее время большей частью печатного) и непосредственное выполнение основного объема производственной КД. Проектирование несущей системы и компонование РЭС обычно тесно связаны и выполняются параллельно одним и тем же конструктором. По сложившемуся в радиопромышленности разделению труда на этого конструктора часто возлагается обязанность руководить работой бригады специалистов, выполняющих все конструирование РЭС. И конструирование электромонтажа и оформление КД, несмотря на большую трудоемкость, – рутинные процессы, и могут выполняться техническими исполнителями. А это значит, что при создании большинства современных РЭС квалифицированная конструкторская работа представляет собой конструирование их несущих систем.

Несущие системы РЭС крупносерийного или массового производства (например, бытовых), обычно проектируются индивидуально для каждого РЭС. Несущие системы РЭС, выпускаемых относительно небольшими сериями, проектируются на основе БНК. Применение БНК уменьшает затраты и время на разработку и подготовку производства, снижает трудоемкость изготовления и ремонта РЭС. В РЭС, конструирование которых ведется на основе модульного принципа, применение БНК, кроме того, помогает обеспечить совместимость и взаимозаменяемость модулей.

Существует многочисленная литература, в которой рассматриваются вопросы проектирования несущих систем РЭС, в том числе и на основе БНК (например, /3, 5 – 12, 15, 26, 32 – 37, 44, 47, 49, 57, 58, 62 – 64, 67/). Студенты и молодые специалисты испытывают трудности при использовании этой литературы из-за отсутствия общих представлений о проблеме у них самих и отсутствия единой системы понятий и терминов в литературе. В настоящем учебном пособии делается попытка изложить с общетехнических позиций основные вопросы применения БНК РЭС. Проектирование несущих систем РЭС на основе БНК здесь рассматривается как частный случай проектирования Т-систем вообще с использованием базовых изделий и базовых конструкций.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Конструирование Т-систем до настоящего времени не имеет удовлетворительной системы основных понятий и терминов. Ключевые для публикаций по конструированию слова «изделие», «конструкция», «проект», «разработка», «конструирование», «проектирование» в разных документах имеют разные значения. Даже термины «изделие» и «проект», стандартизо-

ванные ЕСКД и СРПП, часто используется в значениях, несоответствующих стандартизованному. Другие термины используются произвольно «на законных основаниях» – их общетехнические значения стандартами не установлены. В таблице 1.1 приведены термины и определения для основных понятий, которые будут использоваться в настоящем пособии. Значения некоторых из терминов, приведенных в этой таблице, отличаются от значений, которые эти термины имеют в существующей технической и нормативной литературе по конструированию.

Техническая система, изделие. Существуют два стандартных определения понятия «изделие». В соответствии с ГОСТ 15895 – 77 /25/ и з д е л и е – единица промышленной продукции, количество которой может измеряться в штуках или экземплярах. В публикациях по конструированию обычно приводится определение из ЕСКД (ГОСТ 2.101 – 68 /18/: и з д е л и е – любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Это определение неполное. В нем перечислены не все признаки понятия «изделие» по ЕСКД. Некоторые существенные признаки этого понятия устанавливаются из содержания стандартов. Предметы и наборы предметов являются изделиями в значении по ЕСКД, только в том случае, если для их изготовления необходим комплект КД и, как минимум, основной конструкторский документ, устанавливающий, помимо прочего, строгое и однозначное обозначение изделия. Изделия в значении по ЕСКД перед изготовлением необходимо конструировать. Таким образом, понятие «изделие» по ЕСКД имеет меньший объем, чем понятие «изделие» по ГОСТ 15895 – 77. В ЕСКД, например, не рассматриваются кондитерские изделия. Очевидно, что в конструировании это понятие следует использовать в соответствии с ЕСКД. Но использование определения понятия «изделия» из ЕСКД в отрыве от контекста стандартов ЕСКД часто приводит к ошибкам. То, что необходимым признаком изделия является наличие основного конструкторского документа, не всегда учитывается авторами работ по конструированию. Например, по определению из ГОСТ 26632 – 85 /32/ радиоэлектронное средство (РЭС) – изделие и его составные части, в основу функционирования которых положены принципы радиотехники и электроники. Но далеко не всякое РЭС представляет собой изделие. Так приведенная в приложении № 2 к ГОСТ 26632 – 85 в качестве примера РЭС аэродромная автоматизированная система управления воздушным движением, включающая наземные и бортовые радиоэлектронные средства, явно не является изделием в значении по ЕСКД.

В приведенном в таблице 1.1 определении понятия «изделие» в качестве первичного понятия используется понятие «система». Под системой в науке и технике обычно подразумевают совокупность взаимосвязанных элементов (предметов, явлений, знаний и т. д.), рассматриваемая в определенных условиях как нечто целое. Примеры систем: народное хозяйство страны, солнечная система, нервная система, система стандартов безопасности труда, самолет, алфавит и т. д.

Объектами конструирования в общем случае являются Т-системы. К Т-системам относятся и сложные технические объекты (например, ракетно-космические системы) и простейшие детали (например, гайки, винты, шайбы). Элементами ра-

кетно-космической системы являются ракета-носитель, космический корабль, стартовое оборудование, центр управления полетами и т. д. Элементами такой Т-системы как шайба можно считать поверхности, ограничивающие эту деталь.

Любое изделие представляет собой Т-систему, но не всякая Т-система является изделием. Например, будет ошибкой называть изделием систему пассажирского транспорта региона или систему автоподстройки частоты генератора. Не являются также изделиями, в большинстве случаев, несущие системы РЭС. Эти Т-системы не имеют обозначения, и их состав установлен не в спецификации. Но такие наборы предметов как мужской костюм, столовый сервиз (это тоже Т-системы!), если их состав и обозначения заданы спецификацией, следует относить к изделиям. Распространенная ошибка – наборы предметов, не соединенных между собой, не считаются изделиями, или считаются «неполноценными» или «незаконченными» изделиями.

Конструкция. В публикациях по конструированию этот термин используется в двух значениях. В первом значении слово «конструкция» служит для обозначения абстрактного отражения материального объекта (Т-системы, изделия), его идеальной (т. е. не материальной) модели, а не самого материального объекта. Пример – определения 1 – 3, заимствованные из публикаций, в которых слово «конструкция» используется в первом значении.

Определение 1. Конструкция – комплекс структур и состояний изделия; определяет класс некоторого множества изделий и тем самым устанавливает возможность существования или существование изделий с одинаковыми свойствами. Конструкция – это то, что ограничивает произвольность изготовления и в нужной мере определяет характеристики изделия; представляет собой продуманный комплекс свойств, которые должны быть приданы изделиям /39/.

Определение 2. По ГОСТ 14.004 – 74 /22/ конструкция – совокупность свойств изделия, характеризующая в общем случае составом его частей, назначением, взаимным расположением, формами и материалами составных частей и их соединением между собой.

Определение 3. Конструкция – представление (отображение или прообраз) упорядоченной в пространстве совокупности механически связанных между собой элементов Т-системы и представление допустимых строений (структур, признаков и параметров) каждого из этих элементов /69/.

Конструкция (в первом значении этого слова) определяет качество Т-системы как непосредственно путем установления эксплуатационных свойств, так и влиянием на качество изготовления путем установления производственных свойств (рисунок 1.1).

Во втором значении под конструкцией понимается материальный объект. Примеры – определения 4 и 5.



← Рисунок 1.1 – Влияние уровня качества конструкции Т-системы на уровень качества Т-системы

Определение 4. Конструкция – искусственно созданная человеком совокупность физических тел и веществ, предназначенная для выполнения заданных функций в установленных условиях /71/

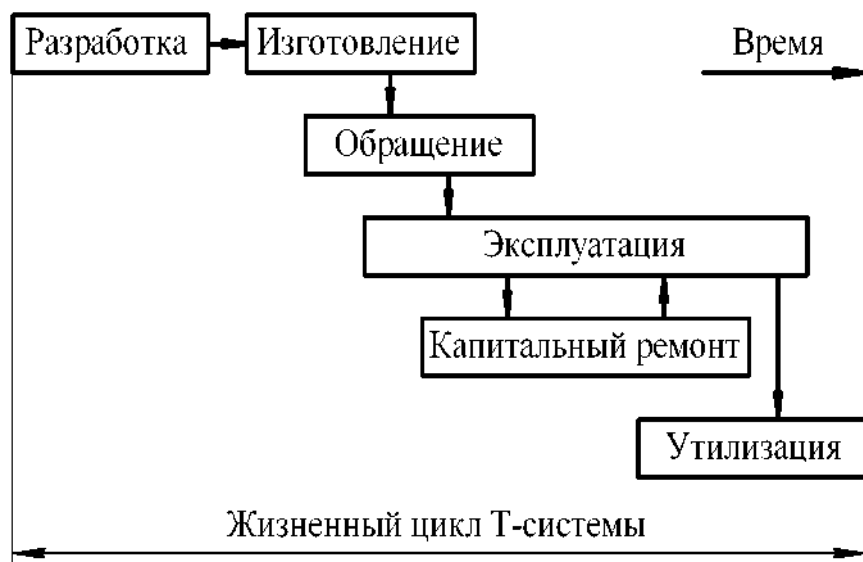
Определение 5. Конструкция катушки индуктивности – совокупность конструктивных деталей, обеспечивающих механическое скрепление частей катушки индуктивности, а также установку и электрический монтаж ее в блоке аппаратуры (ГОСТ 20718 – 74 /27/).

Наиболее наглядно неоднозначность слова «конструкция» проявляется в словосочетании «конструкция несущей конструкции», которое встречается в некоторых документах (в том числе и стандартах). В этом словосочетании первое слово «конструкция» имеет первое значение, второе слово «конструкция» – второе значение.

Принципы логики и нормы стандартизации терминологии /56/ не допускают многозначности слов в научно-технической терминологии. Особенно недопустима многозначность терминов в одном документе. Поэтому от использования слова «конструкция» в одном из значений необходимо отказываться. Так как слову «конструкция» в первом значении трудно подобрать замену, целесообразно отказаться от использования этого слова во втором значении. А это значит, что нельзя использовать такие распространенные термины как «несущая конструкция», «базовая несущая конструкция» и др., построенных на основе слова «конструкция» во втором значении. В этом пособии вместо термина «несущая конструкция» будет применяться его менее известный эквивалент – «несущая система» /9, 13, 38/. Аналогично термины «стальные конструкции», «алюминиевые конструкции» и т. д., применяемые для обозначения разновидностей несущих систем, будут заменяться тер-

минами «стальные несущие системы», «алюминиевые несущие системы» или (в тех случаях, когда это не будет приводить к недоразумениям) «стальные системы», «алюминиевые системы».

Разработка, конструирование, проектирование. Стандартизованных определений этих понятий нет. Содержание понятия «разработка» можно установить из текста документов ЕСКД (ГОСТ 2.103 – 68 /19/ и др.) и СРПП (ГОСТ Р 15.201 – 2000 и др. /17, 59/). Определение из /66/ «разработка продукции (разработка) – процесс создания образца и/или технической документации, необходимой для организации промышленного производства» соответствует ЕСКД и СРПП и может быть использовано вместо стандартизованного. Разработка представляет собой первую стадию жизненного цикла Т-системы (рисунок 1.2).

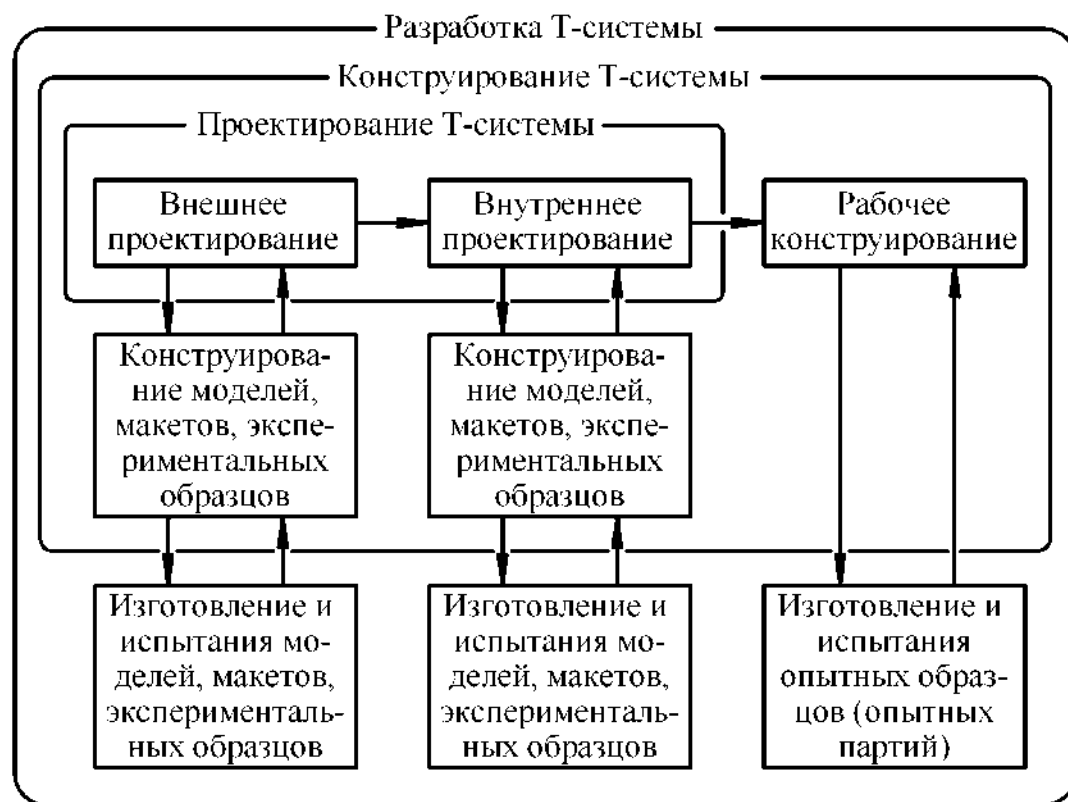


← Рисунок 1.2 – Стадии жизненного цикла Т-системы

Значения слов «конструирование» и «проектирование» стандартами не установлены, и эти слова используются произвольно в пределах даже одного документа. В некоторых публикациях конструирование считается частью процесса проектирования, в других проектирование – часть процесса конструирования, в /39/ конструирование – процесс, следующий за проектированием. Часто эти слова употребляются как синонимы. Дать однозначное, пригодное для всех случаев определение понятий, обозначаемых терминами «конструирование» и «проектирование» вряд ли возможно. Конкретное содержание этих понятий всегда будет зависеть от организации процесса разработки КД. Но в любом случае необходимо учитывать, что проект – это один из видов КД, и, если конструирование – часть процесса разработки КД, а проектирование – часть процесса

разработки проекта, то проектирование должно рассматриваться как часть конструирования (точнее, его начальная фаза), а не наоборот.

Принятое в некоторых публикациях разделение проектирования на внешнее и внутреннее логично, удобно и, поэтому используется в данном учебном пособии. А вот называть процесс разработки рабочей КД рабочим проектированием, как это часто делается, – ошибка, потому что рабочая КД не проект. Вместо термина «рабочее проектирование» здесь используется термин «рабочее конструирование». Примерное соотношение между понятиями «разработка», «конструирование», «проектирование» и их производными показано на рисунке 1.3. На рисунке 1.4 показано соотношение между этими понятиями и названиями официальных стадий НИОКР по созданию сложных образцов Т-систем. Термины «внешнее проектирование», «внутреннее проектирование» и «рабочее конструирование» на рисунке 1.4 использованы в качестве названий трех фаз, на которые согласно /1, 2/ делится процесс разработки Т-систем.



← Рисунок 1.3 – Примерное соотношение между понятиями «разработка», «конструирование», «проектирование»

Необходимо учитывать условность деления процесса разработки на фазы согласно рисунку 1.4:

во-первых, потому что на практике установить четкие границы между фазами нельзя; работы свойственные, например, внешнему проектированию иногда выполняются на заключительных стадиях разработки;

во-вторых, не все работы, проводимые на соответствующих официальных стадиях разработки, являются конструированием или проектированием. К таким работам не относятся, например, непосредственное изготовление и испытания макетов, экспериментальных и опытных образцов;

в-третьих, понятия «разработка», «конструирование» и др. применимы не только при официально проводимых НИ-ОКР, последовательность выполнения которых и изображена на рисунке 1.4, но и при неформальных разработках изделий, их составных частей, а также моделей или макетов этих изделий.



← Рисунок 1.4 – Схема деления стандартного процесса разработки на фазы

Использование термина «конструирование» при разработке РЭС имеет особенности по сравнению с использованием этого термина при создании других видов Т-систем. Разработка КД на РЭС включает в себя три основных относительно самостоятельных группы работ, требующих для выполнения разработчиков трех разных специальностей.

Первая группа – разработка электрических схем (по существу, схемотехническое конструирование).

Вторая группа – выбор компоновочно-силовой схемы и компонование РЭС, конструирование несущей системы и других механических элементов РЭС.

Третья группа – конструирование электромонтажа, включая конструирование печатных узлов, по разработанным в первой группе работ электрическим схемам.

Первую группу работ в радиопромышленности не принято называть конструированием, несмотря на то, что электрические схемы относят к конструкторским документам (так установлено в ЕСКД). Специалистов, выполняющих первую группу работ, не принято называть конструкторами, несмотря на то, что другого более подходящего должностного наименования для таких специалистов в /42/ не предусмотрено. Но при этом инженеров-схемотехников, руководящих разработками, называют все-таки главными конструкторами разработок. Такая непоследовательность в терминологии хотя и затрудняет применение общих положений теории конструирования Т-систем при разработке теоретических основ конструирования РЭС, но на производстве не вызывает каких-либо осложнений. В этом учебном пособии вопросы разработки электрических схем (схемотехническое конструирование) и конструирования электромонтажа не рассматриваются, и термин «конструирование РЭС» эквивалентен термину «конструирование несущей системы РЭС».

Базовые изделия, базовые конструкции, БНК. Термином «базовые несущие конструкции» (со словом «конструкция» во втором значении) или, сокращенно, БНК в настоящее время обозначают понятие с весьма неопределенным содержанием и объемом. Первым нормативным документом, установившим значение этого термина, был отраслевой стандарт ОСТ4 Г0.410.206 (редакция I – 78) /54/, определение из которого сформировало существующее до сих пор у большинства специалистов общее представление о базовых несущих конструкциях.

Определение 6. По ОСТ4 Г0.410.206 базовая несущая конструкция РЭС – несущая конструкция, предназначенная для разработки модификаций изделий РЭС.

Разработанный позднее государственный стандарт ГОСТ 26632 – 85 использует этот термин для обозначения понятия, в корне отличающегося от установленного в ОСТ4 Г0.410.206.

Определение 7. По ГОСТ 26632 – 85 базовая несущая конструкция – несущая конструкция, габаритные размеры которой стандартизованы.

Существенные признаки понятия, обозначаемого термином «базовая несущая конструкция» по определениям 6 и 7, полностью не совпадают. Новое значение термина настолько не соответствует давно сложившимся представлениям, что на

практике почти не используется. Большинство специалистов в области конструирования РЭС продолжают употреблять этот термин в прежнем значении. В /49/, например, к взятому из ГОСТ 26632 – 85 определению 7 приводятся дополнительные пояснения, возвращающие термину «базовая несущая конструкция» привычное значение по определению 6.

Примечание. Терминология по несущим системам РЭС, приведенная в приложении 1 к стандарту ГОСТ 26632 – 85, является оперативной и предназначена для использования только в этом стандарте. Поэтому использование термина БНК в значении, несоответствующем этому стандарту, не может рассматриваться как несоблюдение стандарта.

Из сравнения терминологий, применяемых в машиностроении и радиоаппаратостроении, видно, что понятие «базовая несущая конструкция» по ОСТ4 Г0.410.206 является родственным общетехническим понятиям «базовое изделие» и «базовая конструкция», (варианты – «базовая модель изделия», «базовый агрегат», «базовый образец военной техники»), имеющими значение «принятый за основу, являющийся образцом, типовой». В этом значении термины «базовое изделие», «базовая конструкция» и др. используются (или использовались) и в научно-технической литературе, например, в /1, 2, 14, 53, 65, 70/, и в нормативных документах, например, в /21, 29, 30/, и ряде военных стандартов. Определение из ГОСТ 2.116 – 84 «модификация изделия – разновидность изделия из семейства изделий, создаваемых изменением базового изделия с целью расширения или специализации сферы его использования» можно рассматривать как неявное общетехническое определение термина «базовое изделие».

Значение термина «базовая конструкция» зависит от значения слова «конструкция».

Определение 8. По ГОСТ 20718 – 74 базовая конструкция катушки индуктивности – единая конструкция катушки индуктивности с сердечником одной конструкции и размера, содержащая детали, применяющиеся во всех вариантах исполнения.

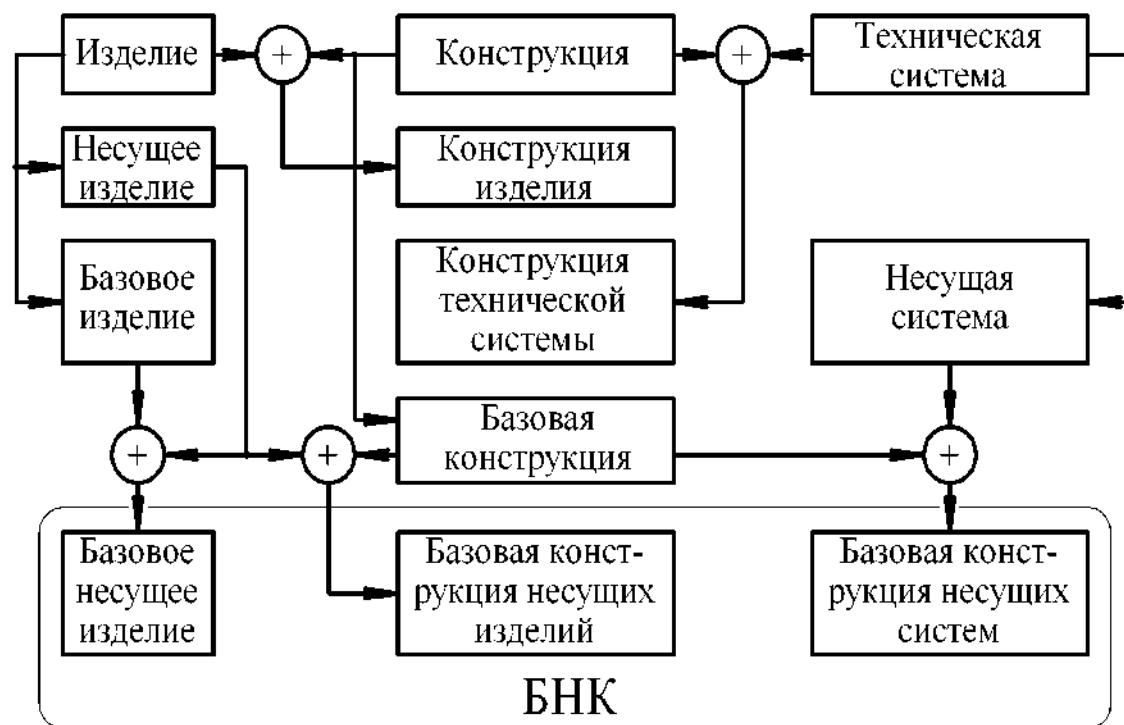
В этом определении слово «конструкция» в словосочетаниях «базовая конструкция» и «единая конструкция» имеет второе значение, что практически делает термин «базовая конструкция» синонимом термина «базовое изделие». В словосочетании «сердечник одной конструкции» слово «конструкция» имеет первое значение. Два значения одного термина в определении термина – логическое недоразумение.

В отмененном стандарте ГОСТ 23945.1 – 80 термин «базовая конструкция» использовался со словом «конструкция» в первом значении (по определению 2), что придавало этому термину иной смысл, чем термину «базовое изделие» по этому же стандарту. В связи с отказом от использования слова «конструкция» во втором значении, целесообразно вернуться к использованию терминов «базовое изделие» и «базовая конструкция» в значении по ГОСТ 23945.1 – 80.

Термин «базовая несущая конструкция» по ОСТ4 Г0.410.206 (определение 6) на практике обозначает понятие, являющееся объединением понятий, обозначаемых терминами «базовые несущие изделия» и «базовые конструкции несущих изде-

лий», представляющие собой разновидности базовых изделий и базовых конструкций по ГОСТ 23945.1 – 80. Поскольку в словосочетании «базовая несущая конструкция» слово «конструкция» имеет второе значение, от использования которого пришлось отказаться, применять это словосочетание в качестве термина нельзя. Вместо него здесь предлагается применять в качестве самостоятельного термина аббревиатуру БНК. Взаимосвязи между понятиями, относящимися к несущим системам и БНК, схематично изображены на рисунке 1.5 /9, 40, 50/.

Примечание. В некоторых документах вместо термина «базовая несущая конструкция» для обозначения аналогичного понятия используются термины «унифицированная типовая конструкция» /26, 72/ или «универсальная типовая конструкция» /62/ (УТК). Использование синонимов в терминологии нежелательно, и в этом пособии последние два термина не употребляются.



← Рисунок 1.5 – Логические взаимосвязи между основными понятиями, относящимися к несущим системам и БНК

Необходимо иметь в виду, что в документах по конструированию РЭС получили распространение и другие стандартные термины со словом «базовый», значения которых отличаются от значений похожих терминов, приведенных выше.

Определение 9. По ГОСТ 2.116 – 84 базовый образец – образец продукции, принятый для сравнения при оценке ее технического уровня и качества, характеризующий передовые научно-технические достижения на установленный период.

Определение 10. По ГОСТ 23887 – 74 /28/ базовая деталь (базовая сборочная единица) – деталь (сборочная единица), с которой начинают сборку изделия, к ней другие детали или сборочные единицы.

Применение в одной области науки похожих терминов, выражающих разные понятия, вызывает сложности в понимании текстов. Вполне возможно, что эти термины встретятся в одном тексте. Например, при проектировании нового базового изделия его придется сравнивать с другим базовым изделием, которое будет в этом случае представлять собой базовый образец в значении по определению 9. С БНК, выполненных в виде сборочных единиц, часто начинают сборку РЭС. Тогда эти БНК являются базовыми сборочными единицами и в значении по определению 10. Так как устранить сложившуюся многозначность слова «базовый» пока нет возможности, при работе с документами, в которых это слово используется, следует быть внимательным и уточнять его значение из контекста.

Очень неоднозначны распространенные термины «корпус», «каркас», «футляр», «шасси» и др., применяемые для обозначения разновидностей несущих изделий. Один и тот же термин в разных публикациях может использоваться для обозначения разных понятий, и, наоборот, разные термины в разных публикациях могут обозначать схожие понятия. Приведенные в таблице 1.1 определения этих терминов представляют собой обобщенные на любые виды изделий определения деталей из НГО.000.007 /48/.

