

Тема 3. ТИПОВОЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Список сокращений

БНК – базовая несущая конструкция
ВВФ – внешний воздействующий фактор
ЕСКД – Единая система конструкторской документации
КД – конструкторская документация
НИОКР – научно-исследовательские, аванпроектные и опытно-конструкторские работы
НИР – научно-исследовательская работа
ОКР – опытно-конструкторская работа
ОТР – опытно-технологическая работа
РЭА – радиоэлектронная аппаратура
РЭС – радиоэлектронное средство
СРПП – Система разработки и постановки продукции на производство
ТЗ – техническое задание
Т-система – техническая система

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Бобков Н. М. Конструкторская документация и порядок ее разработки // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2	2
Бобков Н. М. Применение положений стандартов ЕСКД в публикациях по конструированию: типичные ошибки // Стандарты и качество. 2004. № 8	23
Бобков Н. М. Типовой порядок разработки технических систем // Справочник. Инженерный журнал. 2018. № 2	36
Содержание хрестоматии	48

Бобков Н. М.

КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПОРЯДОК ЕЕ РАЗРАБОТКИ

Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

Несмотря на то, что Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и Система разработки и постановки продукции на производство (СППП) применяются почти сорок лет, в справочной и учебной литературе встречается большое количество ошибок в изложении их положений. Многие конструкторы и практически все студенты плохо знают ЕСКД и совсем не имеют представлений о СППП. Это отрицательно сказывается на качестве конструкторской документации на производстве и на освоении методов конструирования студентами.

Введение

В ЕСКД термины «конструкторская документация», «проектная документация», «проект» и другие выражают специальные понятия. К сожалению, в справочной и учебной литературе эти термины часто используются не по ЕСКД. Например, термины «конструкторская документация» и «проектная документация» могут использоваться как синонимы. Довольно распространенная ошибка называть рабочие конструкторские документы опытного образца или опытной партии рабочим проектом, а соответствующую стадию разработки – рабочим проектированием. В учебных изданиях курсовыми и дипломными проектами называют комплекты конструкторских и не конструкторских документов, макетов или моделей, в том числе и противоречащие не только нормам ЕСКД, но и логике проектирования [1, 2].

Часто проект отождествляется с каким-то одним документом, например с пояснительной запиской или чертежом общего вида, а то и с таким непроектным документом, как сборочный чертеж. Следующие формулировки – примеры таких ошибок: «Эскизный проект выполняют в масштабе 1:1 ... » [3], «Содержание проекта, как правило, делят на разделы и подразделы», «При изложении текста проекта особое внимание следует уделить написанию чисел, символов » [4]. Правильные формулировки этих требований имеют вид «Чертеж общего вида эскизного проекта выполняют в масштабе 1:1 ... », «Содержание пояснительной записки, как правило, делят на разделы и подразделы», «При изложении текста пояснительной записки особое внимание следует уделить написанию чисел, символов ... ».

Указания «Эскизный проект выполняют ... на чертежной или миллиметровой бумаге» [3], «Чертежи на стадии разработки технического предложения следует выполнять, как правило, на миллиметровой бумаге ...» [4], «Эскизный проект, как и техническое предложение, представляют собой предварительное (черновое) проектирование» [5] создают у начинающих конструкторов и студентов представление, что техническое предложение или эскизный проект – это предварительные (черновые) наброски, эскизы к техническому проекту. Начиная конструкторы часто путают конструкторские документы эскизного проекта с эскизными конструкторскими документами по ГОСТ 2.125 – 88 [6]. По ЕСКД подлинники конструкторских документов эскизного проекта (как и аванпроекта, и технического предложения) по оформлению не отличаются от документов технического проекта. Это официальные документы, обязательные для всех участников разработки (разработчиков, изготовителей, заказчиков); они должны оформляться, сдаваться в архив отдела технической документации и храниться там с соблюдением всех норм ЕСКД. Эскизные конструкторские документы по ГОСТ 2.125 – 88 – не проектные документы. Эти упрощенные в части оформления и обращения документы заменяют рабочие документы при разовых изготовлениях некоторых изделий, действительны только для предприятия, их разработавшего, и не могут входить в состав документации, предъявляемой заказчику и другим организациям.

В учебных изданиях комплексные контрольные работы конструкторского направления, проводимые по окончании изучения учебной дисциплины или окончания учебного заведения в целом, принято называть курсовыми или дипломными проектами, хотя проектами в значении по ЕСКД они, как правило, не являются. Так в учебном пособии [7] курсовым проектом неправильно названа курсовая контрольная работа исследовательского плана. Правильнее называть такую работу курсовой научно-исследовательской работой (НИР). Итоговым документом такой работы должен быть отчет о НИР, правила оформления которого изложены в ГОСТ 7.32 – 91 [8]. Разработка по результатам курсовой (или дипломной) НИР пояснительной записки является ошибкой.

В учебных изданиях нередко ошибки в наименованиях конструкторских документов. Так чертеж общего вида часто называется общим видом или видом общим, пояснительная записка – расчетно-пояснительной запиской [7, 9], а иногда, и объяснительной запиской. На производстве сборочные чертежи иногда называют общими видами, но такое наименование представляет собой технический жаргон, использовать который в документах и учебниках не допустимо.