Таблица 1.1 – Термины и определения основных понятий

Термин	Определение
Система	Совокупность связанных друг с другом элементов различной природы, рассматриваемое в данном исследовании как нечто целое
Техническая система Т-система	Система, искусственно созданная человеком из материалов и процессов природы на основе действующих в ней закономерностей с учетом достижений науки и техники с целью реализации определенных функций труда и жизнедеятельности человека /1/
Конструктивное решение Т-системы Конструктивное решение	Некоторое продуманное свойство Т-системы, которое должно быть придано Т-системе при изготовлении /13, 40, 51/
Конструкция Т-системы Конструкция	Полная совокупность конструктивных решений, отраженная в КД на Т-систему, необходимая и достаточная для однозначного изготовления Т-системы с заданными эксплуатационными характеристиками /3, 40, 51/

Продолжение таблицы 1.1

Термин	Определение
Изделие	Т-система, представляющая собой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии, конструкция и обозначение которой однозначно установлены конструкторской или другой технической документацией
Радиоэлектронное средство	Т-система, в основу функционирования которых положены принципы радиотехники и электроники
Несущая система РЭС Несущая система Ндп. <i>Несущая конструкция</i>	Т-система, образованная неподвижно соединенными между собой составными частями РЭС, воспринимающими и передающими к точкам крепления или точкам опоры РЭС усилия от веса и инерции частей РЭС, обеспечивающая заданное пространственное расположение частей РЭС при внешних воздействующих факторах с характеристиками, находящимися в пределах допустимых значений /13, 40, 51/
Несущее изделие РЭС Несущее изделие	Несущая система, состав и оформление КД на которую позволяют отнести ее к изделию одного из видов по ГОСТ 2.101 – 68 /13, 40, 51/
Каркас	Несущее изделие (несущая система), представляющее(ая) собой жесткую замкнутую или разомкнутую совокупность неподвижно соединенных между собой деталей и сборочных единиц, имеющих преимущественно форму стержней и пластин с элементами (отверстиями, отгибами, пазами и т. д.) для установки и крепления в нем (в ней) или на нем (на ней) составных частей РЭС /13/
Оболочка	Совокупность элементов (частей, поверхностей) изделия, окружающая его внутренние части и отделяющая их от внешней среды
Кожух	Коробчатое изделие, основное назначение которого состоит в реализации функций оболочки /13/
Корпус	Несущее изделие коробчатой формы, внутренняя полость которого имеет четко выраженные стенками границы и элементы (отверстия, отгибы, пазы и т. д.) для установки и крепления в ней составных частей РЭС /13/
Шасси	Несущее изделие, представляющее собой плоскую открытую со стороны дна коробку с элементами (отверстиями, отгибами, пазами и т. д.) для установки и крепления на ней составных частей РЭС /13/

Продолжение таблицы 1.1

Термин	Определение
Панель	Несущее изделие плоской формы (обычно в виде листа или пластины), предназначенное для размещения на нем органов управления, индикации и подключения
Кассета	Вставное коробчатое изделие, предназначенное для размещения ячеек и других ЭРЭ /54/
Футляр	Коробка с крышкой или без крышки для укладки и хранения одного или нескольких изделий, снабженная элементами для фиксации положения этих изделий
Разработка Т-системы (изделия) Разработка	Процесс создания образца и (или) технической документации, необходимой для организации серийного производства Т-системы (изделия) /51/
Конструирование	Комплекс работ по созданию конструкции Т-системы (изделия) и КД на него /51/
Проектирование	Начальная фаза конструирования, представляющая собой комплекс работ по созданию конструкции Т-системы (изделия) и проектной КД на него /51/
Внешнее проектирование	Процесс формирования исходных требований к Т-системе (изделию), включающий в себя выявление необходимой потребности в Т-системе (изделии), определение потребительских свойств и показателей качества, установление условий эффективного использования Т-системы (изделия) /51/
Внутреннее проектирование	Процесс поиска, обоснования и принятия конструктивных решений, дающих предварительное, принципиальное или окончательное представление об устройстве разрабатываемой Т-системы (изделия) /51/
Рабочее конструирование Ндп. <i>Рабочее проектирование</i>	Процесс разработки рабочей КД на основании проекта. /51/
Прототип	Т-система, предшествовавшая разрабатываемой (оцениваемой) и являющаяся наиболее близкой к ней по основным характеристикам (функциональному назначению, конструкции, производственным и другим данным), основные конструктивные решения которой используются в конструкции разрабатываемой Т-системы /52/
Базовое изделие	Изделие-прототип, основные части которого обязательны для применения в некоторой совокупности разрабатываемых изделий /52/

Окончание таблицы 1.1

Термин	Определение
Базовое несущее изделие РЭС Базовое несущее изделие	—
Базовая конструкция	Конструкция прототипа, основные конструктивные решения которой обязательны для применения при разработке конструкций некоторой совокупности изделий (Т-систем) /52/
Базовая конструкция несущих изделий (несущих систем) РЭС Базовая конструкция несущих изделий (несущих систем)	—
БНК РЭС БНК Ндп. <i>Базовая несущая конструкция, унифицированная типовая конструкция, универсальная типовая конструкция</i>	Базовое несущее изделие и/или базовая конструкция несущих изделий (несущих систем) РЭС /13/
Унификация	Выбор оптимального числа разновидностей продукции, процессов и услуг, значений их параметров и размеров /16/
Унификация изделий	Приведение изделий к единообразию на основе установления рационального числа их разновидностей /29/
Совместимость	Пригодность продукции, процессов, услуг к совместному, не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований /16/
Взаимозаменяемость	Пригодность одного изделия, процесса, услуги для использования вместо другого изделия, процесса, услуги в целях выполнения одних и тех же требований /16/

Примечание. В таблице применены условные обозначения, обычные для стандартов, устанавливающих терминологию: основные термины набраны полужирным шрифтом; краткие формы терминов, которые можно применять в случаях, исключающих возможность их неправильного толкования, набраны светлым шрифтом; nereкомендуемые синонимы обозначены «Ндп» и набраны курсивом. В случаях, когда существенные признаки понятия содержатся в буквальном значении термина, определение в таблице не приведено.

2. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРЕЕМСТВЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ Т-СИСТЕМ И МЕТОДАХ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Промышленная разработка любой Т-системы начинается с поиска и изучения аналогов – находящихся в производстве или разработке отечественных или зарубежных Т-систем, предназначенных для удовлетворения тех же или похожих потребностей, что и разрабатываемая Т-система.

Примечание. При оценке технического уровня продукции аналогом называют продукцию отечественного или зарубежного производства, подобную сравниваемой продукции, обладающую сходством функционального назначения и условий применения (ГОСТ 2.116 – 84).

Разработка новой Т-системы в отсутствии аналогов, рассматриваемая в некоторых публикациях по конструированию, представляет собой теоретическую абстракцию. На практике более или менее близкие аналоги существуют всегда. Любая Т-система, даже самая оригинальная по конструкции и назначению, содержит научно-технические решения, заимствованные из других ранее созданных Т-систем. Если отсутствуют промышленно изготавливаемые аналоги, то существуют аналоги в виде экспериментальных образцов, созданных в ходе поисковых НИР или разработок аванпроектов. Аналогами могут быть Т-системы, информация о которых содержится в описаниях изобретений. Если отсутствуют аналоги Т-системы в целом, то существуют аналоги ее основных составных частей. Аналогом может служить совокупность нескольких Т-систем, выполняющая ту же функцию, что и разрабатываемая система. Поиск и изучение аналогов часто представляет собой сложную в организационном и техническом отношении задачу, во многом определяющую ход дальнейшей разработки Т-системы, но никогда в ТЗ на разработку не ставится задача изобрести новую Т-систему. Наоборот, нередки случаи, когда задача разработки состоит в воспроизведении (копировании) существующей Т-системы.

Использование при проектировании конструкции новой Т-системы опыта создания и применения Т-систем, существовавших до нее, или опыта создания совместно с ней разрабатываемых Т-систем называют преемственностью конструкций.

По /1, 2/ преемственность конструкции Т-системы представляет собой совокупность свойств Т-системы, выражающих ее технологичность с точки зрения единства изменяемости и повторяемости принятых в ее конструкции научно-технических решений. При обеспечении технологичности Т-системы учитываются две группы свойств, характеризующих ее преемственность:

совокупность свойств, определяющих конструктивную преемственность Т-системы и характеризующих единство повторяемости в ней компонентов (элементов и связей между ними), относящихся к множеству исполнений Т-системы, и применимости новых компонентов, новизна которых обусловлена функциональным назначением Т-системы;

совокупность свойств, определяющих технологическую преемственность Т-системы, т. е. единство изменяемости и повторяемости технологических методов выполнения, поддержания и восстановления компонентов исполнения, которые обладают в ней качественной определенностью.

Для повышения эффективности конструкторских работ важным является сознательное использование при конструировании Т-систем принципа целесообразной преемственности, который заключается в том, что в конкретных условиях развития техники и производства существуют наиболее целесообразные в техническом и экономическом отношении пропорции изменяемых и повторяемых признаков (параметров и компонентов) Т-системы /1/.

Один из методов обеспечения преемственности - унификация. При конструировании Т-систем следует различать унификацию Т-систем по составным частям (по ГОСТ 23945.0 – 80) – приведение Т-систем к единообразию на основе установления рационального числа их разновидностей и унификацию Т-систем по конструктивным решениям – приведение конструктивных решений изделий (Т-систем) к единообразию на основе установления рационального числа их разновидностей.

Согласно ГОСТ 23945.0 – 80 унифицированная составная часть данной группы изделий – взаимозаменяемая составная часть двух или более изделий данной группы или комплекса.

Будем называть унифицированным конструктивным решением данной группы изделий конструктивное решение, применяемое в двух или более изделиях данной группы или комплекса.

Экономический эффект от унификации Т-систем при их разработке и изготовлении достигается за счет:

уменьшения расходов на разработку, учет, хранение и обращение конструкторских и технологических документов;

уменьшение трудоемкости изготовления составных частей Т-систем при уменьшении числа их разновидностей и увеличении объемов производства каждой разновидности;

уменьшения числа разновидностей специального инструмента и оснастки, необходимых для изготовления составных частей Т-систем, и более полного использования ресурса инструмента и оснастки;

облегчения снабжения производства материалами, полуфабрикатами и комплектующими изделиями;

более рационального использования площадей складов из-за уменьшения числа разновидностей объектов хранения.

Наиболее производительное современное оборудование требует для изготовления каждой детали (заготовки или операции) дорогостоящего специального инструмента или приспособлений (штампов, пресс-форм и т. д.). Проектирование и изготовление такого инструмента становится выгодным при изготовлении в нем некоторого минимально необходимого количества деталей (обычно несколько десятков или сотен). Оптимальным с экономической точки зрения является использование инструмента до полного износа, который наступает после изготовления от нескольких тысяч до нескольких миллионов (в зависимости от технологии изготовления деталей и конструкции инструмента) деталей. Необходимость проектирования и изготовления инструмента увеличивает сроки подготовки производства новых изделий. Чем больше в новом изделии используется составных частей из уже освоенных изделий, тем меньше потребность в проектировании и изготовлении нового инструмента.

Чем больше партии материалов (полуфабрикатов, комплектующих изделий) получает завод, тем дешевле они обходятся. Заводы-поставщики обычно устанавливают минимальные партии товаров, которые они отгружают потребителям. Купить материал в количестве меньше минимальной партии отгрузки очень сложно.

Все это указывает на экономическую выгоду для завода-изготовителя от крупносерийного и массового производства изделий. В тех случаях, когда небольшая потребность в некотором специфицированном изделии не позволяет увеличить объемы его производства, есть возможность с помощью унификации увеличить объемы производства многих его составных частей.

Снижение трудоемкости изготовления изделия от увеличения объемов производства можно оценить по эмпирической формуле /4/

$$T = T_0 \left(\frac{N_0}{N} \right)^x,$$

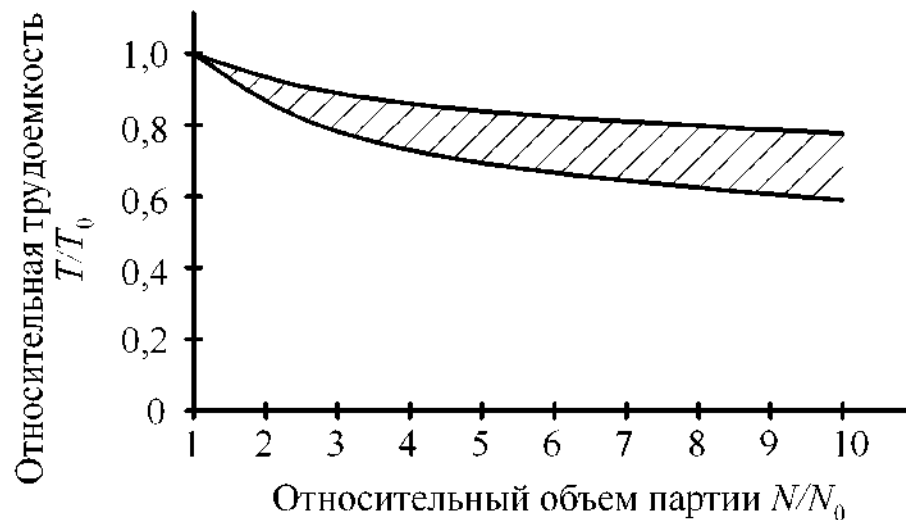
где T – трудоемкость изготовления изделия при объеме партии в N штук;

T_0 – трудоемкость изготовления изделия при объеме партии в N_0 штук;

x – показатель степени, равный $0,11 - 0,23$.

График снижения трудоемкости при увеличении объема выпуска изделий, построенный на основании этой формулы, приведен на рисунке 2.1.

Экономический эффект от унификации изделий может достигаться и при их эксплуатации, прежде всего, за счет облегчения снабжения запасными частями.



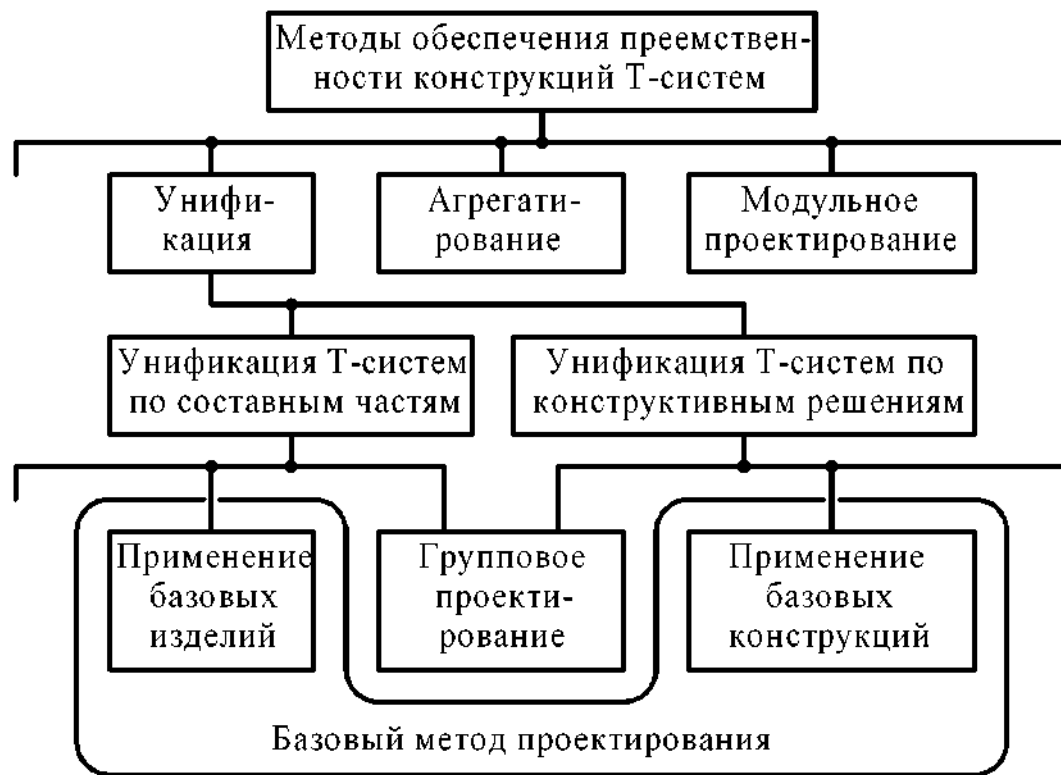
← Рисунок 2.1 – График снижения трудоемкости изготовления изделия при увеличении объема партии

В некоторых публикациях и нормативных документах унификация рассматривается как единственный способ обеспечения преемственности /23, 45/. По ГОСТ 14.004 – 83 /23/:

конструктивная преемственность изделия (конструктивная преемственность) – совокупность свойств изделия, характеризующих единством повторяемости в нем составных частей, относящихся к изделиям данной классификационной группы, и применимости новых составных частей, обусловленных его функциональным назначением.

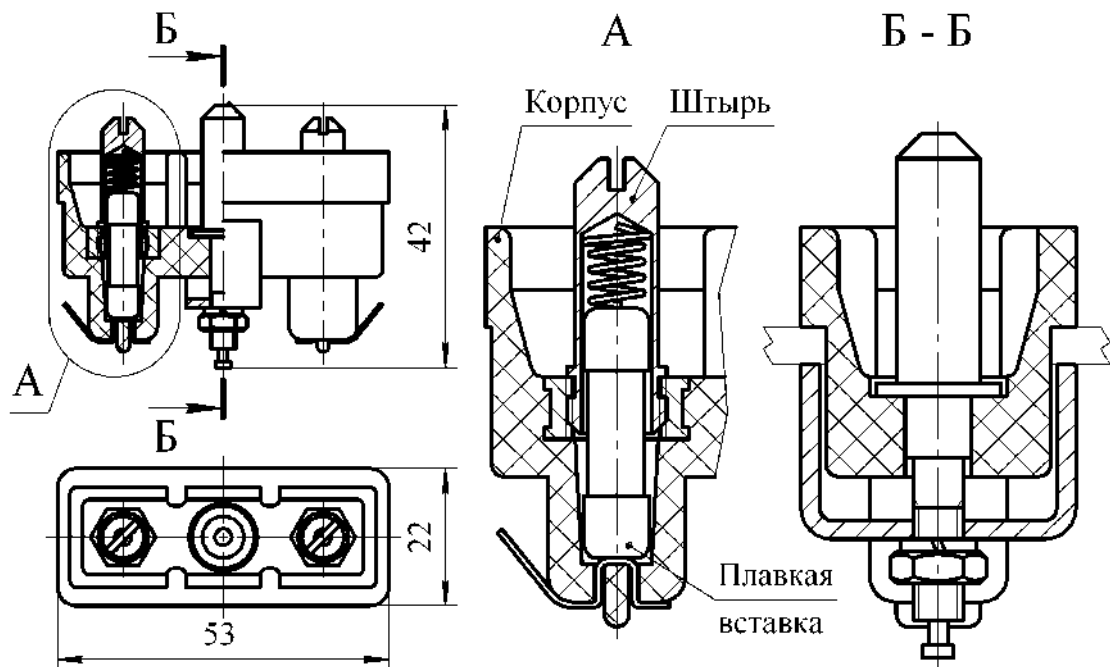
технологическая преемственность изделия (технологическая преемственность) – совокупность свойств изделия, характеризующих единство применяемости и повторяемости технологических методов выполнения составных частей и их конструктивных элементов, относящихся к изделиям данной классификационной группы.

В значении по ГОСТ 14.004 – 83 конструктивная преемственность практически сводится к унификации изделий по ГОСТ 23945.0 – 80. В понятие преемственность по этому стандарту не включена унификация конструктивных решений, а также более сложные вопросы преемственности, не связанные с унификацией. Это неоправданно сужает объем понятия. В этом пособии унификация рассматривается как один из основных (но не единственный) практических методов обеспечения преемственности (рисунок 2.2).

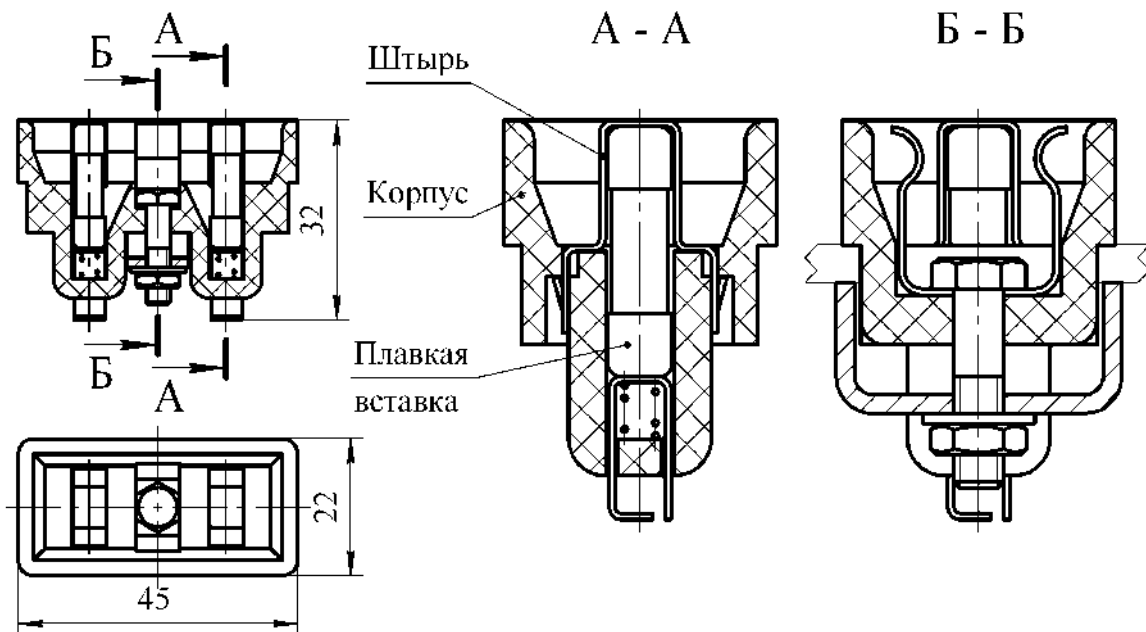


← Рисунок 2.2 – Методы обеспечения преемственности конструкций Т-систем

Преемственность между Т-системами может существовать и без унификации. На рисунках 2.3 и 2.4 изображены конструкции двух вилок, предназначенных для подключения шнуров сетевого электропитания к переносным РЭС. Вилка, изображенная на рисунке 2.4, разрабатывалась для замены вилки, изображенной на рисунке 2.3, и по своей структуре и принципу работы сохраняет с ней преемственность. Но очевидно, что унификации между этими вилами нет.



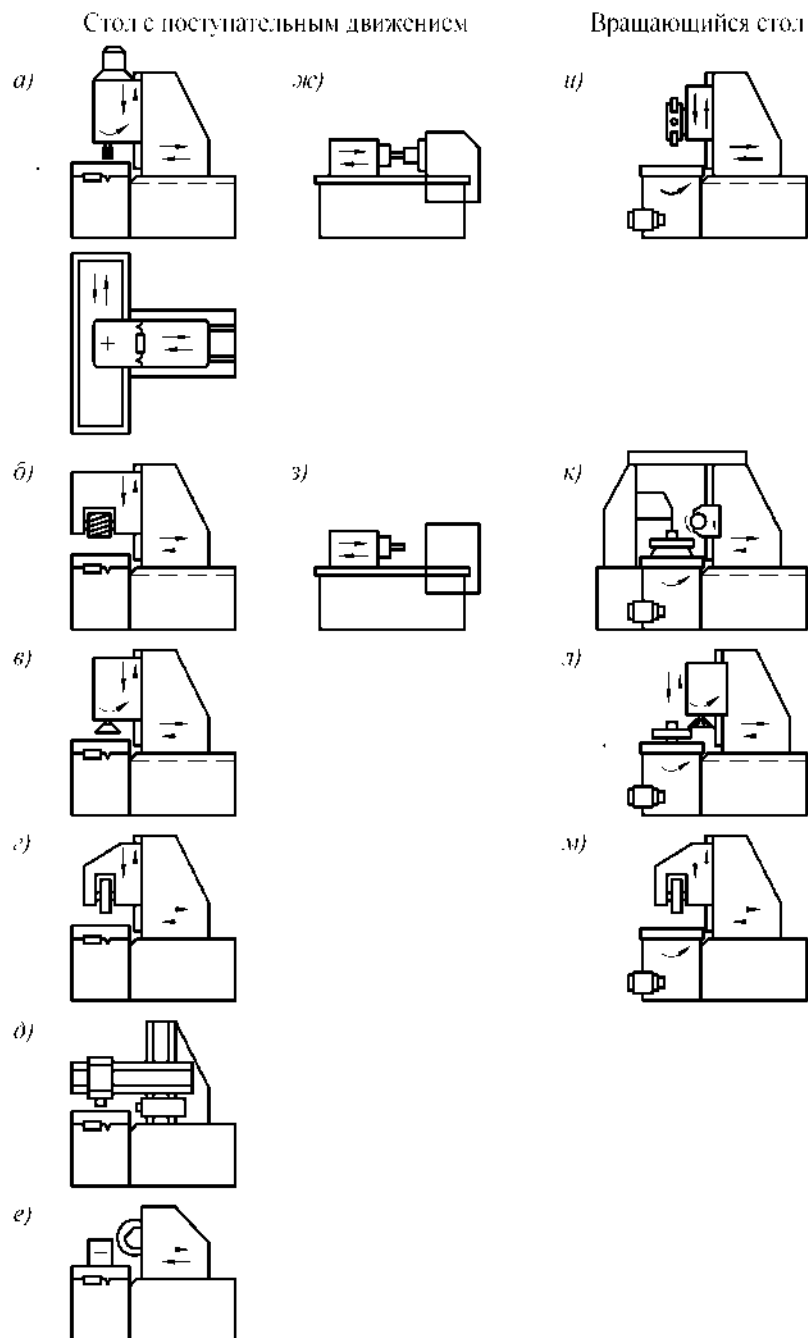
← Рисунок 2.3 – Вилка электрического соединителя для подключения сетевого шнура к электроприборам



← Рисунок 2.4 – Вилка электрического соединителя, спроектированного для замены соединителя, вилка которого изображена на рисунке 2.3

Методы обеспечения преемственности Т-систем подробно рассмотрены в /1, 2, 70/. В этом пособии рассматриваются еще два из них – агрегатирование и модульное проектирование. По ГОСТ 23945.2 – 80 /30/ агрегатирование – метод конструирования изделий на основе применения стандартных и унифицированных составных частей путем изменения характера их соединений и пространственного сочетания применительно к заданным условиям. В /70/ приведено следующее определение: агрегатирование – объединение взаимосвязанных составных частей изделия в более крупную составную часть – агрегат для применения как неделимого целого. В этом пособии под агрегатированием будет пониматься метод проектирования Т-систем, основанный на членении проектируемой Т-системы на агрегаты, допускающие многократное использования при создании модификаций этой Т-системы или при проектировании других Т-систем, и применении ранее созданных агрегатов. Пример использования метода агрегатирования при создании различных станков показан на рисунке 2.5 /46/.

Примечание. В соответствии с ГОСТ 23887 – 79 агрегат – сборочная единица, обладающая полной взаимозаменяемостью, возможностью сборки отдельно от других составных частей изделия или изделия в целом и способная выполнять определенную функцию в изделии и самостоятельно. Для сравнения: узел – сборочная единица, которая может собираться отдельно от других составных частей изделия или изделия в целом и выполнять определенную функцию в изделиях одного назначения только совместно с другими изделиями.



← Рисунок 2.5 – Схема создания станков агрегатированием:

- а)* вертикально-фрезерный;
- б)* горизонтально-фрезерный;
- в)* плоскошлифовальный (торцом круга);
- г)* плоскошлифовальный (периферией круга);
- д)* продольнострогальный;
- е)* круглошлифовальный;
- ж)* внутришлифовальный;
- з)* алмазносточной;
- и)* карусельный;
- к)* зубофрезерный;
- л)* зубодолбежный;
- м)* плоскошлифовальный с вращающимся
СТОЛОМ

С агрегатированием знаком каждый. Все жилища современного человека представляют собой Т-системы, созданные агрегатированием (обычно самими жильцами) из унифицированных предметов мебели, бытовой техники и т. д.

Агрегатирование применяется и при создании РЭС. На рисунке 2.6 изображены технологические радиоэлектронные системы, созданные с применением этого метода. Примеры РЭС, созданных с применением агрегатирования, можно найти в /41/.



← Рисунок 2.6 – Технологическая радиоэлектронная система, созданная с использованием агрегатирования

Агрегатирование обеспечивает возможность унификации Т-систем на уровне относительно крупных и сложных в изготовлении сборочных единиц. Технико-экономическая эффективность агрегатирования заключается в резком сокращении затрат на конструкторскую и технологическую подготовку производства новых Т-систем, улучшении условий ремонта (применении так называемого агрегатного ремонта), увеличении серийности унифицированных составных частей и в повышении их качества.

Дальнейшим развитием агрегатирования является модульное проектирование, который заключается в создании Т-систем из набора модулей – агрегатов, унифицированных между собой по форме и сопрягаемым размерам.

3. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ

3.1. БАЗОВЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ Т-СИСТЕМ

Термины «прототип», «базовое изделие» и «базовая конструкция», часто встречающиеся в литературе по конструированию Т-систем, не имеют единого, всеми признанного значения. Часто они используются как синонимы. Приведенные в таблице 1.1 определения этих терминов составлены таким образом, чтобы из множества значений выбрать те, которые позволяют закрепить за каждым из них строго определенное понятие и избежать как полисемии, так и синонимии.

Метод проектирования, основанный на использовании при разработке новой конструкции хорошо зарекомендовавших себя конструктивных решений и составных частей прототипов, будем называть методом прототипа [61].

Этот метод относительно прост, и его использование сокращает время на создание новых Т-систем за счет: исключения (как правило) из подготовительной фазы разработки Т-систем трудоемких НИР и аванпроектных работ; сокращения количества необходимых стадий при выполнении фазы проектирование; уменьшения времени на поиск и проверку конструктивных решений; сокращения объема и сроков разработки рабочей КД; уменьшения объемов доводочных испытаний.

Метод прототипа используется и при создании принципиально новых Т-систем:

- при разработке тех составных частей, для которых имеются прототипы;
- при совершенствовании на последующих стадиях работы удачных конструктивных решений, созданных на начальных стадиях.

Прототипы имеются не у каждой новой Т-системы. Часто разработка ведется в отсутствии подходящих прототипов. В некоторых случаях разработчики новой Т-системы намеренно не используют конструктивные решения прототипа, например с целью обеспечения патентной чистоты или повышения конкурентоспособности. Но метод проектирования по прототипу обязательно используется как основной при модернизации, модифицировании и совершенствовании Т-систем (изделий).

М о д е р н и з а ц и я представляет собой создание изделия (Т-системы) с улучшенными свойствами ограниченным изменением исходного (устаревшего) изделия и взамен его. Изделие, полученное в результате модернизации, называют м о д е р н и з и р о в а н н ы м и з д е л и е м .

Модифицирование – создание изделия, однородного с исходным (базовым), но с другой областью применения, ограниченным изменением выпускаемого изделия. Изделие, полученное в результате модифицирования, называют **модификацией**. Совокупность исходного (базового) изделия и его модификаций образует **семейство изделий**.

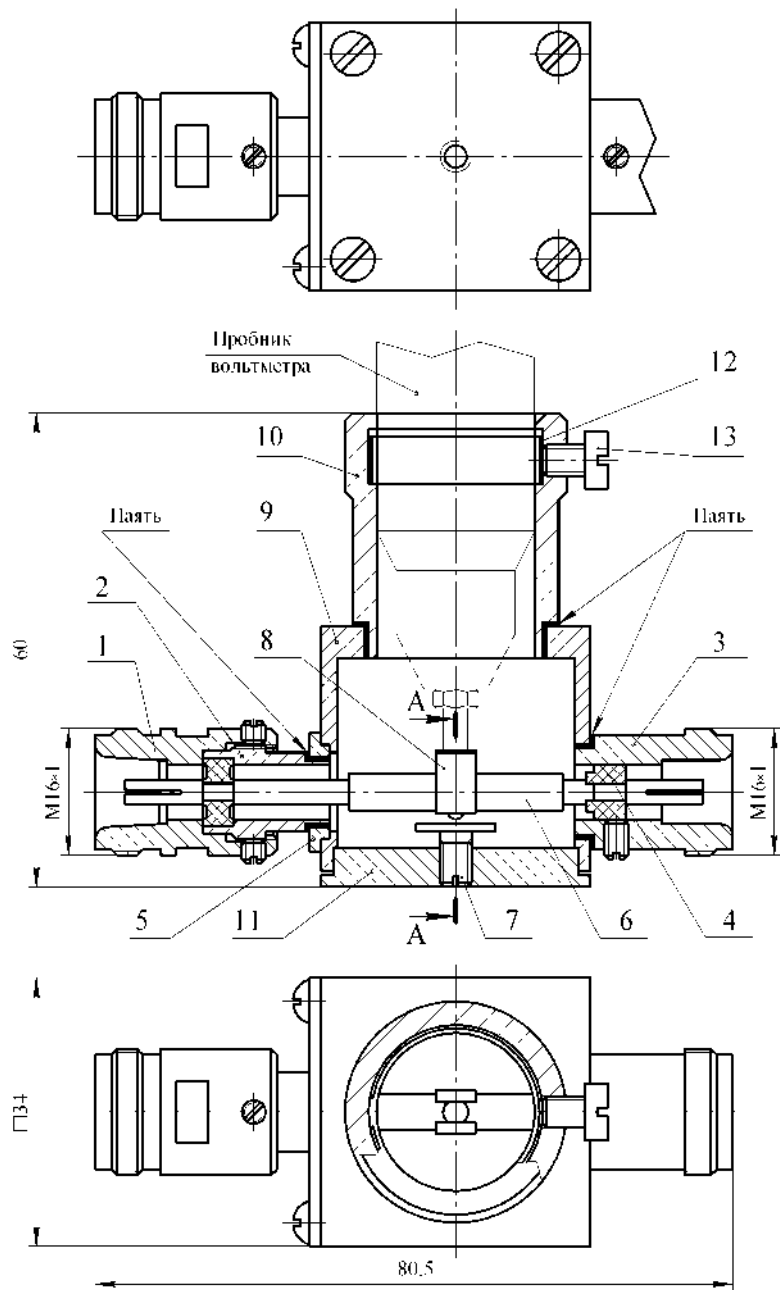
Совершенствование изделия – изменение изделия, повышающее эффективность ее производства или применения без существенного изменения основных показателей выпускаемого изделия. Изделие, полученное в результате совершенствования, называют **усовершенствованным изделием**.

Качественные признаки модернизации, модифицирования и совершенствования приведены в таблице 3.1 /40, 60/. Признаки 3 и 4 являются главными.

Таблица 3.1 – Качественные признаки модернизации, модифицирования и совершенствования изделий

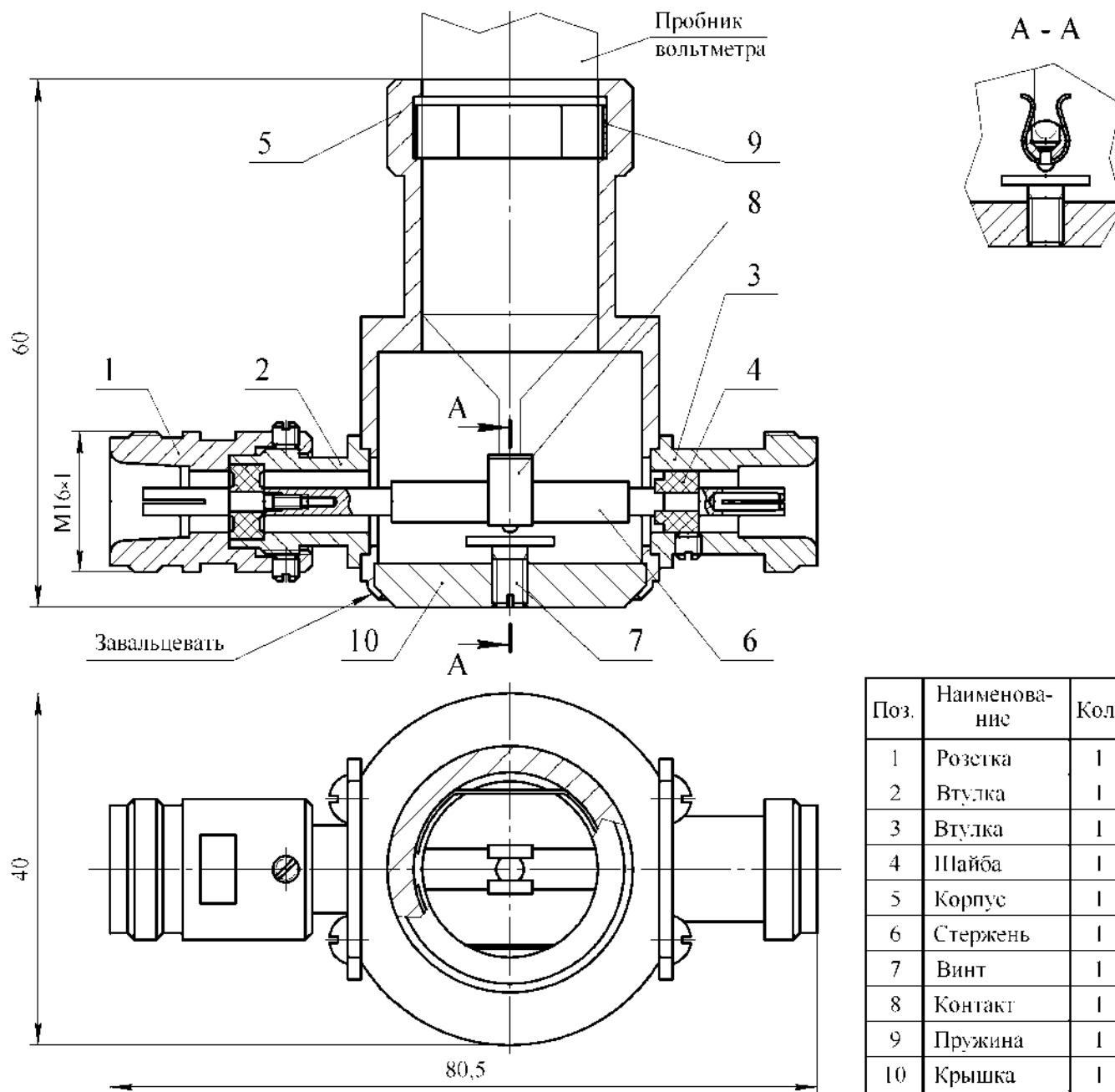
Признак	Изменение признака при		
	модернизации	модифицировании	совершенствовании
1. Область применения	Сохраняется	Изменяется	Сохраняется
2. Технический уровень	Повышается	Сохраняется	Сохраняется
3. Производство исходной продукции	Прекращается	Продолжается	Продолжается с внесенными изменениями
4. Взаимозаменяемость основных составных частей	Нарушается	Нарушается	Сохраняется
5. Технические условия	Заменяются	Дополняются	Остаются без изменений (как правило)
6. Обозначение	Присваивается новое путем добавления, например, букв М при первой модернизации, 2М – при второй и т. д.	Присваивается новое путем добавления букв А, Б и т. д., или цифр 01, 02 и т. д.	Остается без изменения

Примеры изделий, созданных модернизацией и модифицированием, приведены на рисунках 3.1 – 3.3 /52/.

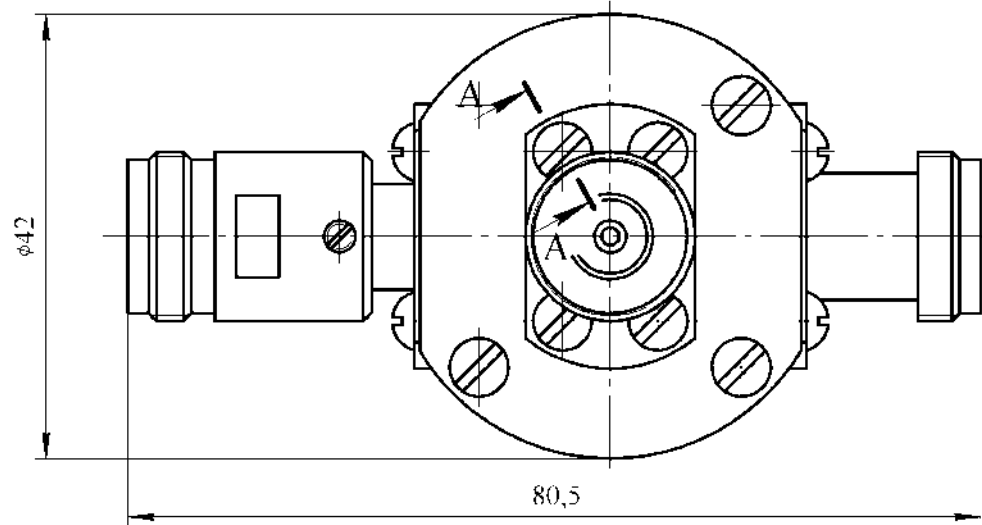
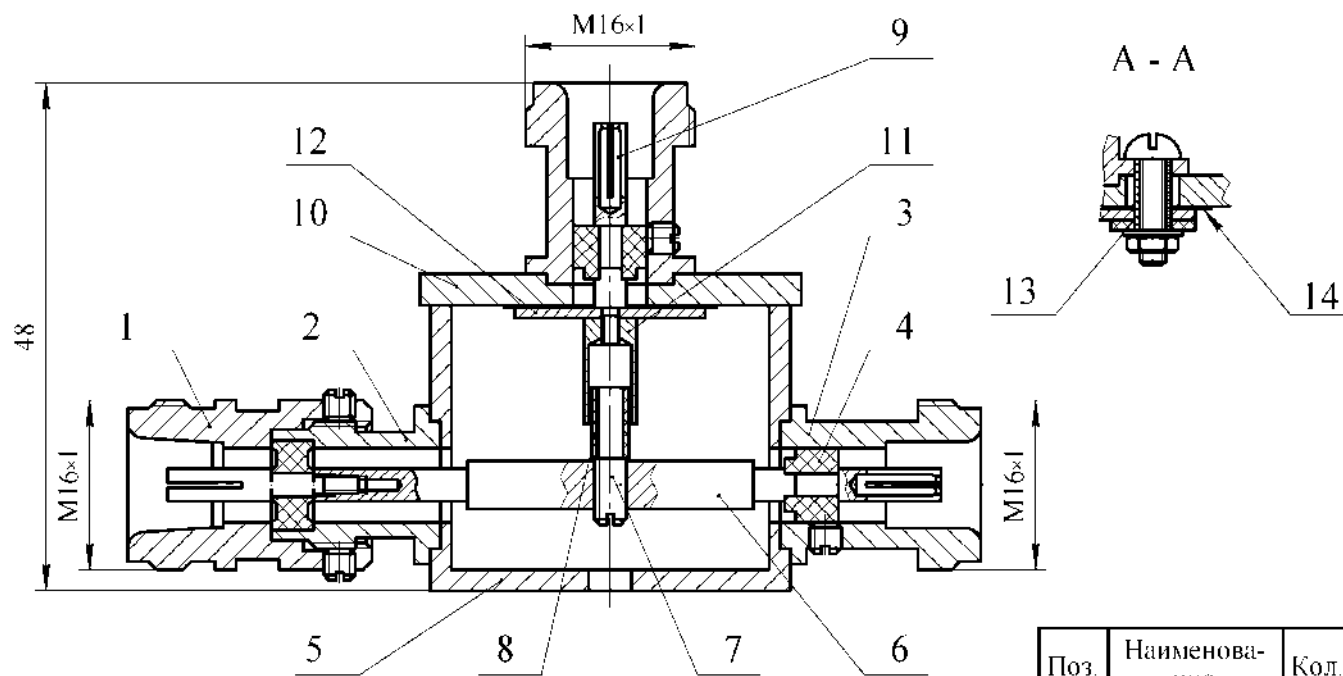


Поз	Наименование	Кол
1	Розетка	1
2	Втулка	1
3	Втулка	1
4	Шайба	1
5	Фланец	1
6	Стержень	1
7	Винт	1
8	Контакт	1
9	Корпус	1
10	Втулка	1
11	Крышка	1
12	Пружина	1
13	Винт	1

← Рисунок 3.1 – Тройник (прототип тройника, изображенного на рисунке 3.2)



← Рисунок 3.2 – Тройник (модернизация тройника, изображенного на рисунке 3.1)



Поз.	Наименование	Кол.
1	Розетка	1
2	Втулка	1
3	Втулка	2
4	Шайба	2
5	Корпус	1
6	Стержень	1
7	Вит	1
8	Изолятор	1
9	Контакт	1
10	Крышка	1
11	Втулка	1
12	Шайба	1
13	Изолятор	4
14	Изолятор	1

← Рисунок 3.3 – Тройник (модификация тройника, изображенного на рисунке 3.2)

Частный случай метода проектирования по прототипу – базовый метод проектирования, в основе которого лежит принцип базового проектирования, сформулированный в /1, 2/.

Принцип базового проектирования заключается в таком комплексном подходе к проектированию Т-системы, при котором разработчик группы исполнений системы выделяет какое-либо исполнение в качестве предпочтительного (базового), а морфологическое описание базового исполнения признается типовым для последующего описания остальных исполнений группы.

Примечание. Морфологическое описание изделия – описание устройства изделия, его состава и структуры. Следует отличать от функционального описания, характеризующего изделие путем указания его параметров, принципа действия и т. д.

Базовый метод проектирования применяется в двух вариантах. Первый вариант состоит в использовании базового изделия, второй – в использовании базовой конструкции.

Базовое изделие – изделие-прототип, основные части которого обязательны для применения в некоторой совокупности разрабатываемых изделий.

Базовая конструкция – конструкция прототипа, основные конструктивные решения которой обязательны для применения при разработке конструкций некоторой совокупности изделий.

В литературе и нормативных документах различия между двумя вариантами базового метода проектирования обычно не делают (исключение – отмененный ГОСТ 23945.1 – 80). Эти различия состоят в следующем:

базовое изделие обеспечивает разработку модификаций за счет дополнительного присоединения, снятия, замены или изменения пространственного сочетания различных составных частей. Это изделие является основной составной частью модификации, включается в спецификацию модификации как примененная сборочная единица (деталь, комплекс, комплект) и изготавливается по своему комплекту конструкторских документов. Примером может служить ряд хорошо известных переключателей, разработанных на основе базового изделия – микрокнопки. Некоторые представители этого ряда изображены на рисунке 3.4 /12/;

базовая конструкция устанавливает количественные и качественные характеристики по каждому конкретному изделию ряда относительно размеров, форм, материалов, составных частей и их соединений между собой. Конструкторская документация, содержащая информацию о базовой конструкции, используется не для изготовления по ней изделий, а как образец для разработки конструкторской документации модификации, по которой модификация и должна изготавливаться. В отличие от базового изделия из базовой конструкции заимствуются не материальные объекты – изделия, а идеальные – конструктивные решения. Пример использования конструкции одного изделия – запора для легких дверей – в качестве базового

вой для проектирования модификаций этого запора приведен на рисунке 3.5 /12/. Другой пример – базовая конструкция кассеты, на основе которой проектируются кассеты для крепления печатных плат в некоторых РЭС (рисунок 3.6) /12/.

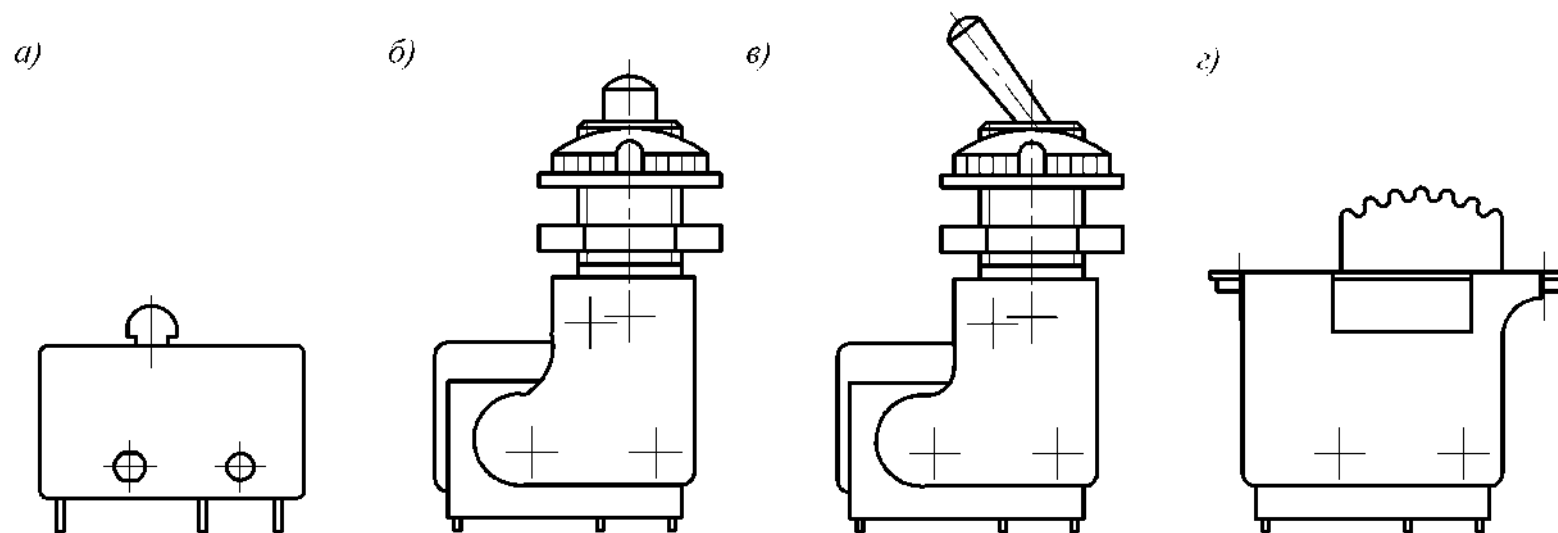


Рисунок 3.4 – Базовое изделие (а) и его модификации (б – з)

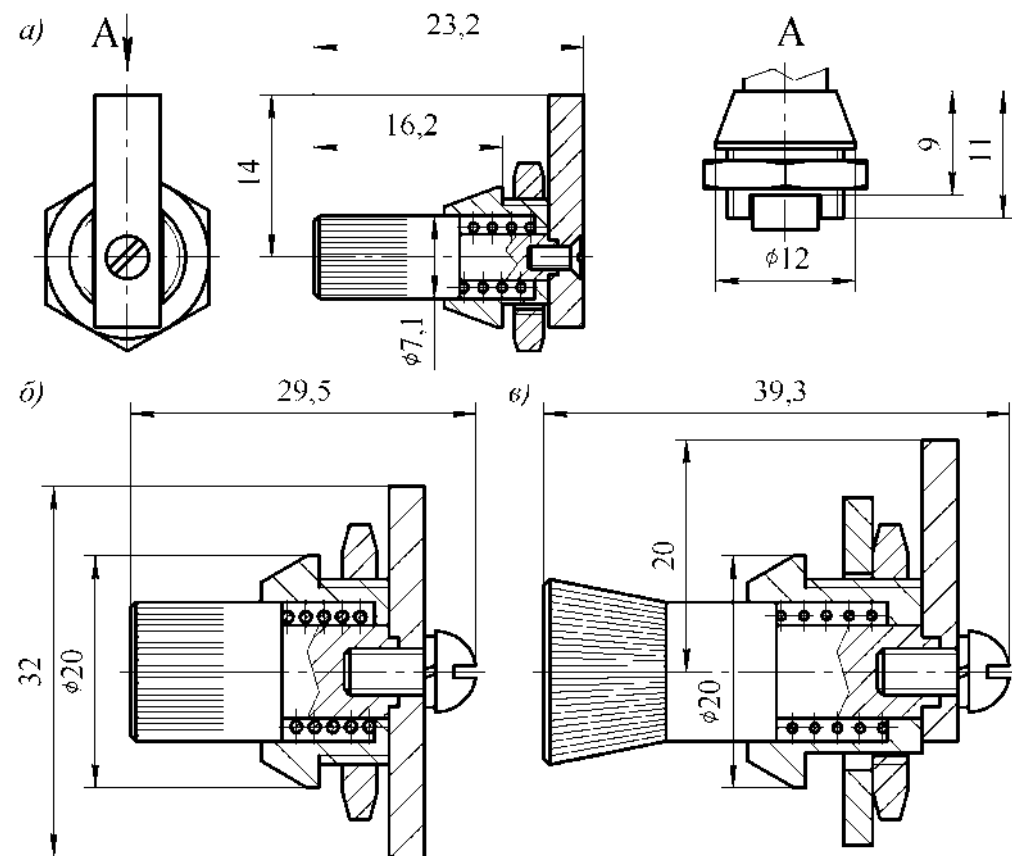


Рисунок 3.5 – Запоры. Изделие базовой конструкции (а) и его модификации (б, в)

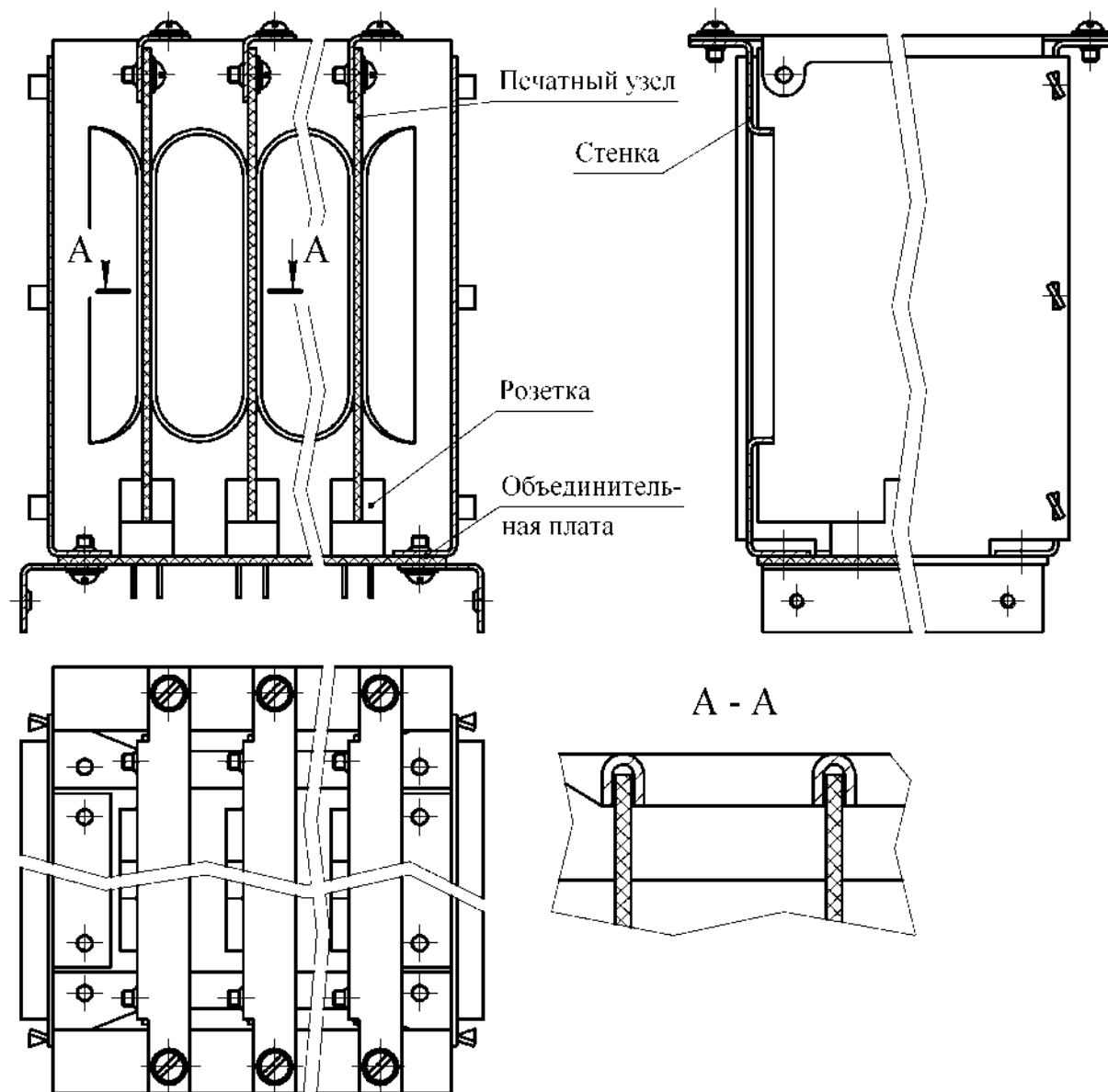
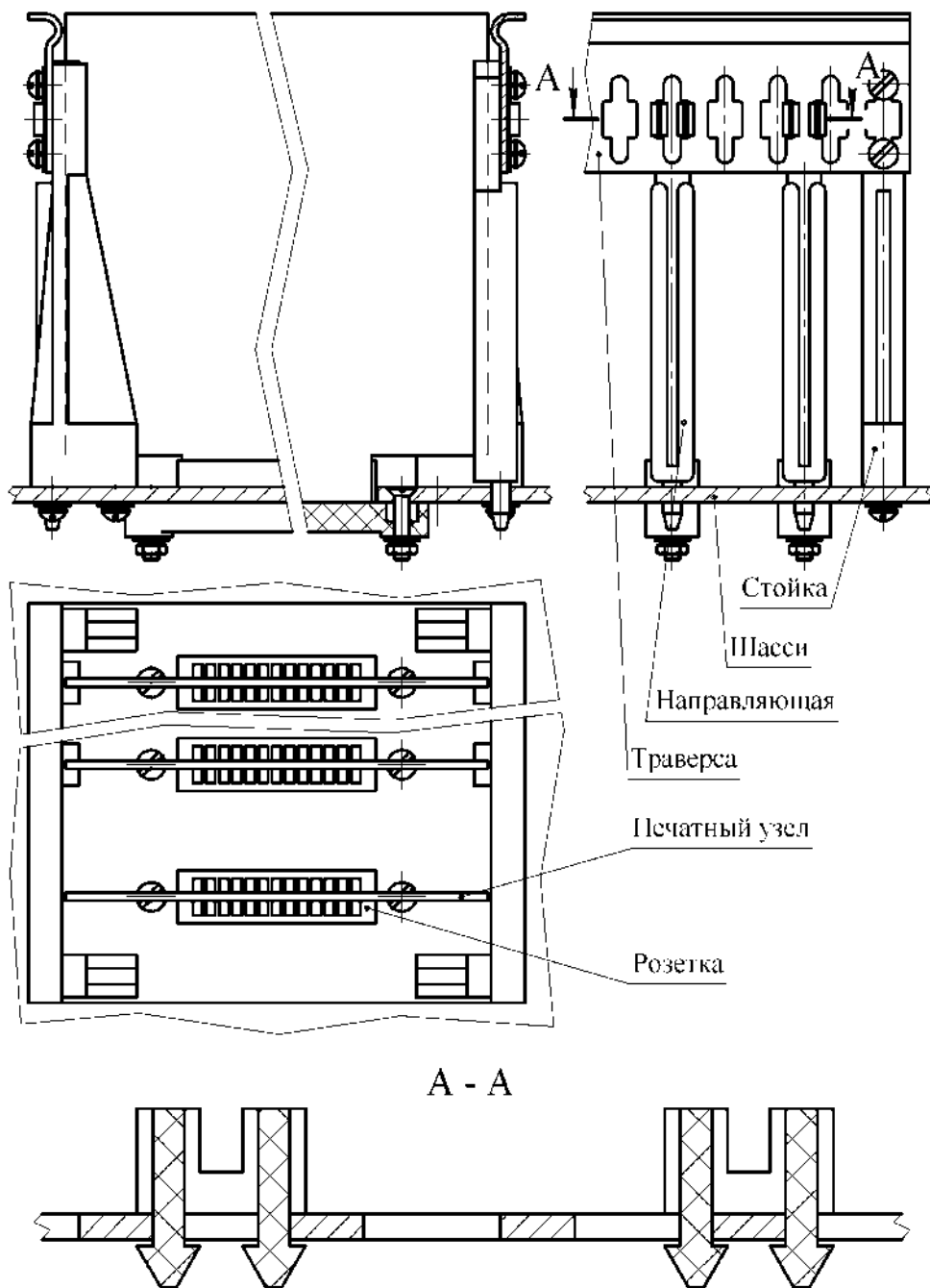


Рисунок 3.6 – Базовая конструкция кассеты для крепления печатных узлов в РЭС

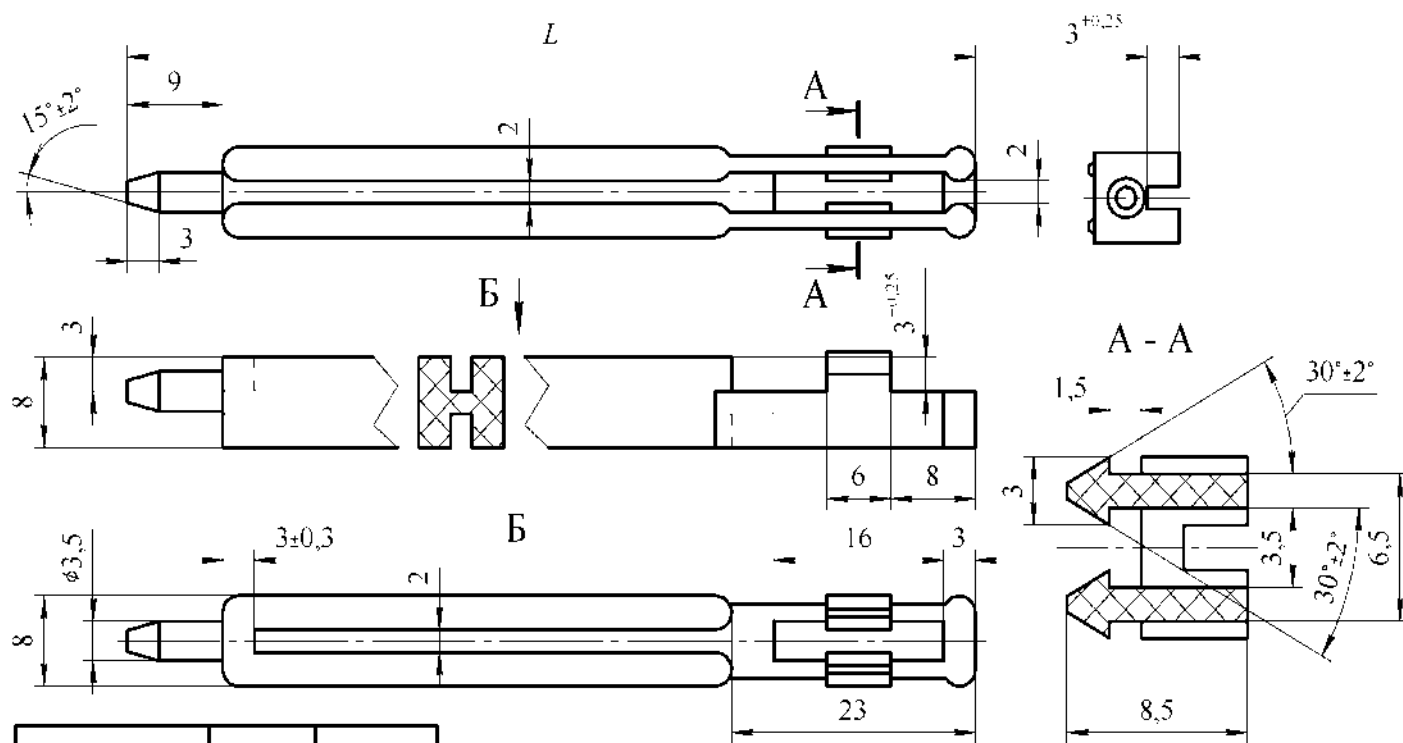
Использование базовых изделий, являющееся одним из методов конструктивно-технологической унификации, позволяет максимально унифицировать в разрабатываемых изделиях довольно сложные комплексы взаимосвязанных сборочных единиц и деталей, тогда как при унификации заимствованием отдельных составных частей легче унифицируются относительно мелкие составные части.

Базовые конструкции в отличие от базовых изделий не являются материальными объектами, и их применение не повышает стандартные показатели уровня унификации. Но использование в новой конструкции уже продуманных и испытанных конструктивных решений сокращает время, необходимое для проектирования, уменьшает вероятность ошибок и повышает надежность нового изделия.

В примере, приведенном на рисунке 3.4, все (не только основные) составные части базового изделия применяются в модификациях. Приведенные на этом рисунке модификации получены за счет присоединения дополнительных составных частей. Замена или снятие составных частей с базового изделия не используются. В примерах, приведенных на рисунках 3.5 и 3.6, ни одна составная часть изделия, конструкция которого принята за базовую, не применена в модификациях. Модификации образованы путем замены всех составных частей другими изделиями, сохраняющими при этом конструктивное сходство с заменяемыми частями. Примеры на рисунках 3.4 и 3.5, 3.6 иллюстрируют в некотором смысле границы использования базового метода проектирования. Но часто модификации получают путем замены большего или меньшего количества составных частей базового изделия, и тогда разница между вариантами использования этого принципа не выражается столь отчетливо, как в этих примерах. Именно так используется базовый метод при проектировании кассет для крепления печатных плат в РЭС на основе базовой конструкции, приведенной на рисунке 3.7. Некоторые составные части этой кассеты – направляющие (рисунок 3.8) – используются в проектируемых модификациях, как правило, без изменений. Другие составные части модификаций разрабатываются заново.



← Рисунок 3.7 – Базовая конструкция кассеты для крепления печатных узлов в РЭС



Обозначение	L, мм	Масса, г
742221.001	80	4
-01	120	6
-02	160	8

1. Материал - полиамид стеклонаполненный.
2. Радиусы скруглений 1,5 мм.
3. Стыки повесрхи., изображенные острыми, допускается выполнять скругленными радиусом 0,3 *max* мм.
4. ТТ по ОСТ4 10.005.051.

← Рисунок 3.8 – Направляющая для кассеты, изображенной на рисунке 3.7

Обязательность использования элементов базового изделия или базовой конструкции при проектировании некоторого ряда изделий – признак, выделяющий базовое изделие (базовую конструкцию) из других прототипов. Требование об обязательности использования при разработке нового изделия базовых изделий и базовых конструкций, а так же о разработке нового изделия в качестве базового принадлежат к числу стандартных качественных требований по унификации изделий, устанавливаемых в технических заданиях на НИОКР. Для некоторых видов изделий необходимость использования базовых изделий и конструкций устанавливается стандартами.

Проектирование на основе базовых изделий и базовых конструкций применяется не только в радиоаппаратостроении, но и в других отраслях промышленности. Наглядный пример – базовые модели и модификации серийных автомобилей, подобные изображенным на рисунках 3.9 и 3.10.

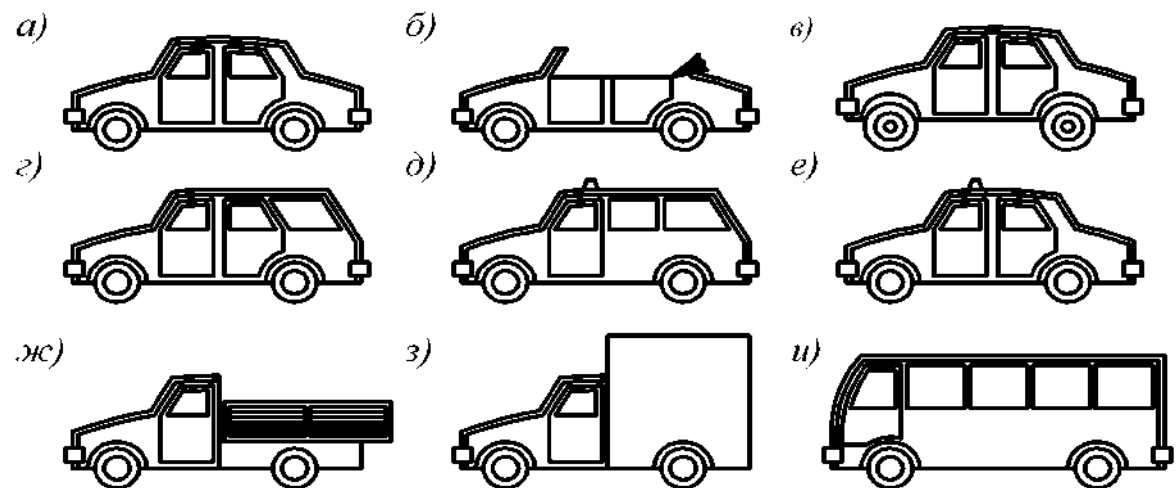
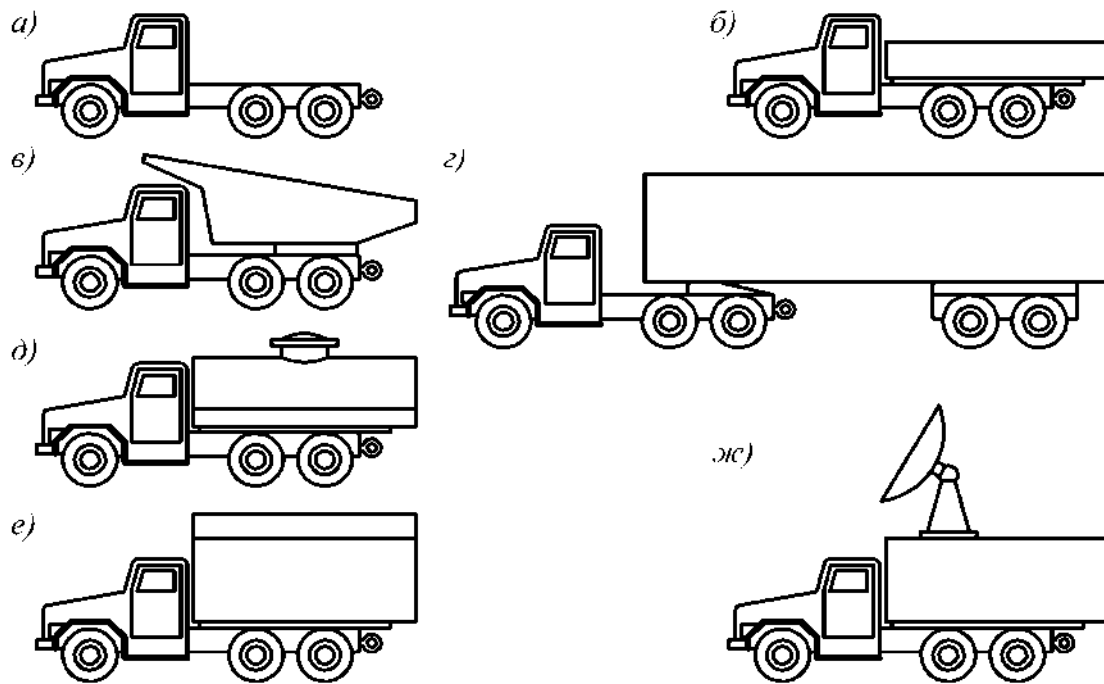


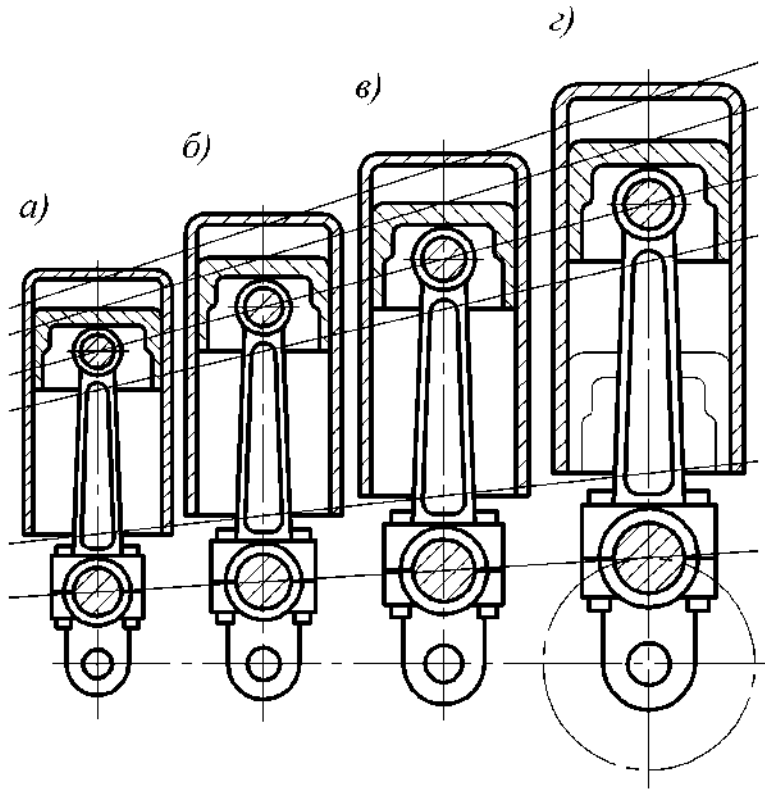
Рисунок 3.9 – Пример применения базовых изделий в автомобилестроении:

- a)* базовый легковой автомобиль типа «седан»;**
- б)* автомобиль «кабриолет»;**
- в)* автомобиль повышенной проходимости (с двумя ведущими мостами);**
- г)* автомобиль «универсал»;**
- д)* автомобиль «скорая помощь»;**
- е)* автомобиль для милиции;**
- ж)* грузовой автомобиль с открытой платформой;**
- з)* автомобиль-фургон;**
- и)* микроавтобус**



← Рисунок 3.10 – Пример применения базовых изделий в автомобилестроении:
 а) базовое изделие (шасси автомобиля);
 б – ж) модификации

Для иллюстрации использования в машиностроении метода проектирования на основе базовой конструкции в качестве примера рассмотрим возможную процедуру проектирования размерно-подобного ряда поршневых двигателей (рисунок 3.11) /53/. Сначала проектируется и доводится до производства один представитель этого ряда двигателей, например, изображенный на рисунке 3.11, а. Если конструкция этого двигателя получилась удачной, конструкции других представителей ряда получают изменением геометрических размеров при соблюдении подобия как геометрических размеров, так и рабочих процессов. Конструкция двигателя, изображенная на рисунке 3.11, а является в этом случае базовой для двигателей, изображенных на рисунке 3.11, б – г /52/.



← Рисунок 3.11 – Двигатель базовой конструкции (а) и его модификации (б – г)

3.2. ГРУППОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ Т-СИСТЕМ

Групповое проектирование, которое заключается в одновременном (параллельном) проектировании конструктивно-унифицированного ряда изделий, позволяет добиться наиболее оптимальной взаимной унификации изделий этого ряда. В основе метода лежит принцип группового проектирования /1, 2/.

Принцип группового проектирования заключается в таком комплексном подходе к проектированию Т-системы, при котором разработчик составляет на группу исполнений системы единое морфологическое описание без выделения какого-либо исполнения в качестве предпочтительного (базового).

На практике групповое проектирование осуществляется в следующей последовательности:

- 1) выбирают типовой представитель проектируемого ряда изделий;
- 2) проектируют типовой представитель;

3) используя типовой представитель как прототип, проектируют других представителей ряда; при необходимости по результатам проектирования всех представителей ряда в конструкцию типового представителя вносят изменения;

4) после оценки конструкций всех представителей ряда разрабатывается конструкторская документация.

В отличие от базового метода проектирования, когда прототипом является разработанное и часто серийно выпускаемое изделие, вносить изменения в конструкцию которого нельзя или, по крайней мере, сложно, при групповом проектировании есть возможность после предварительного проектирования всех изделий ряда внести изменения в конструкцию прототипа. При групповом проектировании взаимная преемственность изделий разрабатываемого ряда обеспечивается наиболее полно. Недостатком метода является возможность использования лишь при создании относительно несложных изделий. Даже у больших конструкторских организаций для параллельного проектирования сложных объектов (например, автомобилей или двигателей к ним) может не хватить ресурсов.

При создании несложных изделий групповое проектирование применяется широко. На рисунке 3.12 приведены конструкции приборных ручек управления, проектирование которых осуществлялось с использованием этого метода. Изображенные ручки являются представителями типоразмерных рядов, включающих в себя большое количество ручек, отличающихся наружными диаметрами, диаметрами осей, на которые устанавливаются ручки, способами крепления ручек на осях и цветом пластмассовых деталей.

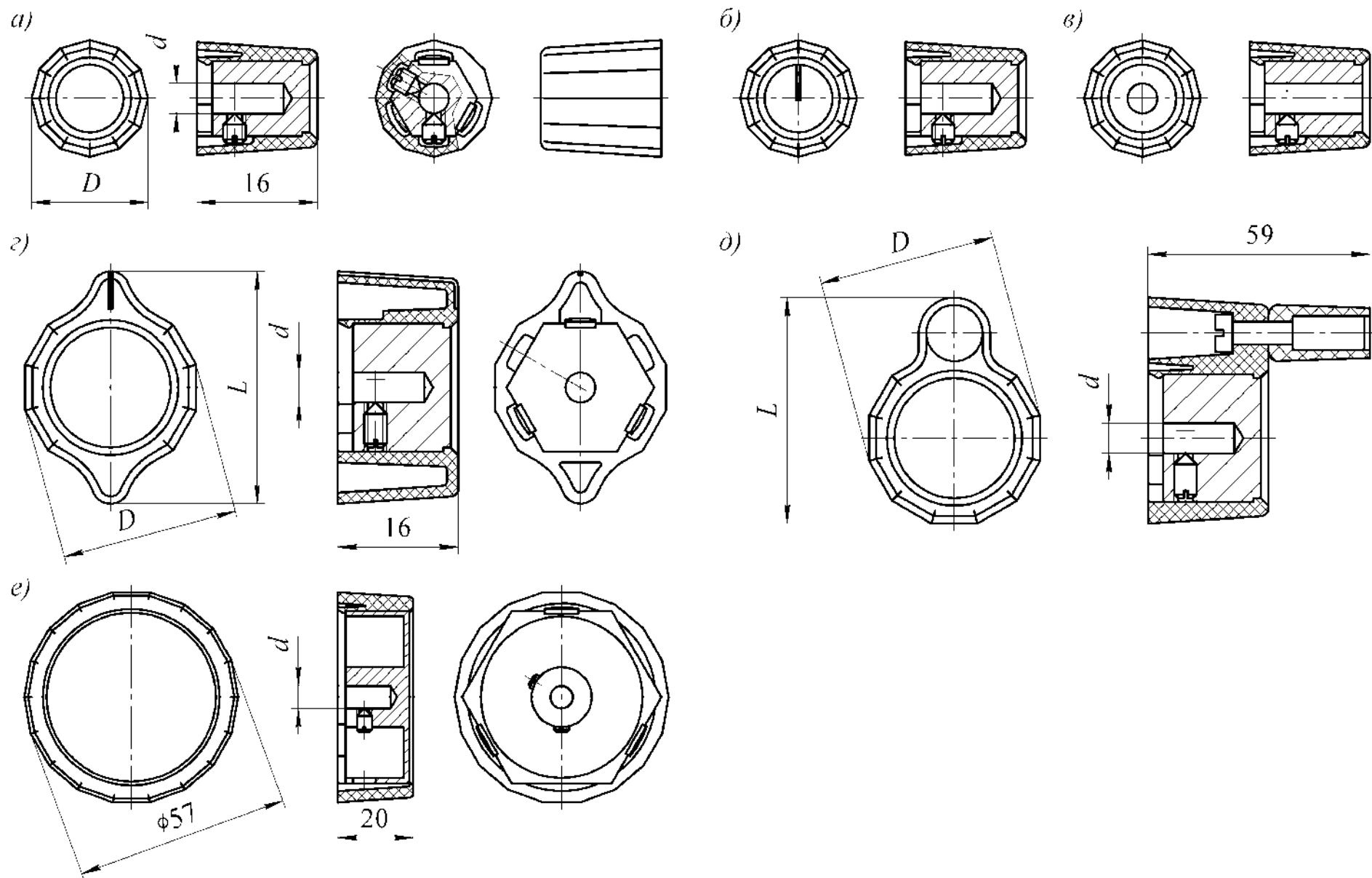


Рисунок 3.12 – Ручки управления – пример конструкций изделий, созданных групповым проектированием

На рисунке 3.13 изображен трансформатор — представитель разработанного с использованием метода группового проектирования типоразмерного ряда трансформаторов, применяемых в качестве базовых изделий при разработке силовых трансформаторов и дросселей для источников питания РЭС. Это пример совместного использования методов базового и группового проектирования.

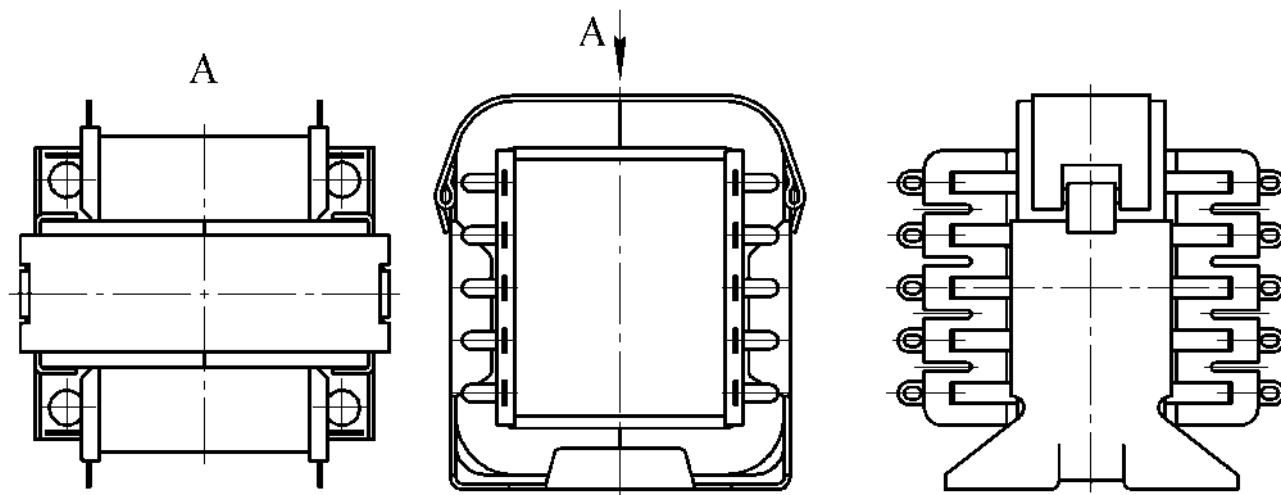


Рисунок 3.13 – Представитель типоразмерного ряда базовых изделий для силовых трансформаторов и дросселей

В тех случаях, когда создаваемые групповым проектированием изделия обладают большим количеством общих конструктивных признаков при некоторых различиях между собой, на них может оформляться групповая КД в соответствии с ГОСТ 2.113 – 75. Пример оформления групповой КД приведен на рисунках 3.14 – 3.19. При таком оформлении КД принцип группового проектирования реализуется наиболее наглядно.

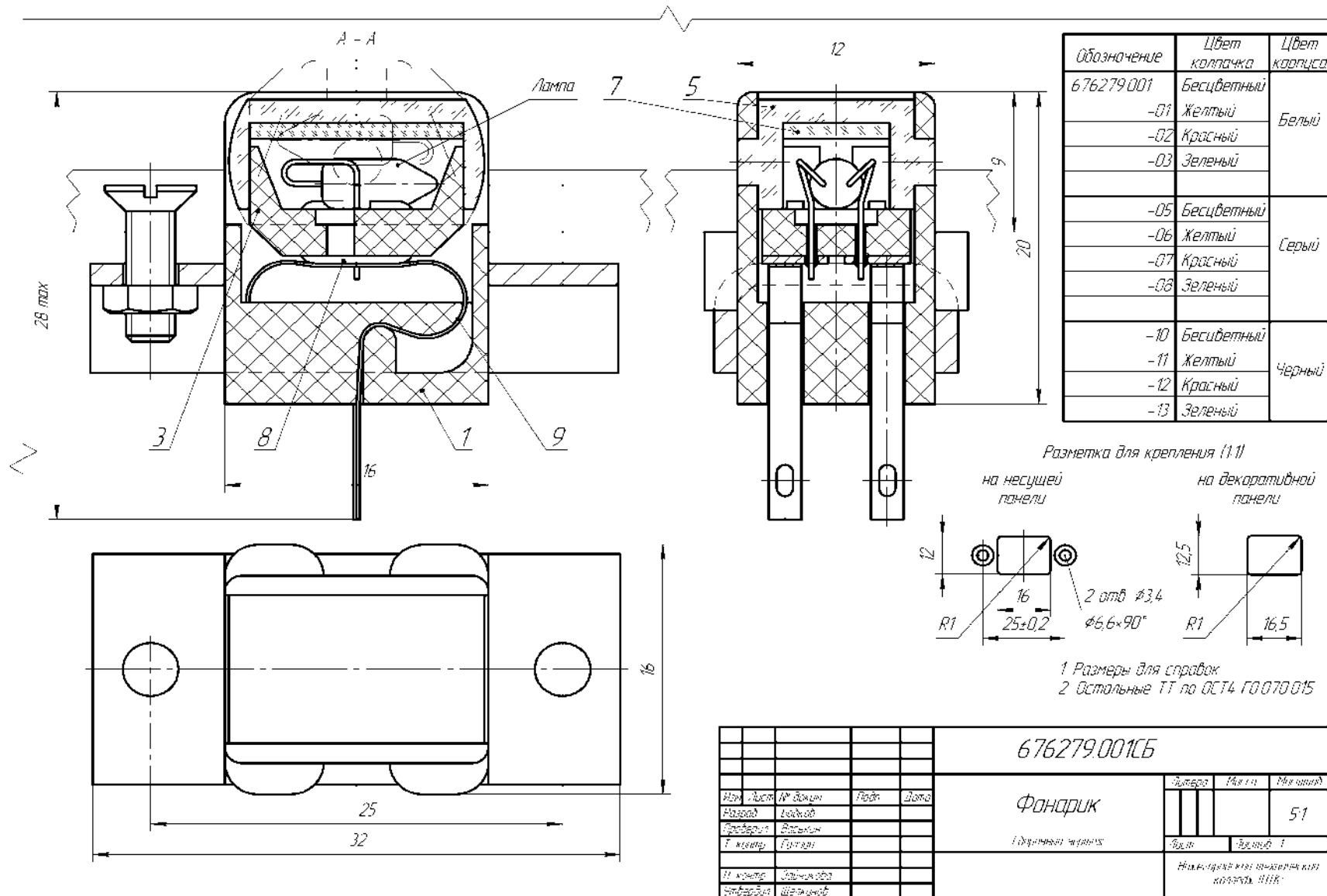
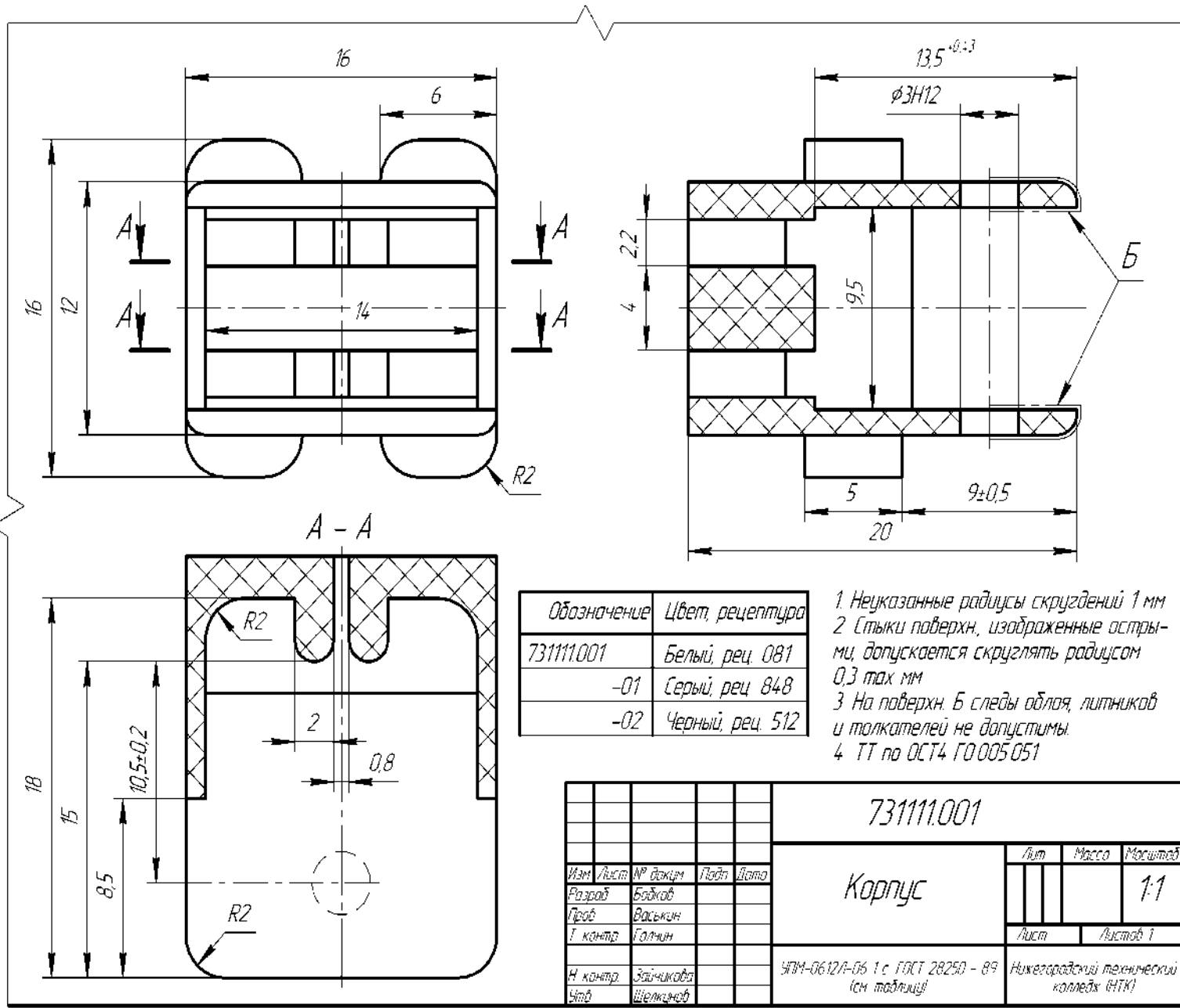
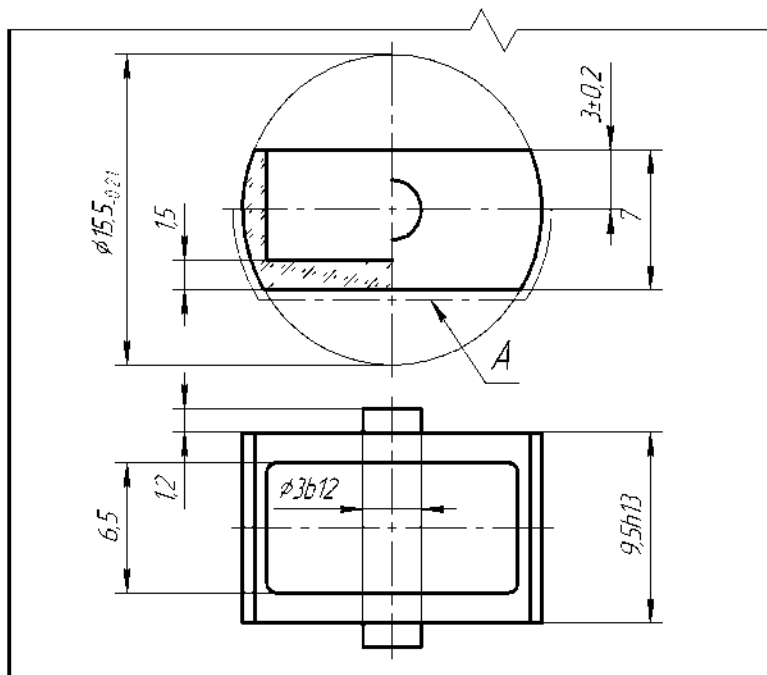


Рисунок 3.16 – Групповой сборочный чертеж



← Рисунок 3.17

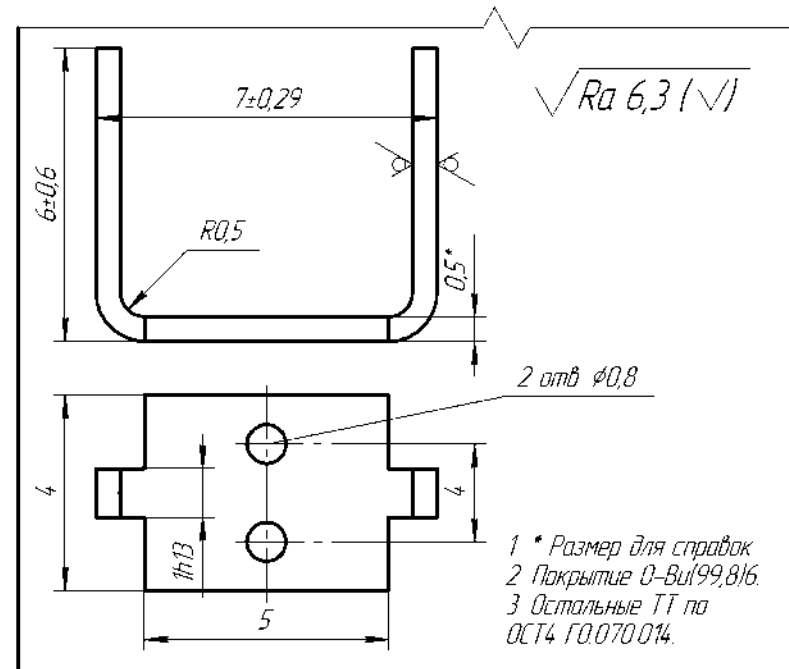


Обозначение	Цвет	Обозначение	Цвет
7554.11.001	Бесцветный	7554.11.001-02	Красный
-01	Желтый	-03	Зеленый

1. Стыки поверхн. изображенные острыми, допускается скруглять радиусом 0,2 max мм.
2. Материал-заменитель – дакрил-2М (см таблицу) ТУ6-01-707 – 72
3. На поверхн. А следы обляя, литников и толкателей не допустимы
4. Остальные ТТ по ОСТ4 ГО.005.051

				7554.11.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Бойков						5:1
Проб	Васильев						
Т. контр.	Голышев				Лист		Листов 1
Н. контр.	Зайченко				ГОК-115 (см таблицу) первый сорт ГОСТ 20262 – 66		Нижегородский технический колледж (НТК)
Утв.	Щелкунов						

Рисунок 3.18



				7574.74.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Бойков						10:1
Проб	Васильев						
Т. контр.	Голышев				Лист		Листов 1
Н. контр.	Зайченко				Лист ВПРН 0.5 на №3 ГОСТ 2208 – 2007		Нижегородский технический колледж (НТК)
Утв.	Щелкунов						

Рисунок 3.19

3.3. МОДУЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ Т-СИСТЕМ

Модульное проектирование заключается в создании Т-систем из набора взаимозаменяемых составных частей (модулей), унифицированных между собой по форме и сопрягаемым размерам. В основе метода лежит принцип модульного проектирования (модульный принцип), сформулированный в /14/.

Модульный принцип – особенность построения технических систем, заключающаяся в подчинении их размеров проектному модулю (модулям) и (или) в обеспечении возможности комплектования разнообразных сложных нестандартных технических систем с большим различием характеристик из небольшого, экономически обоснованного, количества типов и типоразмеров одинаковых первичных (типовых или стандартных) общих модуль-изделий.

Модуль проектный – условный измеритель, используемый для организации пространства и взаимоувязки геометрических параметров конструктивных элементов, формирующих это пространство.

Модуль-изделие – конструктивно и технологически законченная типовая или стандартная сборочная единица, общая для нескольких более сложных систем, имеющая автономную документацию на изготовление, полностью собранная, прошедшая функциональную проверку и готовая к монтажу.

Модуль-изделие характеризуется конструктивной и технологической завершенностью, не требующей каких-либо дополнительных работ по технической подготовке, и обладает строго фиксированными функциональными характеристиками и геометрическими размерами, принадлежащими заранее установленным параметрическому и типоразмерным рядам. В конкретных случаях модуль-изделия могут называться модуль-агрегатами, модуль-узлами, модуль-панелями, модуль-секциями и т. д. или просто модулями.

Модули могут легко соединяться, образуя сложные Т-системы различных типоразмеров, разъединяться и заменяться при ремонте и модернизации с целью получения Т-систем с другими характеристиками.

При создании РЭС на модульном принципе объем, в котором размещается РЭС, расчленяется взаимно параллельными и перпендикулярными плоскостями. Расстояние между смежными и плоскостями в каждом из трех измерений для устройств в целом и для отдельных его частей принимается кратным размеру проектного модуля M , как показано на рисунке 3.20 /3, 44, 49/. Плоскости определяют теоретические размеры модуль-изделий.

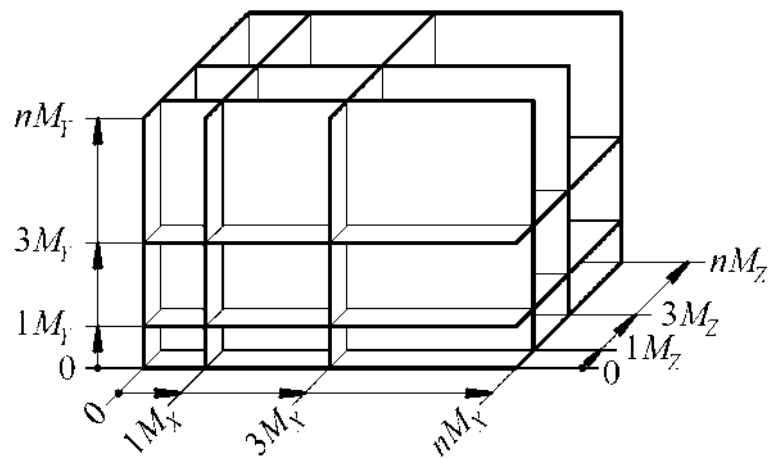


Рисунок 3.20 – Геометрическая модульность РЭС

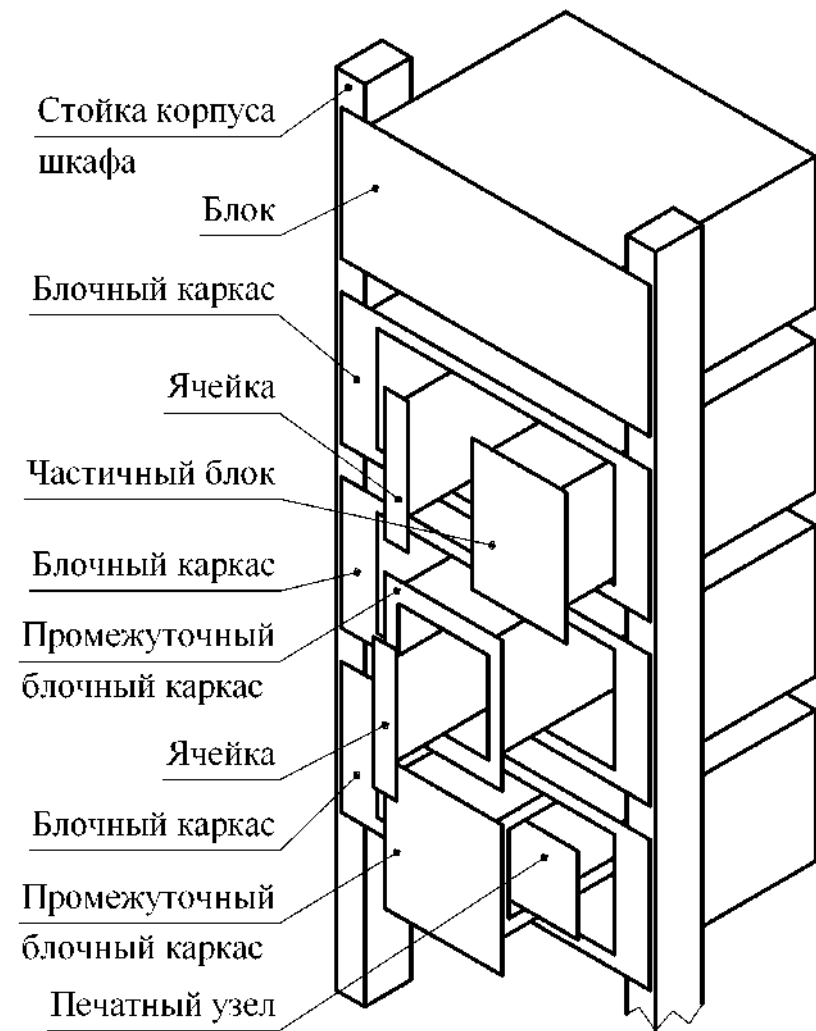


Рисунок 3.21 – Типовая компоновочная схема РЭС модульной конструкции

Типовая компоновочная схема РЭС модульной конструкции приведена на рисунке 3.21. По такой схеме построены, например, размерные системы модулей по стандартам /24, 26, 33 – 37/. Наиболее распространенные компоновочные схемы РЭС модульной конструкции приведены на рисунке 3.22.

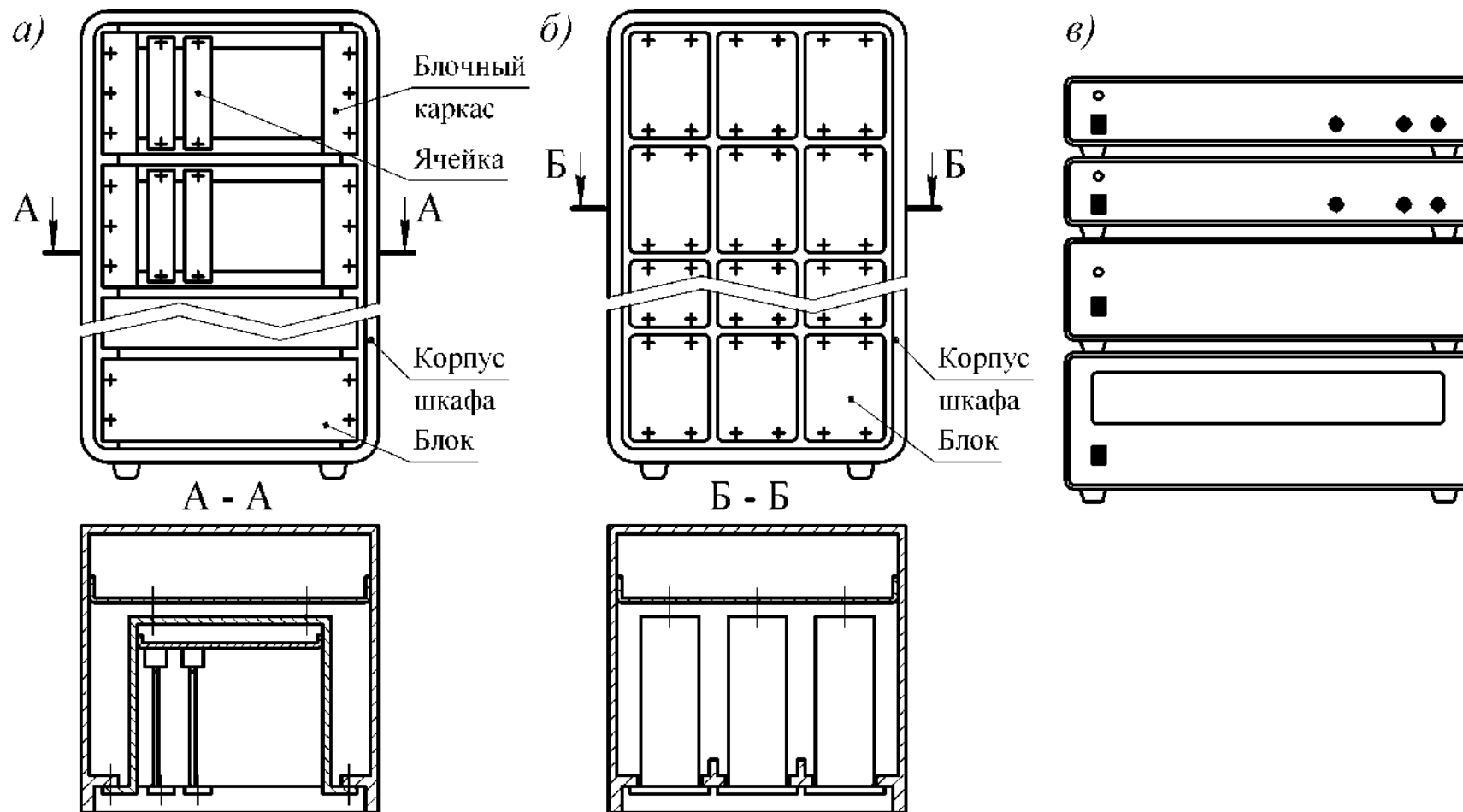


Рисунок 3.22 – Примеры компоновочных схем РЭС модульной конструкции

В соответствии с ГОСТ 26632 – 85 в РЭС модульной конструкции различают четыре уровня модулей. Несовершенство терминологии, нечеткость определений основных понятий, приведенных в этом стандарте, затрудняют деление РЭС на уровни в общем случае. Деление на уровни в соответствии с ГОСТ 26632 – 85 применимо лишь для РЭС типовой компоновочной схемы (рисунок 3.21). Микросхемы, микросборки, полупроводниковые приборы и другие ЭРЭ относят к модулям ну-

левого уровня. Модули первого уровня – это печатные платы, ячейки. К модулям второго уровня относятся радиоэлектронные блоки и частичные блоки. Представителями модулей третьего уровня являются радиоэлектронные шкафы, пульта и т. д.

Схема деления РЭС на уровни в соответствии с ГОСТ 26632 – 85 не является общепринятой. Несколько иная схема деления приведена в ГОСТ 20504 – 81. Существуют и другие схемы. Отсутствие единства в принципах деления РЭС на уровни затрудняет взаимопонимание между специалистами разных отраслей, осложняет использование литературы и документов в практике конструирования.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ СИСТЕМ РЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БНК

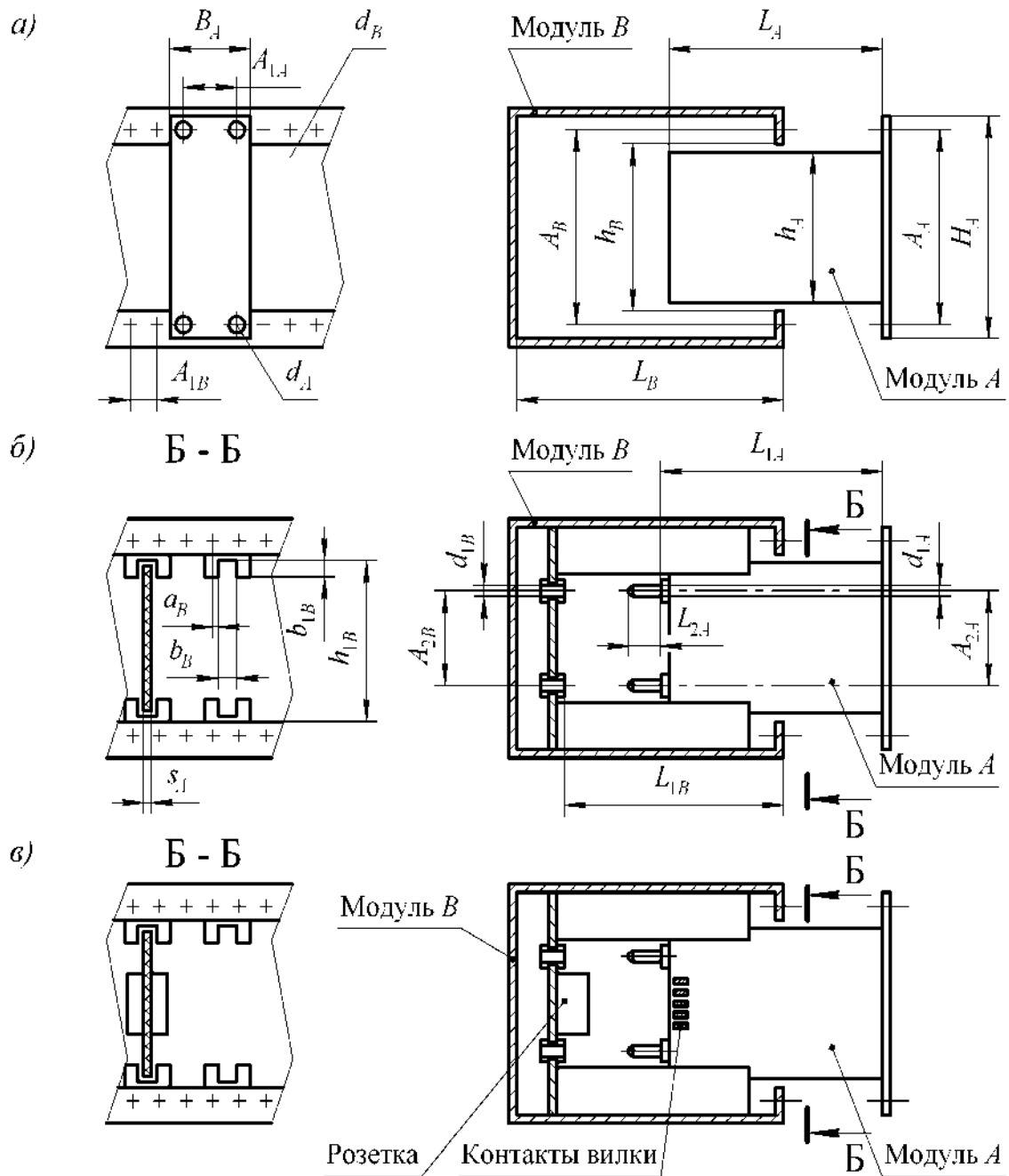
Несущие системы многих видов специальных РЭС, выпускаемых относительно небольшими сериями, проектируются с использованием БНК – базовых несущих изделий и базовых конструкций несущих изделий. Наиболее известные системы БНК представляют собой созданные групповым проектированием типоразмерные ряды базовых несущих изделий, предназначенных для проектирования несущих систем РЭС. Такие БНК разрабатываются с учетом возможности создания сложных РЭС методом модульного проектирования. Применение БНК облегчает достижение совместимости и размерной взаимозаменяемости модулей. БНК РЭС давно являются объектом государственной и международной стандартизации. Основная задача стандартизации БНК – обеспечение конструктивной совместимости РЭС как отечественного, так и зарубежного производства. Для выполнения этого требования необходимо, чтобы все разработчики РЭС и в России и за рубежом проектировали модули РЭС по единым стандартам и, в первую очередь, в соответствии с единой системой размеров.

Примечание. В большинстве стандартов, устанавливающих основные размеры модулей РЭС, формальным объектом стандартизации являются размеры несущих систем (корпусов, стоек, базовых несущих конструкций и т. д.) модулей, так как чаще всего именно несущие системы обеспечивают совместимость модулей. Вместе с тем нередки случаи, когда, по крайней мере, часть размеров, от которых зависит совместимость модуля, не относятся к размерам его несущей системы. Поэтому логичнее, чтобы объектом государственной стандартизации стали размеры модулей РЭС, и размеры несущей системы устанавливались на основании размеров модулей, а не наоборот.

В настоящее время в РФ применяется ряд международных и отечественных стандартов, на основании которых устанавливаются размеры модулей РЭС при проектировании, но полностью задача государственной стандартизации модулей РЭС в нашей стране до сих пор не решена и единой размерной системы модулей не создано. Модули РЭС (и БНК РЭС) в нашей стране проектируются и изготавливаются и в международной 19-дюймовой ($19'' = 482,6$ мм – ширина панели стоечного

блока) системе размеров с размерами основных элементов по высоте, кратными величине $U = HE = 1,75'' = 44,45$ мм, и в отраслевых (но установленных государственными стандартами) размерных системах с размерами, кратными 20 мм. Разнородные, не имеющие ничего общего между собой отраслевые системы обычно принято рассматривать как единую альтернативную международной системе размеров БНК, но низкий технический уровень стандартов на отраслевые системы не гарантирует совместимость модулей даже, если они выполнены по одному и тому же стандарту. Это не позволяет в полной мере реализовать преимущества, которые имеют модульные конструкции.

Для описания полноты сопряжения двух взаимосвязанных модулей и оценки технического уровня стандартов по критерию совместимости в /50/ был введен специальный качественный показатель – степень совместимости модулей, зависящая от номенклатуры характеристик (в основном размеров) модулей, обеспечивающих эту совместимость.



← Рисунок 4.1 – Минимальные комплексы размеров, обеспечивающие конструктивную совместимость модулей РЭС

Минимальный комплекс размеров БНК, необходимый для обеспечения первой степени совместимости модулей РЭС, приведен на рисунке 4.1, а. Этот комплекс размеров гарантирует возможность установки модуля низшего уровня, обозначенного на рисунке 4.1 как модуль *A*, в проем модуля *B* более высокого уровня и крепление модуля *A* в модуле *B*.

Для обеспечения второй степени совместимости комплекс размеров, приведенный на рисунке 4.1, а, необходимо дополнить комплексом размеров, приведенным на рисунке 4.1, б. При второй степени совместимости гарантируется сопряжение по всем габаритным и присоединительным размерам модулей *A* и *B*.

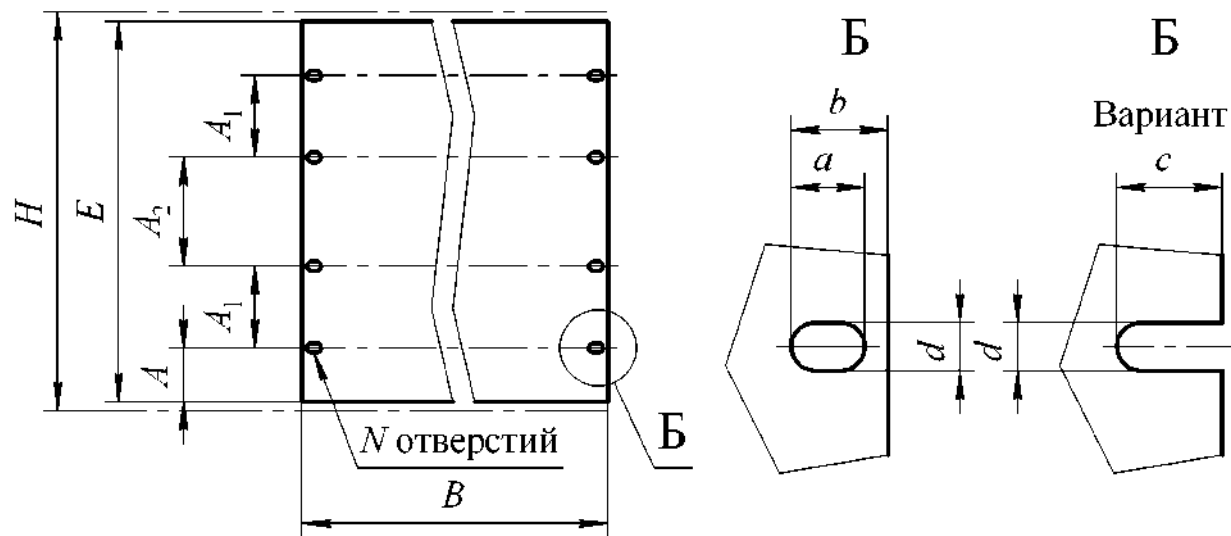
Чтобы обеспечить третью степень совместимости необходимо комплексы размеров, приведенные на рисунках 4.1, а и 4.1, б, дополнить требованиями к типам электрических соединителей и их расположению в модулях *A* и *B* (рисунок 4.1, в).

Четвертая степень совместимости предполагает совместимость и электрических цепей. Для ее обеспечения требования к размерам и типам соединителей, обеспечивающие первую, вторую и третью степени совместимости, должны быть дополнены требованиями к расположениям электрических цепей на контактах соединителей.

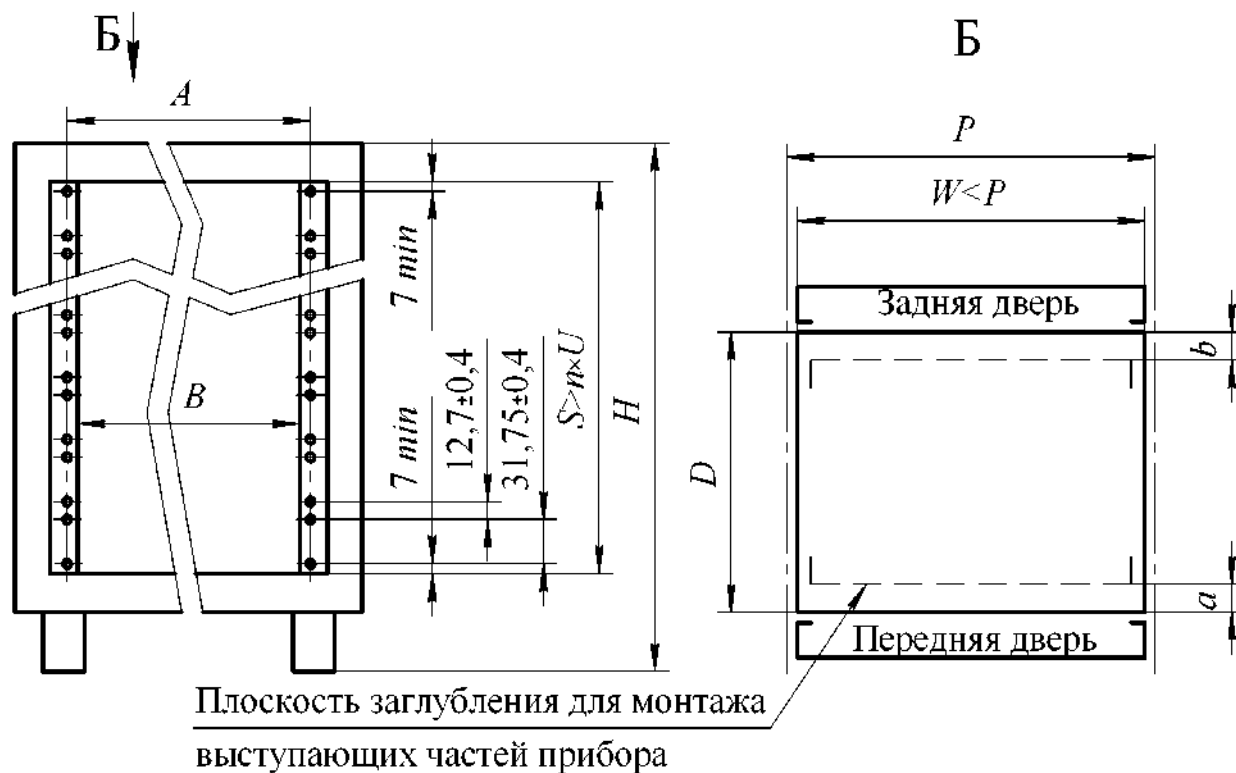
Для обеспечения совместимости модулей необходимо, чтобы были стандартизованы номинальные значения и допустимые отклонения сопрягаемых размеров (размеров базирующих поверхностей и размеров, определяющих взаимное расположение базирующих поверхностей) модулей, а также максимальные значения габаритных размеров. Комплекс размеров модуля РЭС любого уровня, установленный в стандарте, по номенклатуре, номинальным значениям и предельным отклонениям должен быть достаточным для того, чтобы любое предприятие могло разрабатывать модули РЭС, обладающие свойством совместимости заданной степени, без поиска дополнительных источников информации в виде чертежей на аналогичные модули или на сопрягаемый модуль и т. д.

В настоящее время наиболее совершенной является международная 19-дюймовая система размеров модулей РЭС (БНК РЭС), которая в России применяется на основании ГОСТ 28601.1 – 90 ... ГОСТ 28601.3 – 90. Строгое выполнение при проектировании требований ГОСТ 28601.1 – 90 ... ГОСТ 28601.3 – 90 гарантирует совместимость первой степени для сопряжения модулей второго и третьего уровней и второй степени для сопряжения модулей первого и второго уровней, причем для модулей, разрабатываемых и изготавливаемых независимо разными предприятиями.

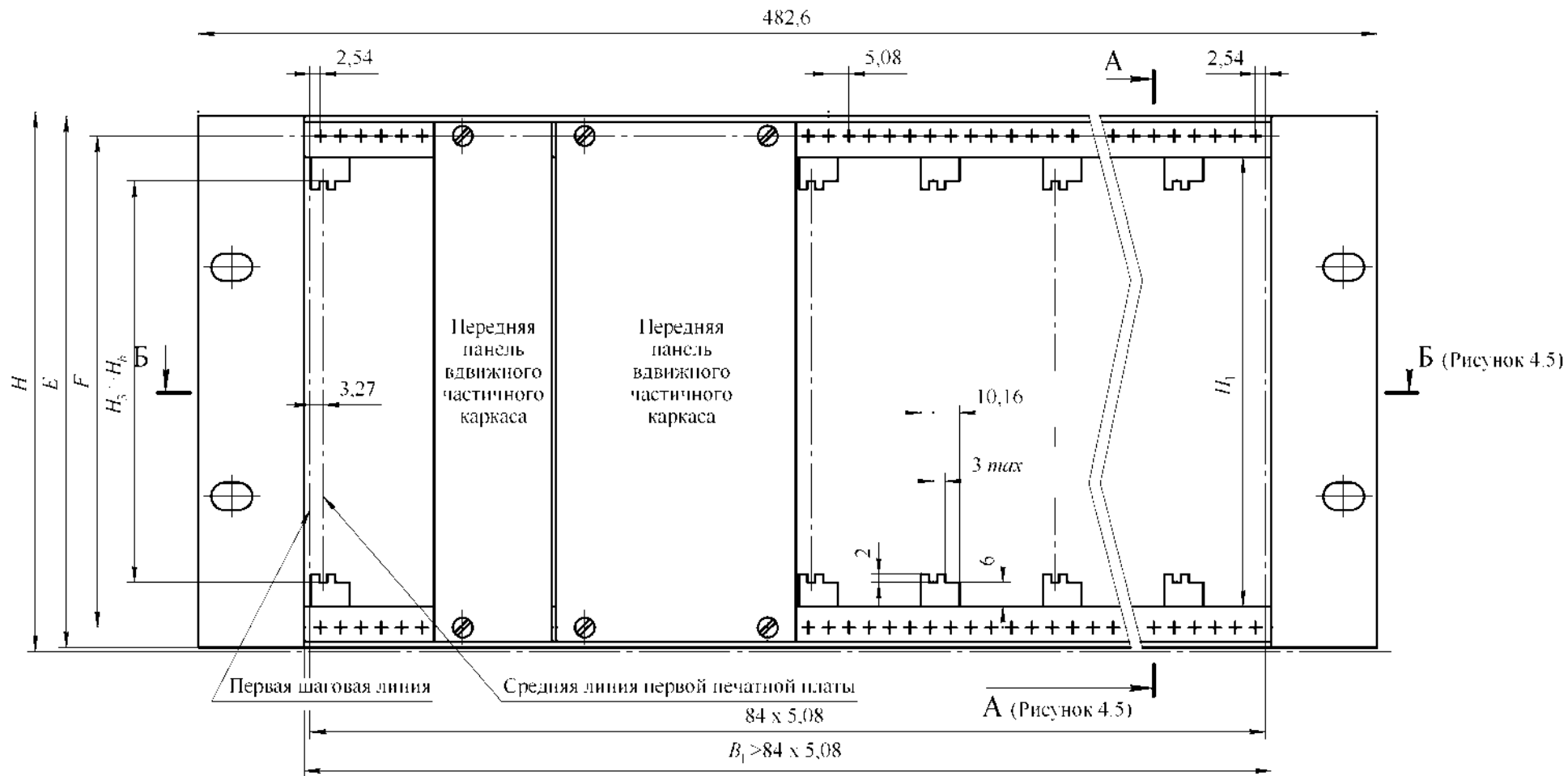
Основные размеры модулей РЭС (БНК РЭС) 19-дюймовой системы размеров приведены на рисунках 4.2 – 4.6 и в таблицах 4.1 и 4.2.



← Рисунок 4.2 – Основные размеры передних панелей блоков РЭС

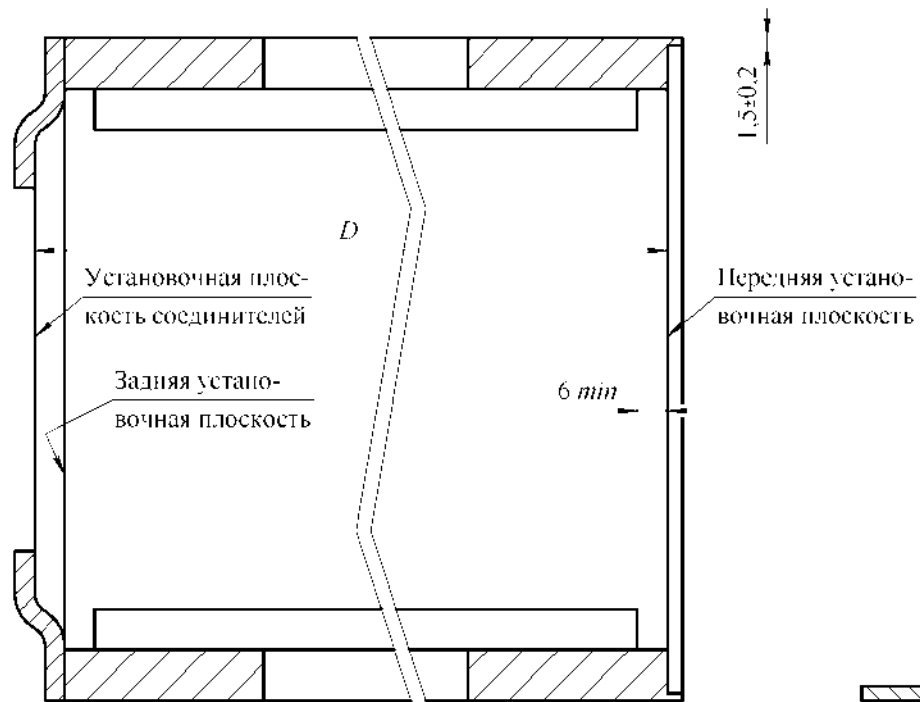


← Рисунок 4.3 – Основные размеры корпусов шкафов РЭС

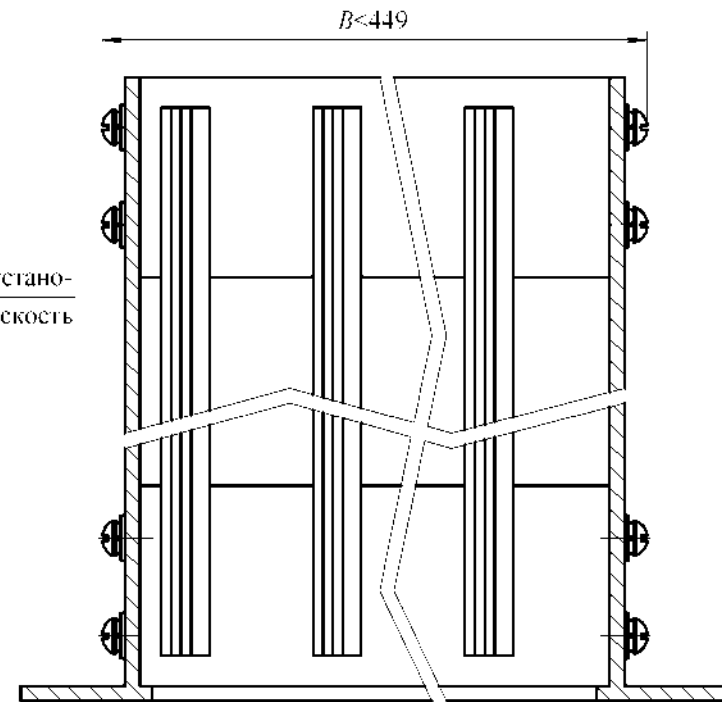


**Рисунок 4.4 – Основные размеры блочных каркасов по ГОСТ 28601.3 – 90 (продолжение на рисунке 4.5).
 $U=44,45$ мм; $n=2, 3, \dots, 12$; $H=nU$; E из таблицы 4.1; F и H_b по рисунку 4.6**

А - А (Рисунок 4.4)



Б - Б (Рисунок 4.4)



**Рисунок 4.5 – Основные размеры блочных каркасов по ГОСТ 28601.3 – 90
(начало на рисунке 4.4)**

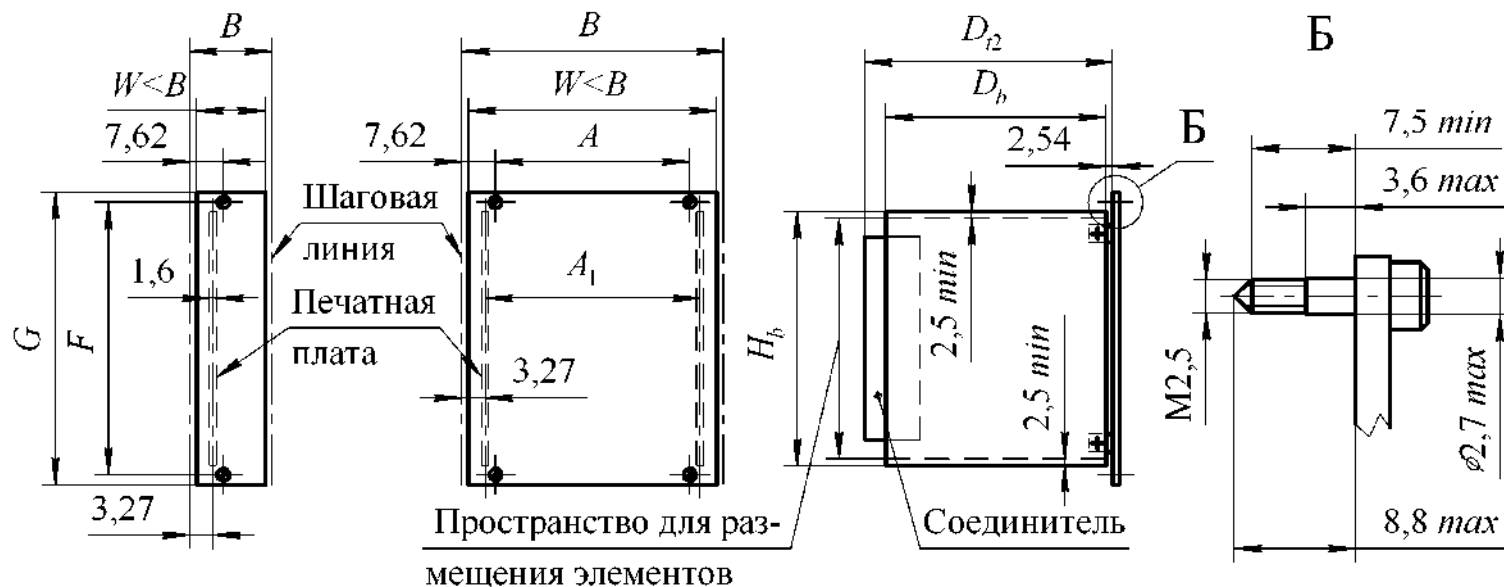
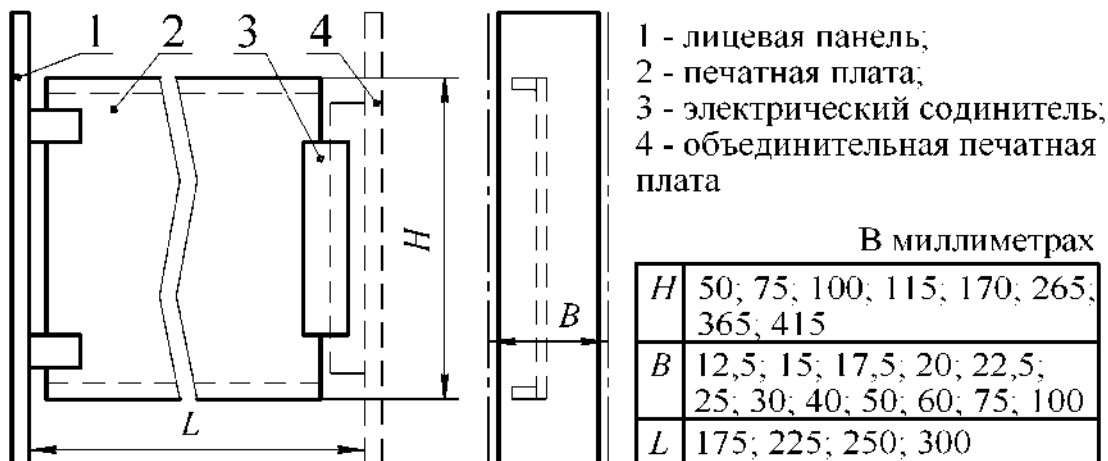


Рисунок 4.6 – Основные размеры подвижного частичного каркаса по ГОСТ 28601.3 — 90.
 $U=44,45$ мм; $n=2, 3, \dots, 12$; $G=nU - 4,65$; $F=nU - 10,85$; $H_b=nU - 33,55$
(для ряда 1); $H_b=nU - 21,59$ (для ряда 2); размеры A, A_1, B кратны
размеру $5,08$ мм; размер D_b выбирается из ряда $100, 160, 220, 280$ мм;
размер D_2 зависит от типа выбранного соединителя



← Рисунок 4.7 – Координационные размеры БНК1 (ячейка) по ГОСТ Р 51623 – 2000

Таблица 4.1 – Размеры передних панелей вставных блоков РЭС по ГОСТ 28601.1 – 90 и ГОСТ 20504 – 81

Размеры в миллиметрах

<i>H</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>A</i> ₂	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
ГОСТ 28601.1 – 90										
1 <i>U</i>	43,6	5,9	– 31,80	–	2 4	482,6	10,3	13,5	14,7	6,8
2 <i>U</i>	88,1	37,7 5,9	– 76,20		2					
3 <i>U</i>	132,5	37,7	57,15		4					
4 <i>U</i>	177,0		101,60							
5 <i>U</i>	221,5		146,10							
6 <i>U</i>	265,9		190,50							
			57,15							
7 <i>U</i>	310,3	88,90	57,15							
8 <i>U</i>	354,8	101,60	76,20							
9 <i>U</i>	399,2		120,60							
10 <i>U</i>	443,7		165,10							
11 <i>U</i>	488,1		133,30	146,10						

12U	532,6			190,60						
13U	577,1			235,10						
14U	621,5	82,1	44,45	279,50						
				368,30						
ГОСТ 20504 – 81										
80	78	20	40	—	4	520, 480	15	10	15	7
120	118		80							
160	158		120							
200	198		160							
240	238		200							
280	278		240							

Ограничением и развитием 19-дюймовой системы является модульная система КАМАК, которая применяется в России в соответствии с ГОСТ 27080 – 93 /34/. В системе КАМАК применяются блочные каркасы (или крейты по терминологии ГОСТ 27080 – 93) только одной высоты – 265,9 мм (6U). Технические параметры стандарта при строгом их соблюдении гарантируют совместимость блочных каркасов и ячеек до четвертой степени включительно.

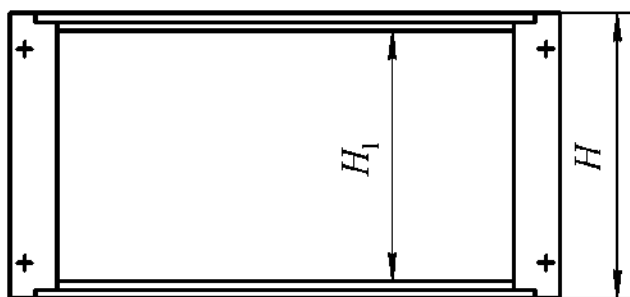
Таблица 4.2 – Размеры корпусов шкафов по ГОСТ 28601.1 – 90 и ГОСТ 28601.2 – 90

Размеры в миллиметрах					
<i>H</i>	<i>S</i> <i>n</i> x <i>U</i>	<i>P</i> <i>W</i> < <i>P</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
725	11 x <i>U</i>	550, 600, 700, 800, 900, 1000	400, 450, 600, 650, 800, 900	465,1	450 min
800	13 x <i>U</i>				
1000	18 x <i>U</i>				
1200	22 x <i>U</i>				
1400	27 x <i>U</i>				
1600	31 x <i>U</i>				
1800	36 x <i>U</i>				
2000	40 x <i>U</i>				
2200	45 x <i>U</i>				

Ко всем размерам в ГОСТ 28601.1 – 90 ... ГОСТ 28601.3 – 90 и ГОСТ 27080 – 93 установлены предельные отклонения, при которых гарантируется совместимость. Другие отечественные стандарты на размеры БНК РЭС, стандартизуют только габаритные или координационные (условные) размеры модулей, что недостаточно для обеспечения совместимости даже первой степени. Исключением был отмененный ГОСТ 12863 – 67, строгое соблюдение обеспечивало совместимость первой степени модулей второго и третьего уровня.

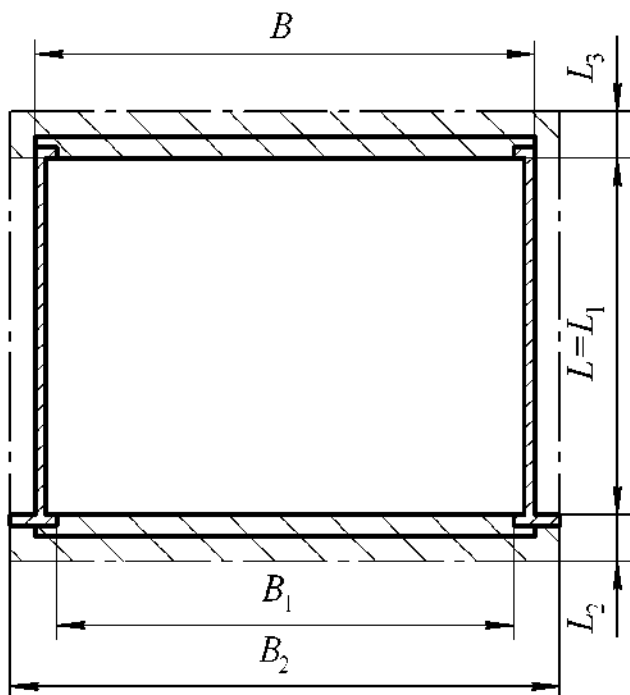
Наиболее совершенный стандарт, устанавливающий отраслевую размерную систему модулей РЭС и БНК (в этом стандарте применяется термин УТК – унифицированные типовые конструкции), – ГОСТ 20504 – 81. Некоторые размеры модулей по этому стандарту приведены на рисунках 4.2, 4.3 и в таблицах 4.1, 4.3. В этом для корпусов шкафов установлены два размера по ширине $A = 500$ мм; $B = 488 \text{ min}$ мм и $A = 465$ мм; $B = 450 \text{ min}$ мм. Межцентровые расстояния по высоте между отверстиями для крепления блоков в корпусах шкафов установлены кратными 20 мм.

В конце восьмидесятых годов двадцатого века была предложена новая международная система размеров модулей и БНК РЭС, основные размеры которых кратны 25 мм. В России положения этой системы отражены в ГОСТ Р 51623 – 2000. Координационные размеры БНК1 и БНК2 для модулей первого и второго уровней по этому стандарту приведены на рисунках 4.7 и 4.8. К сожалению, комплексы размеров модулей, установленные в ГОСТ Р 51623 – 2000, не обеспечивают даже первой степени совместимости.



В миллиметрах

<i>H</i>	75; 100; 150; 200; 300; 400; 450
<i>B</i>	250; 350; 400; 450; 500
<i>L</i>	175; 225; 250; 300



$$H_1 = H - 25$$

$$B_1 = B - 25$$

$$B_2 = B + 35$$

Наружные координационные размеры L_2 и L_3 , образующие дополнительные пространства для электрических соединителей и элементов системы охлаждения, должны быть кратны 2,5 мм

← Рисунок 4.8 – Координационные размеры БНК2 (блочный каркас) по ГОСТ Р 51623 – 2000

5. ПРИМЕРЫ БНК РЭС

Несущие системы РЭС, прежде всего, состоят из несущих изделий – деталей и сборочных единиц, основное назначение которых состоит в выполнении следующих функций:

а) обеспечении заданного пространственного расположения элементов РЭС (панели, шасси, каркасы, печатные платы и т. д.);

- б) базировании и закреплении РЭС на месте применения (ножки, направляющие, опоры и т. д.);
- в) обеспечении возможности транспортирования и такелажирования РЭС (рым-болты, транспортировочные ручки, колеса и т. д.);
- г) защите элементов РЭС от неблагоприятных воздействий окружающей среды (кожухи, футляры, крышки и т. д.);
- д) защита обслуживающего персонала от случайного прикосновения к опасным для здоровья и жизни частям РЭС (кожухи, футляры, крышки и т. д.).

Помимо перечисленных основных функций несущие изделия или их элементы могут выполнять и другие функции, например: придавать РЭС товарный внешний вид, обеспечивать фирменный стиль предприятия изготавливающего РЭС. В несущую систему могут входить также изделия или их элементы выполнение несущих функций неосновным назначением, например: жесткие волноводы, экраны и т. д. В тех случаях, когда несущая система построена на основе БНК, часть этих функций переходит к деталям БНК. Разработчики БНК устанавливают эти функции, исходя из собственных представлений о задачах, которые должны решать БНК в РЭС, для которых они предназначены. Проанализируем два основных подхода к построению систем БНК.

Первый подход. БНК предназначаются для применения в РЭС, формируемых с использованием модульного принципа (рисунок 3.21). Конструирование БНК ведется с расчетом на то, что самостоятельно эксплуатируемые РЭС представляет собой модули третьего уровня (шкафы, пульта и т. д.). Габаритные и присоединительные размеры модулей РЭС в этом случае должны обеспечивать совместимость модулей различных уровней и, поэтому, выбираются из стандартных систем размеров (например, по ГОСТ 28601.1 – 90 – ГОСТ 28601.3 – 90). Разработчик БНК для построения переносных РЭС может предусмотреть специальные кожухи, в которые должны устанавливаться модули первого или второго уровня (рисунок 5.1), но может и не предусмотреть, считая, что в переносных РЭС данного вида не будет потребности. Именно так построено большинство систем БНК, рассмотренных в /3, 15, 44 и т. д./. БНК этого типа обычно обладают большей постоянной частью, используемой в модификациях, более жестко задают общую компоновочно-силовую схему РЭС и менее универсальны. Удобно использовать в относительно больших по размерам (непереносных) РЭС. Примеры: шкаф для судовых РЭС, изображенный на рисунке 5.3 /15/, система БНК для наземных передвижных РЭС и шкаф из этой системы, изображенные на рисунках 5.4 и 5.5 /58/.

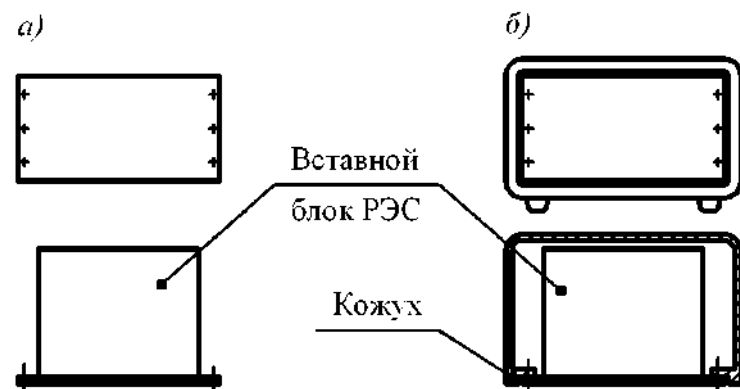


Рисунок 5.1 – Схема создания настольно-переносного РЭС (б) из вставного блока (а)

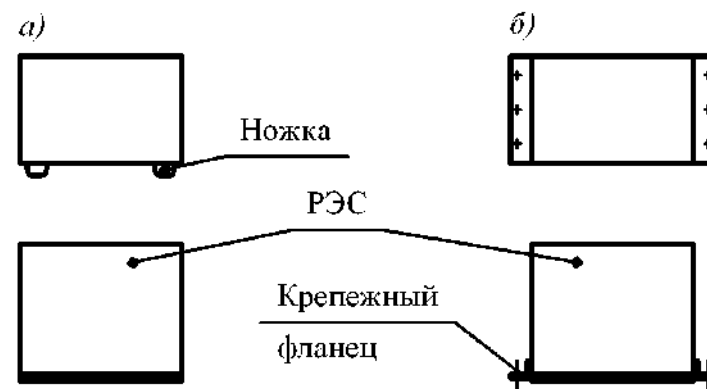


Рисунок 5.2 – Схема создания вставного блока (б) из настольно-переносного РЭС (а)

Второй подход. БНК предназначены для применения в РЭС, которые используются большей частью автономно в виде настольных (переносных или стационарных) блоков. К настольным РЭС требования по совместимости по габаритным и присоединительным размерам не предъявляются, но если разработчик БНК считает, что может возникнуть необходимость в применении такого вида РЭС в стандартном модульном исполнении, то он предусмотрит возможность преобразования настольных РЭС в модули второго уровня стандартных размеров путем снятия ненужных для модуля составных частей (ножек, транспортировочных ручек и т. д.) и установки дополнительных крепежных изделий (фланцев, направляющих и т. д.) (рисунок 5.2). Не смотря на то, что элементы оболочки, необходимые только в настольном РЭС и лишние в закрытых стойках и шкафах, затрудняют теплообмен и увеличивают массу модуля третьего уровня, такое построение БНК удобно для производства РЭС, большая часть которых выпускается в настольном виде и лишь изредка устанавливается в шкафы и стойки. Разработчики портативных и переносных РЭС отдадут предпочтение БНК второго типа. Обычно этот тип обладает большой гибкостью к изменениям и относительно легко приспособляется к различным по компоновочно-силовым схемам РЭС.

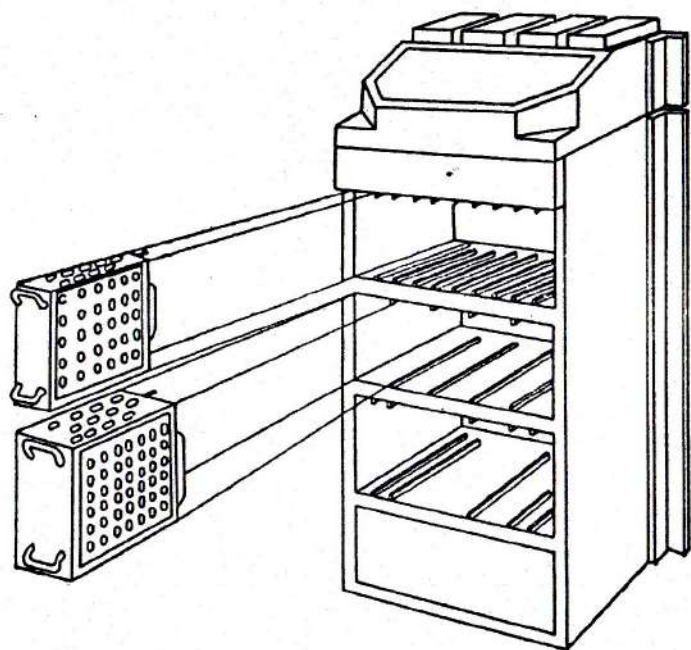


Рисунок 5.3 – Шкаф для судовых РЭС

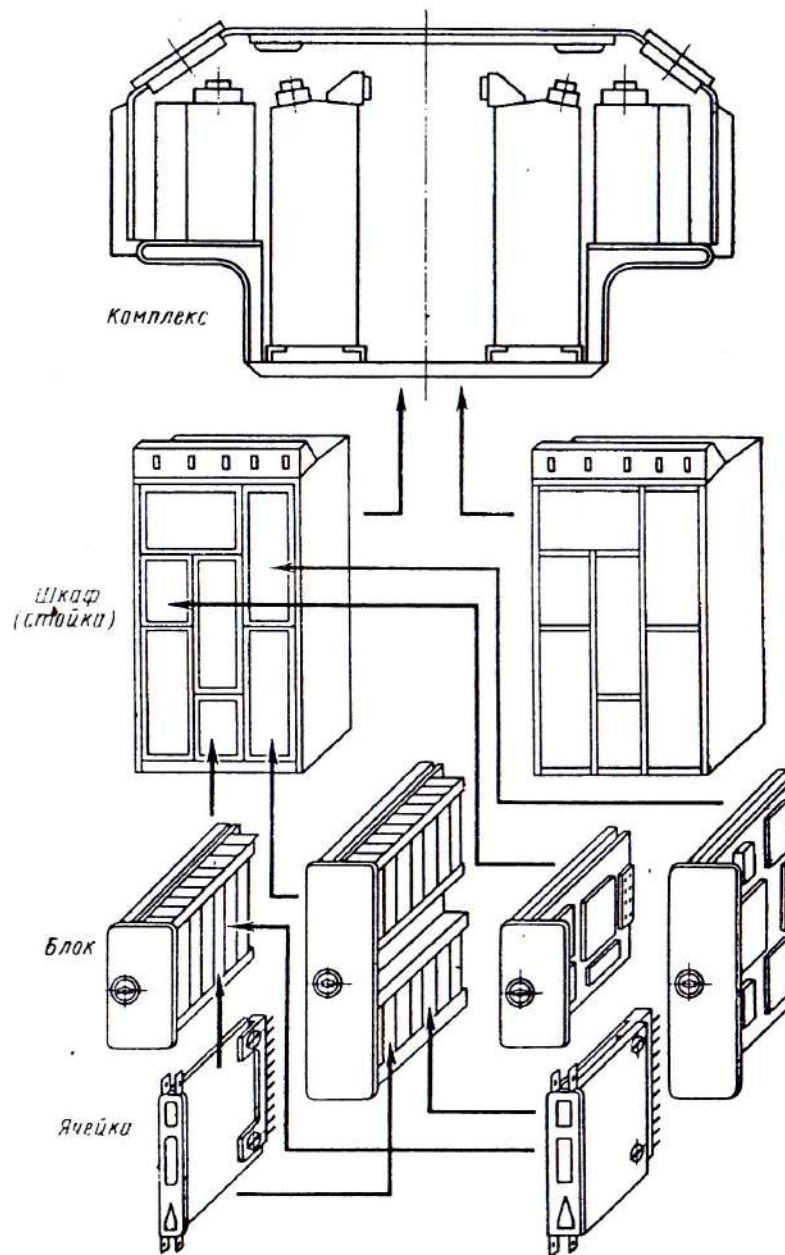


Рисунок 5.4 – Система БНК для наземных передвижных РЭС

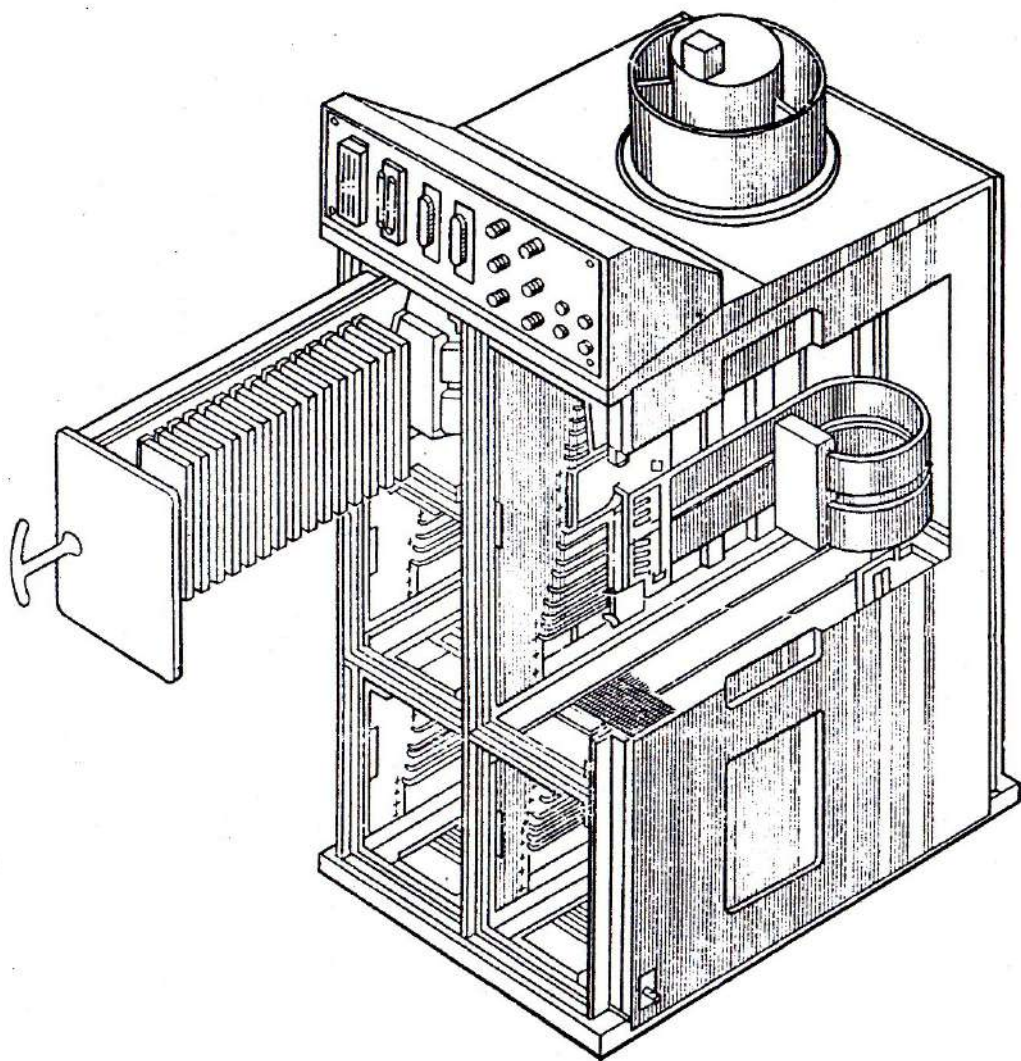
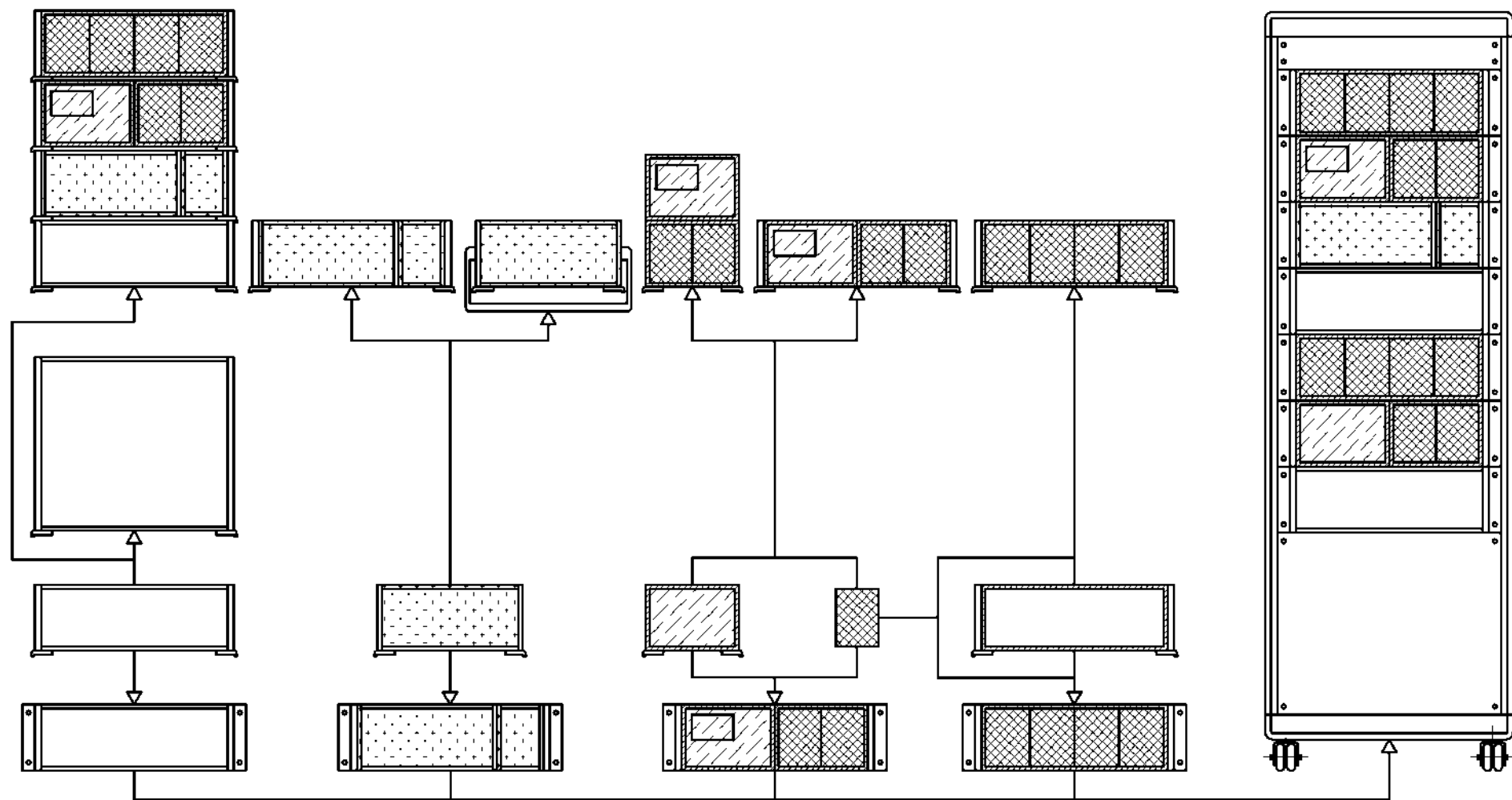


Рисунок 5.5 – Шкаф для наземных передвижных РЭС

Типичными представителями БНК, созданных на основе второго подхода, являются различные варианты БНК «Надел» Нижегородского научно-исследовательского приборостроительного института «Кварц» /5, 7, 8, 43, 63, 64/. Основное назначение этих БНК – проектирование несущих систем электронных средств измерений /41/. Первый вариант этой системы «Надел-70» разработан в конце шестидесятых годов прошлого столетия. В середине семидесятых годов появился модернизированный вариант «Надел-75». После еще одной модернизации в начале восьмидесятых годов система стала называться БНК «Надел-75А». Схема построения БНК «Надел-75А» приведена на рисунке 5.6. Основными и самыми массовыми элементами БНК «Надел-70», «Надел-75» и «Надел-75А» являются полногабаритные блочные корпуса.

Примечание. В системах БНК «Надел» полногабаритными принято называть корпуса с шириной по панели 480 мм. Корпуса, имеющие ширину менее 480 мм, называют малогабаритными.




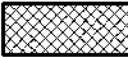
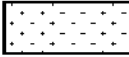

- | | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
|  | - корпуса с шириной панели 480 мм; |  | - корпуса вставных блоков; |
|  | - корпуса с шириной панели менее 480 мм; |  | - несущие рамы блочных каркасов; |

Рисунок 5.6 – Схема БНК «Надел-75А»

Конструкция и размеры полногабаритного блочного корпуса «Надел-75А» приведены на рисунках 5.7 и 5.8. В типоразмерный ряд этих корпусов входят корпуса шести размеров по высоте ($H = 80, 120, 160, 200, 240, 280$) мм и трех размеров по длине (глубине) ($L = 355, 475, 555$ мм). Предусмотрены варианты корпусов с вентиляционными отверстиями в деталях обшивки и без вентиляционных отверстий, с боковыми ручками, как показано на рисунках 5.7 и 5.8, и без боковых ручек.

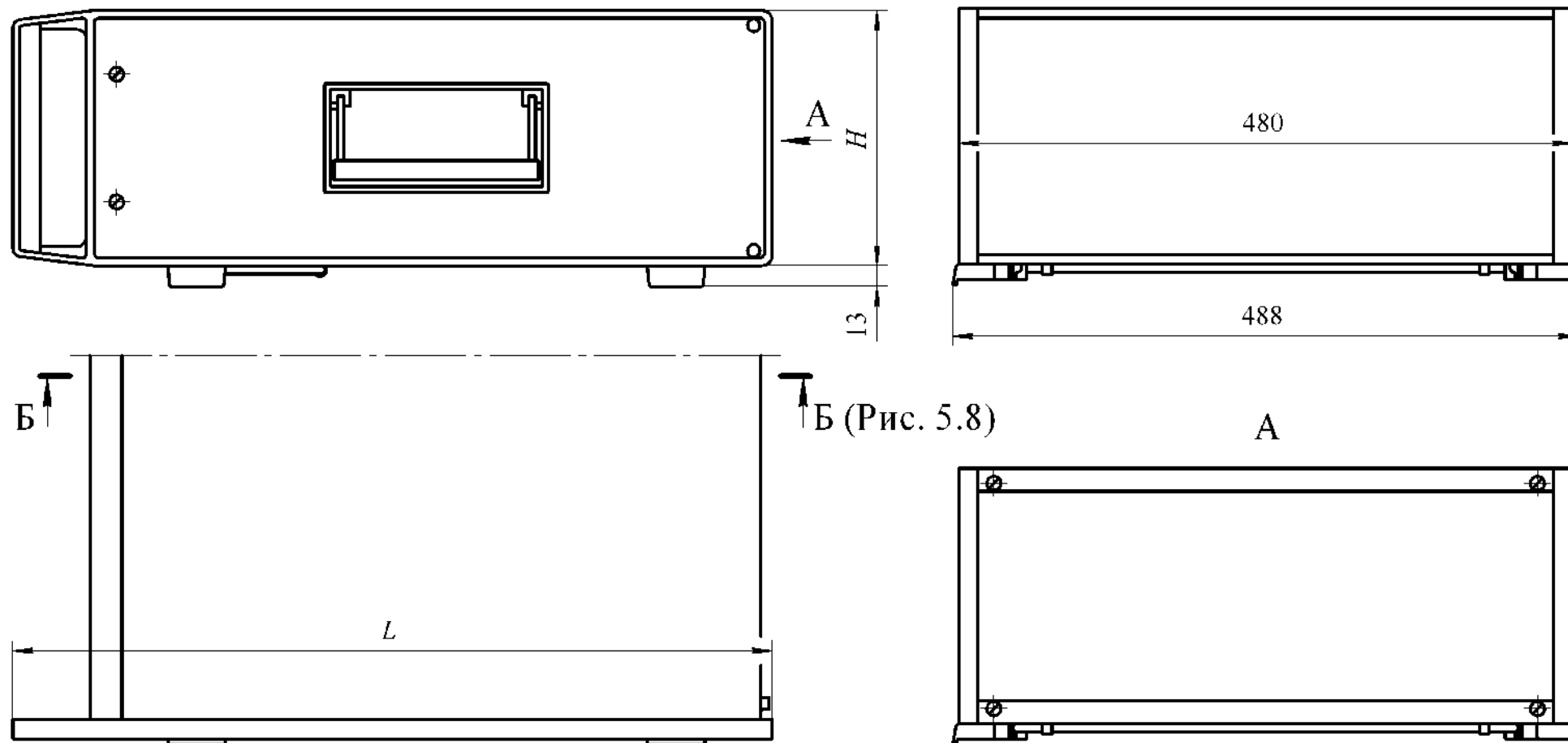


Рисунок 5.7 – Корпус блочный БНК «Надел-75А» (продолжение на рисунке 5.8)

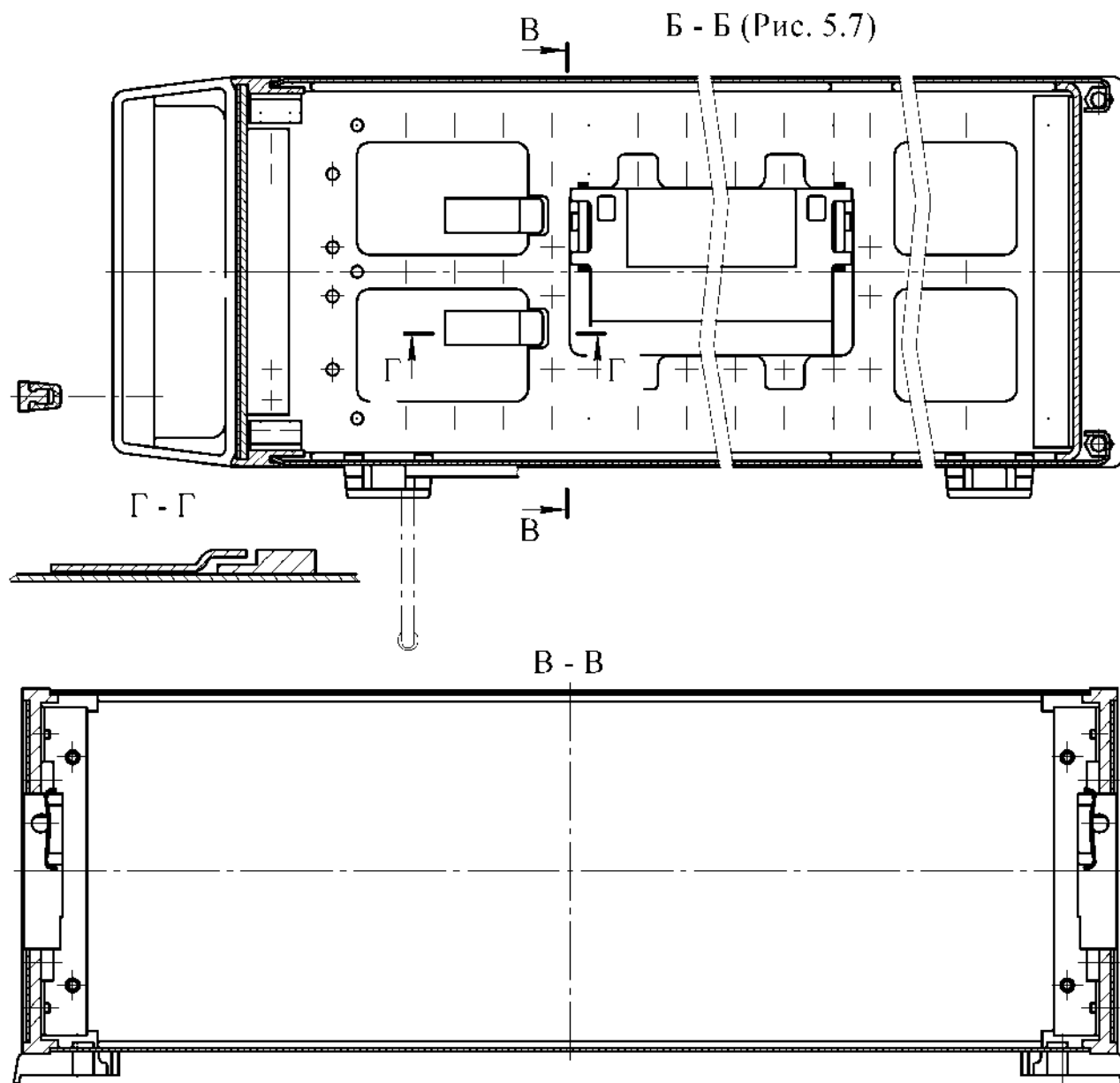
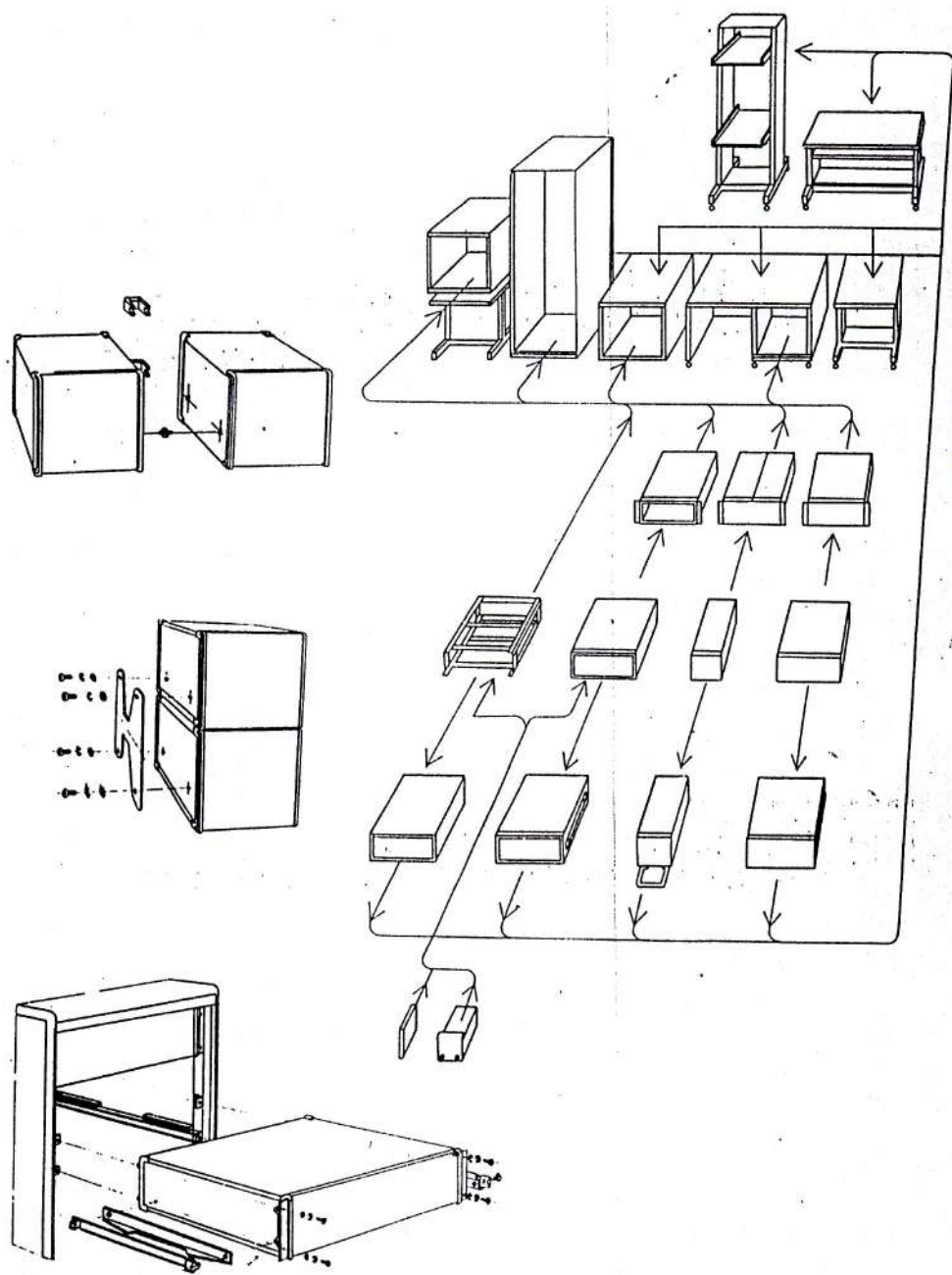


Рисунок 5.8 – Корпус блочный БНК «Надел-75А» (начало на рисунке 5.7)

Малогабаритные корпуса системы «Надел-75А» по конструкциям составных частей несколько отличаются от полногабаритных корпусов, но имеют такую же схему построения.

В середине восьмидесятых годов прошлого столетия в НИИПИ «Кварц» была разработана новая система БНК – «Надел-85». Основное назначение этих БНК, как и предыдущих БНК «Надел», – формирование несущих систем электронных средств измерений, эксплуатирующихся в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в наземных (стационарных и временных) помещениях, кузовах автомобилей и автомобильных прицепов, закрытых помещениях морских и речных судов. Схема построения системы БНК «Надел-85» приведена на рисунке 5.9. И в этой системе наиболее распространенным элементом системы являются блочные корпуса для настольных и переносных приборов, конструкция которых приведена на рисунках 5.10 и 5.11. Размеры корпусов по ширине B образуют ряд 120, 180, 240, 300, 360, 280 мм; размеры по высоте H – ряд 80, 100, 120, 160, 200, 240, 280 мм; размеры по глубине L – ряд 180, 260, 340, 420, 500 мм. Детали обшивки могут быть как с вентиляционными отверстиями, так и без них. В отличие от предыдущих вариантов БНК «Надел» в системе «Надел-85» полногабаритные и малогабаритные образуют единый типоразмерный ряд корпусов с высоким уровнем взаимной унификации по составным частям.



← Рисунок 5.9 – Система БНК «Надел-85»

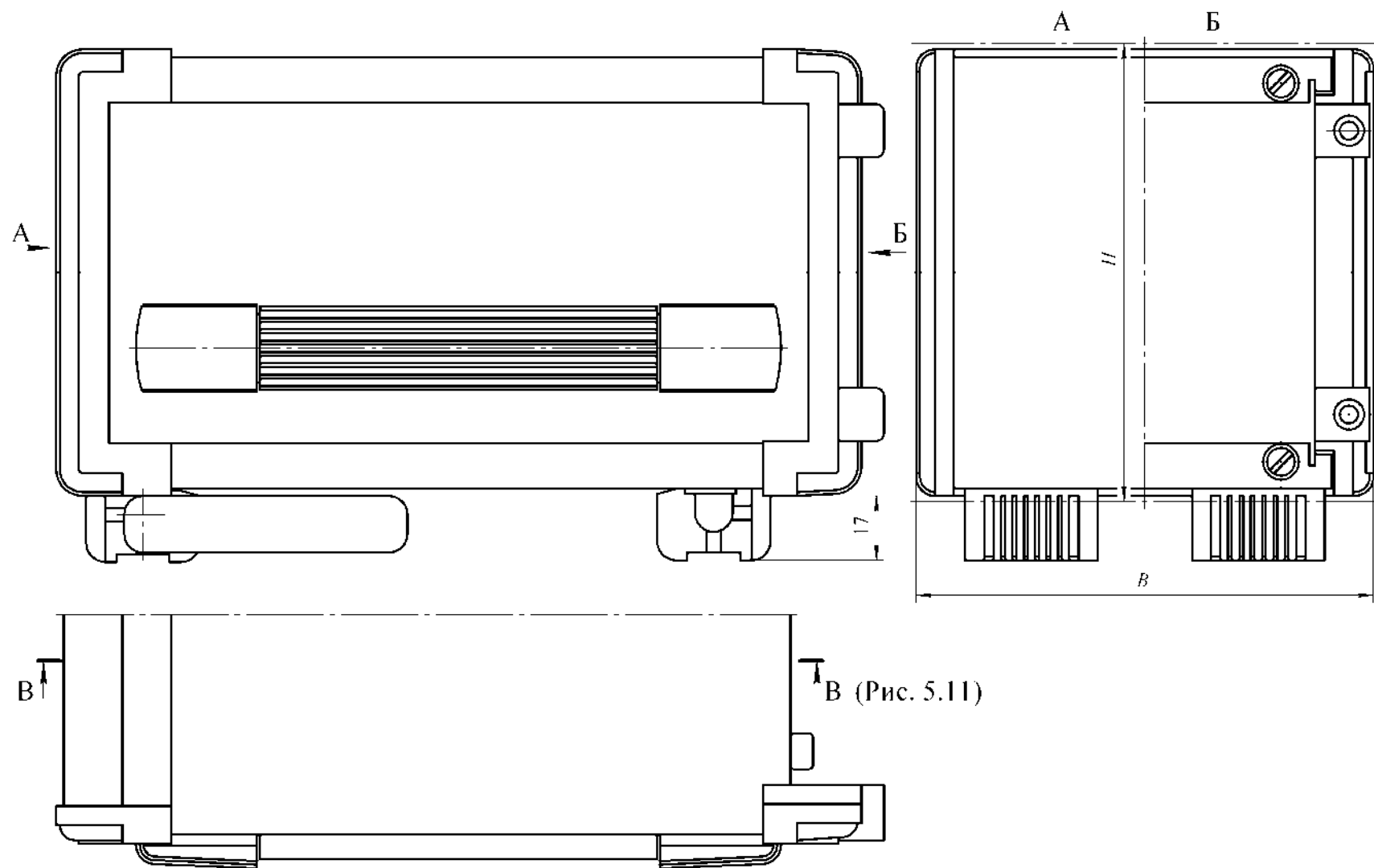


Рисунок 5.10 – Корпус блочный БНК «Надел-85» (продолжение на рисунке 5.11)

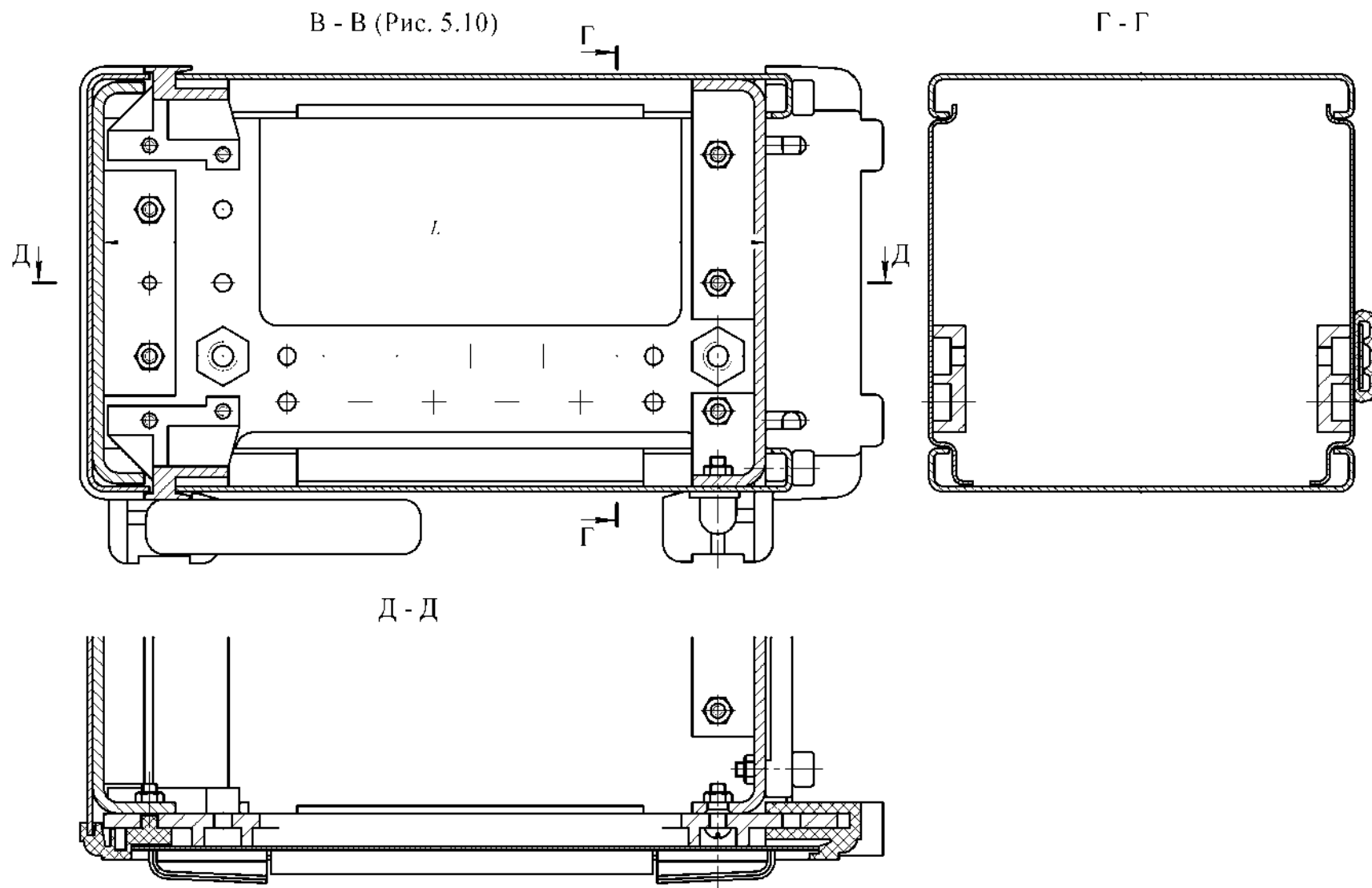


Рисунок 5.11 – Корпус блочный БНК «Надел-85» (начало на рисунке 5.10)

Сложные информационно-измерительные системы и автоматизированные измерительные системы специального технологического оборудования часто получаются агрегатированием из отдельных как универсальных, так специализированных приборов. Для агрегируемых систем в БНК «Надел-85» предусмотрены корпуса шкафов (рисунок 5.12) и столы (рисунок 5.13). Тумба стола представляет собой низкий корпус шкафа, предназначенный для установки приборов в блочных корпусах. Корпуса шкафов имеют четыре типоразмера, отличающихся высотой – 740, 1300, 1600 и 1900 мм; столы имеют варианты с правым и левым расположением тумбы. У корпуса шкафа высотой 740 мм верхняя часть выполнена в виде столешницы, на которую могут устанавливаться настольные приборы. На рисунке 5.14 изображено сечение корпуса шкафа и тумбы стола.

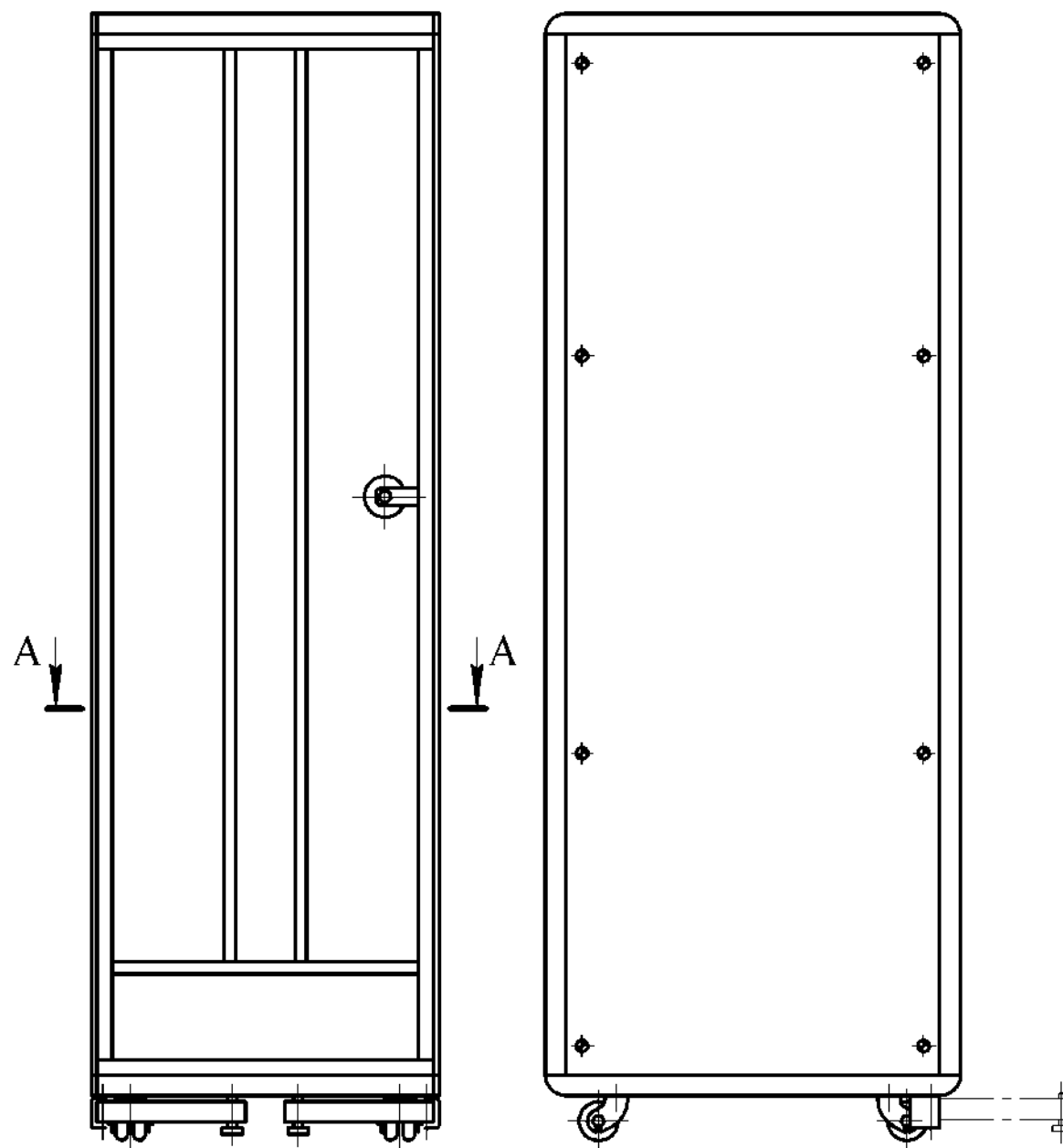


Рисунок 5.12 – Корпус шкафа системы БНК «Надел-85»

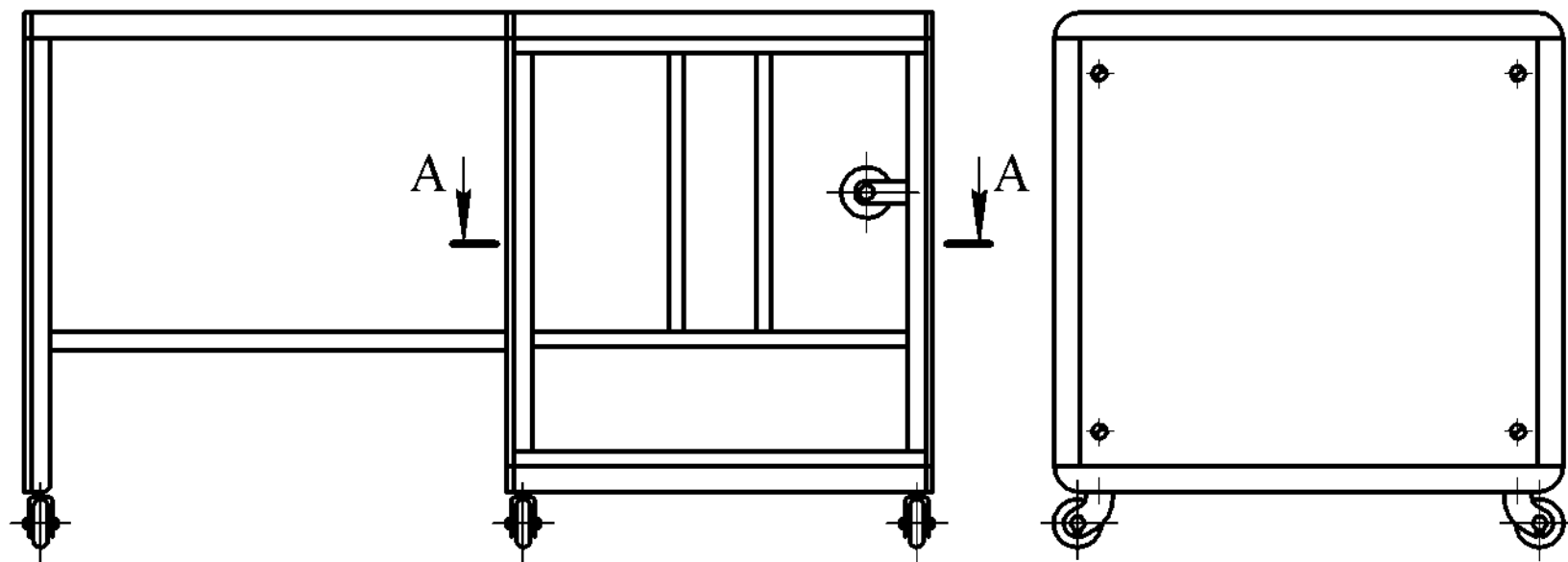


Рисунок 5.13 – Стол системы БНК «Надел-85»

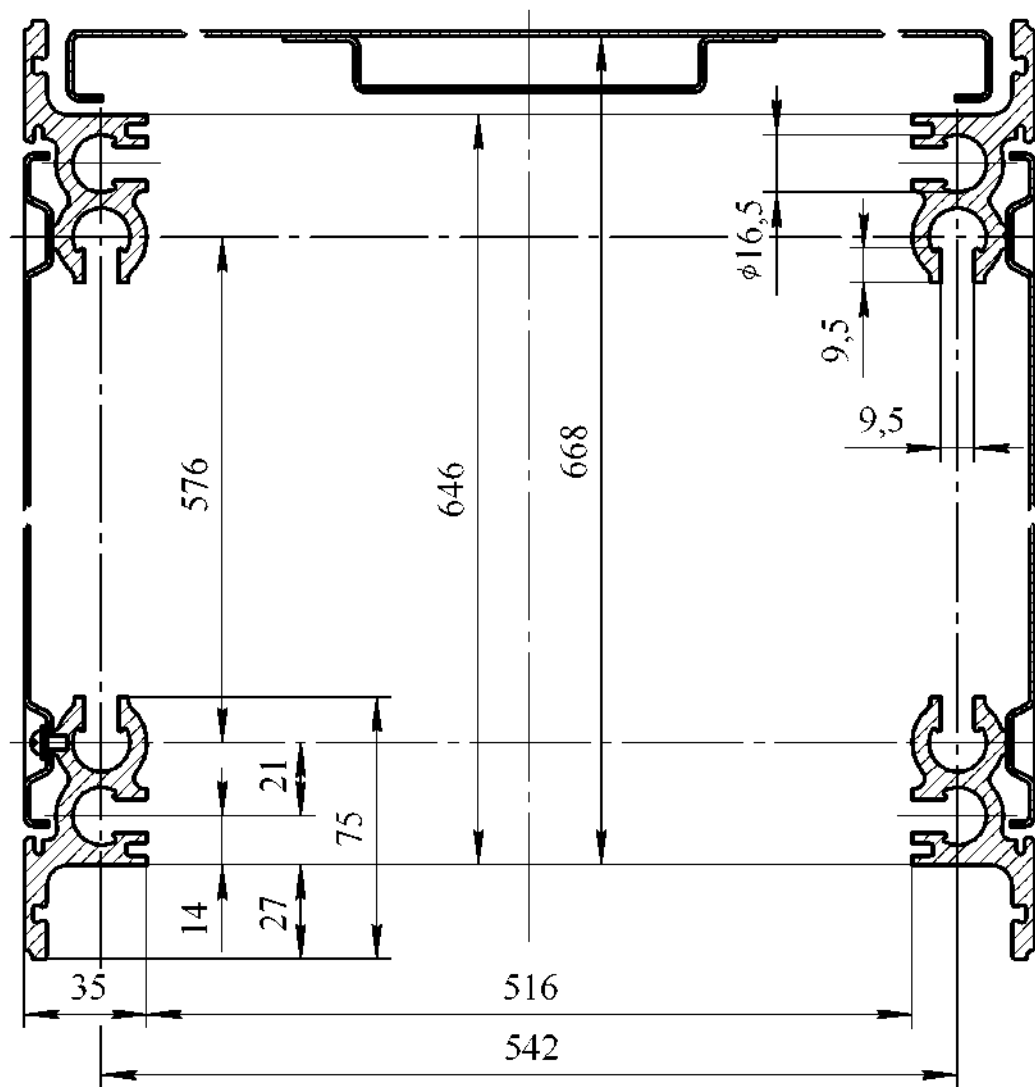


Рисунок 5.14 – Сечение А – А корпуса шкафа и стола (см. рисунки 5.12 и 5.13)

Основные представители БНК «Надел-85» изображены на фотографии (рисунок 5.15).



Рисунок 5.15 – Система БНК «Надел-85»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиров Ю. Д. Научно-техническая подготовка производства. – М.: Экономика, 1989.
2. Амиров Ю. Д. Основы конструирования: Творчество, Стандартизация, Экономика. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
3. Базовый принцип конструирования РЭА / Под ред. Е. М. Парфенова. – М.: Радио и связь, 1981.
4. Барташев Л. В. Конструктор и экономика. – М.: Экономика, 1977.
5. Бобков Н. М. Базовые несущие конструкции аппаратуры Нижегородского приборостроительного // Кварц: Радиоизмерения и электроника: Научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». – 1993. – № 1.
6. Бобков Н. М. Базовые несущие конструкции аппаратуры Нижегородского приборостроительного. Проектирование оболочек герметичных корпусов // Кварц: Радиоизмерения и электроника: Научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». – 1996. – Вып. № 5.
7. Бобков Н. М. Базовые несущие конструкции аппаратуры Нижегородского приборостроительного. Статья 2-я. Блочные корпуса // Кварц: Радиоизмерения и электроника: Научно-технический и рекламно-коммерческий журнал НИИПИ «Кварц». – 1993. – Вып. № 2.
8. Бобков Н. М., Васькин В. П. Базовые несущие конструкции аппаратуры Нижегородского приборостроительного. Статья 3-я. Несущие изделия третьего уровня // Кварц: Радиоизмерения и электроника: Научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». – 1994. – Вып. № 3.
9. Бобков Н. М. БНК РЭС. Применение и проблемы стандартизации // Научно-техническая конференция «В XXI век - с новыми принципами построения аппаратуры»: Тезисы докладов. – Н. Новгород: НИИПИ «Кварц»: Академия технологических наук. Верхне-Волжское отделение, 1999.
10. Бобков Н. М. Вопросы проектирования БНК электронных средств измерений // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 1998. – № 1.
11. Бобков Н. М. Проблемы стандартизации размеров модулей радиоэлектронных средств // Стандарты и качество. – 2000. – № 10.
12. Бобков Н. М. Разработка аппаратуры с использованием базовых изделий и конструкций // Кварц: Радиоизмерения и электроника: Научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». – 1997. – Вып. № 6.
13. Бобков Н. М. Язык стандартов должен быть точным. На примере конструирования несущих систем РЭС // Стандарты и качество. – 1999. – № 2.
14. Васильев А. Л. Модульный принцип формирования техники. – М.: Изд-во стандартов, 1989.

15. Верхопятницкий П. Д., Латинский В. С. Справочник по модульному конструированию радиоэлектронной аппаратуры. – Л.: Судостроение, 1983.
16. ГОСТ Р 1.0 – 92. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения.
17. ГОСТ Р 15.201 – 2000. СРПП. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
18. ГОСТ 2.101 – 68. ЕСКД. Виды изделий.
19. ГОСТ 2.103 – 68. ЕСКД. Стадии разработки.
20. ГОСТ 2.113 – 75. ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы.
21. ГОСТ 2.116 – 84. Карта технического уровня и качества продукции.
22. * ГОСТ 14.004 – 74. Единая система технологической подготовки производства. Термины и определения основных понятий.
23. ГОСТ 14.004 – 83. Единая система технологической подготовки производства. Термины и определения основных понятий.
24. * ГОСТ 12863 – 67. Аппаратура радиоэлектронная. Основные размеры блоков.
25. ГОСТ 15895 – 77. Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.
26. ГОСТ 20504 – 81. Система унифицированных типовых конструкций агрегатных комплексов ГСП. Типы и основные размеры.
27. ГОСТ 20718 – 74. Катушки индуктивности аппаратуры связи. Термины и определения.
28. ГОСТ 23887 – 79. Сборка. Термины и определения.
29. ГОСТ 23945.0 – 80. Унификация изделий. Основные положения.
30. * ГОСТ 23945.1 – 80. Унификация изделий. Основные требования к разработке (выбору) базового изделия.
31. * ГОСТ 23945.2 – 80. Унификация изделий. Порядок задания требований по унификации и стандартизации в техническом задании.
32. ГОСТ 26632 – 85. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально-конструктивной сложности. Термины и определения.
33. ГОСТ 26765.20 – 91. Конструкции базовые несущие радиоэлектронных средств. Система построения и координационные размеры.
34. ГОСТ 27080 – 93. Система КАМАК. Требования к крейту и вставным блокам.
35. ГОСТ 28601.1 – 90. Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Панели и стойки. Основные размеры.
36. ГОСТ 28601.2 – 90. Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Шкафы и стоечные конструкции. Основные размеры.

37. ГОСТ 28601.3 – 90. Система несущих конструкций серии 482,6 мм. Каркасы блочные и частичные подвижные. Основные размеры.
38. Детали и механизмы металлорежущих станков. В 2-х т. Т. 1. Общие основы конструирования. Направляющие и несущие системы. – М.: Машиностроение, 1972.
39. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Пер. с польск. – М.: Мир, 1981.
40. Исследование конструкций несущих систем, электроустановочных изделий и других элементов РЭС. Составление комплекса методических пособий «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах»: Отчет о НИР «Наледь» (промежуточный № 1) / Нижегородский технический колледж (НТК); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР 01990006251; Инв. № 02200000313. – Н. Новгород, 1999.
41. Каталог «Изделия промышленности средств связи». Серия 1. Радиоизмерительные приборы. Тематический выпуск «Радиоизмерительные приборы 90/91». – М.: Центральный отраслевой орган научно-технической информации «ЭКОС», 1989.
42. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих. – М.: Экономика, 1989.
43. Кварц: Электронные измерительные приборы: Юбилейный каталог. – Н. Новгород: Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт «Кварц», 1999.
44. Компоновка и конструкции микроэлектронной аппаратуры: Справочное пособие / П. И. Овсищер, И. И. Лившиц, А. К. Орчинский и др.; Под ред. Б. Ф. Высоцкого, В. Б. Пестрякова, О. А. Пятлина. – М.: Радио и связь, 1982.
45. Кононенко В. Г., Кушнарченко С. Г., Прялин М. А. Оценка технологичности и унификации машин. – М.: Машиностроение, 1986.
46. Кохтев А. А. Основы стандартизации в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1973.
47. Лутченков Л. С. Оптимальное проектирование несущих конструкций как сложных систем. – Л.: Машиностроение, 1990.
48. НГ0.000.007. Руководящий технический материал министерства. Определитель наименований деталей.
49. Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры / П. И. Овсищер, Ю. В. Голованов, В. П. Ковешников и др.; Под ред. П. И. Овсищера. – М.: Радио и связь, 1988.
50. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный № 1) / Закрытое акционерное общество «Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; Инв. № Г 36590. – Н. Новгород, 2000.
51. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный № 2) / Закрытое акционерное общество

«Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485: Инв. № Г 37754. – Н. Новгород, 2001.

52. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы: Отчет о НИР «Берилл» (промежуточный №3) / Закрытое акционерное общество «Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна» (ЗАО «ННПЦСТ «Берег-Волна»); Руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485: Инв. № Г 37899. – Н. Новгород, 2002.

53. Орлов П. И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1 / Под ред. П. Н. Учаева. – М.; Машиностроение, 1988.

54. ОСТ4 Г0.410.206. Аппаратура радиоэлектронная. Несущие конструкции. Термины и определения.

55. Политехнический словарь / Гл. ред. А. Ю. Ишлимский. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998.

56. РД 50-603-1 – 89. Рекомендации. Разработка стандартов на термины и определения.

57. Романов Ф. И., Шахнов В. А. Конструкционные системы микро- и персональных ЭВМ: Практическое пособие. – М.: Высш. шк., 1991.

58. Роцин Г. И. Несущие конструкции и механизмы РЭА: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1981.

59. Р 50-601-5 – 89. СРПП. Формирование исходных требований к продукции.

60. Р 50-601-12 – 89. СРПП. Модернизация, модифицирование и совершенствование выпускаемой продукции.

61. Сиверцев И. Н. Расчет и проектирование судовых конструкций (суда металлические). – М.: Машиностроение, 1968.

62. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р. Г. Варламова. – М.: Советское радио, 1980.

63. Средства связи. – 1985. – № 2.

64. Суриков О. В., Бобков Н. М., Васькин В. П., Смильг М. М., Шаповал А. В. Основные принципы построения базовых несущих конструкций для РИА V поколения // Техника средств связи. Сер. Радиоизмерительная техника. – 1990. – Вып. 5.

65. Терминология Единой системы конструкторской документации: Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

66. Терминология Системы разработки и постановки продукции на производство: Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

67. Техника средств связи. Серия общетехническая. – 1990. – Вып. 3.

68. Техническое средства магистрали VХI: Каталог. – Н. Новгород: Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт «Кварц».

69. Техническое творчество: Теория, методы, практика: Энциклопедический словарь-справочник / Под ред. А. И. Половинкина, В. В. Попова. – М.: НПО «Информ-система», 1995.

70. Технологичность конструкций изделий: Справочник / Т. К. Алферова, Ю. Д. Амиров, П. Н. Волков и др.; Под ред. Ю. Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990.

71. Фролов А. Д. Теоретические основы конструирования и надежности РЭА: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1970.

72. Элементы приборных устройств (Основной курс): Учеб. пособие для студентов вузов. В 2-х ч. Ч. 1. Детали, соединения и передачи / О. Ф. Тищенко, Л. Т. Киселев, А. П. Коваленко и др.; Под ред. О. Ф. Тищенко. – М.: Высш. школа, 1982.

* Стандарты отменены.