В учебном пособии [9] чертеж общего вида назван основным конструкторским документам для эскизного проекта, тогда как по ЕСКД чертеж общего вида относится к неосновным конструкторским документам. Основным конструкторским документом (это тоже специальное понятие ЕСКД!) для детали является чертеж детали, для сборочной единицы, комплекса и комплекта – спецификация. Видимо автор хотел сказать, что чертеж общего вида самый необходимый, самый важный для

эскизного проекта, но и это не соответствует действительности. Согласно ГОСТ 2.102 – 68 [10] для эскизного проекта чертеж общего вида – документ не обязательный. С чертежом общего вида связана еще одна ошибка в [9]: «Если чертеж общего вида оформлен как сборочный, то его дополняют спецификацией». Согласно ГОСТ 2.102 – 68 чертеж общего вида – документ исключительно проектный, сборочный чертеж и спецификация – документы исключительно рабочие. Эти документы, разные по назначению, разрабатываемые на разных стадиях, не могут встретиться в одном комплекте документов и не должны использоваться один вместо другого.

Еще одна ошибка из [9]: «К чертежу общего вида заполняется ведомость технического проекта (ТП), которая является документом, определяющим состав изделия». По ГОСТ 2.102 – 68 состав изделий определяет спецификация, ведомость проекта содержит лишь перечень документов, вошедших в проект. Если в разделы спецификации, кроме раздела «Документация», записывают обозначения и наименования изделий, входящих в изделие, на которое составляется спецификация, то в ведомость проекта записывают обозначения и наименования документов, обязательных для применения разработчиком, заказчиком и другими участниками разработки при выполнении и приемке следующей за разработкой данного проекта стадии разработки. В соответствии с ГОСТ 2.106 – 96 [11] в ведомости технического предложения, эскизного и технического проектов записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного проекта и примененные из других проектов и рабочей документации на ранее разработанные изделия. При этом записывают только те документы, которые являются необходимыми и достаточными для рассмотрения и утверждения данного проекта.

Все эти ошибки носят системный характер, являются свидетельством плохого представления о ЕСКД как о системе.

Конструкторские документы

В соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.001 – 93 [12]) к конструкторским документам относятся графические, текстовые, аудиовизуальные (мультимедийные) и иные документы, содержащие информацию об изделии, необходимую для его проектирования, разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации.

D1. Конструкторский документ – документ, который в отдельности или в совокупности с другими документами определяет конструкцию изделия и имеет содержательную и реквизитную части, в том числе установленные подписи.

В ЕСКД конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные и рабочие.

D2. Проектные конструкторские документы (проектные документы) – это конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки.

В ГОСТ 2.102 – 68 установлено три вида проектов – техническое предложение, эскизный проект и технический проект. Определения этих понятий даны в ГОСТ 2.103 – 68 [13].

D3. Техническое предложение – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания (ТЗ) заказчика и различных вариантов возможных решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий, а также патентных материалов. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки эскизного (технического) проекта. Перечень работ при разработке технического предложения – по ГОСТ 2.118 – 73 [14].

D4. Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление о назначении, об устройстве, принципе работы и габаритных размерах разрабатываемого изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей КД. Перечень работ – по ГОСТ 2.119 – 73 [15].

D5. Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей КД. Перечень работ – по ГОСТ 2.120 – 73 [16].

Документами СРПП (ГОСТ Р 15.000 – 94 [17] и Р 50-601-5 – 89 [18]) предусмотрен еще один вид проекта – аванпроект.

D6. Аванпроект – совокупность технических документов, содержащих обоснование разработки технической системы (*t*-системы) и ее показателей, исходные требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации *t*-системы. Перечень работ при выполнении аванпроекта – по Р 50-601-5 – 89.

От проектных документов следует отличать рабочие конструкторские документы.

D7. Рабочие конструкторские документы (рабочие документы) – это конструкторские документы, который в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Рабочие конструкторские документы делятся на производственные, эксплуатационные и ремонтные.

D8. Производственные конструкторские документы (производственные документы) – рабочие конструкторские документы, предназначенные для обеспечения изготовления, контроля, приемки и поставки изделия.

В ЕСКД понятие «производственный конструкторский документ» не используется. Здесь это понятие, составленное на основе понятия «производственная конструкторская документация» [19], введено, чтобы избежать скачка в делении понятия «рабочий конструкторский документ».

D9. Эксплуатационные конструкторские документы (эксплуатационные документы) – конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности с другими документами определяют правила эксплуатации изделия и (или) отражают сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы (ГОСТ 2.601 – 2006 [20]).

D10. Ремонтные конструкторские документы (ремонтные документы) – текстовые и графические рабочие конструкторские документы, которые в отдельности или в совокупности дают возможность обеспечить подготовку ремонтного производства, произвести ремонт изделия и его контроль после ремонта (ГОСТ 2.602 – 95 [21]).

Классификация конструкторских документов по ЕСКД приведена на рис. 1.

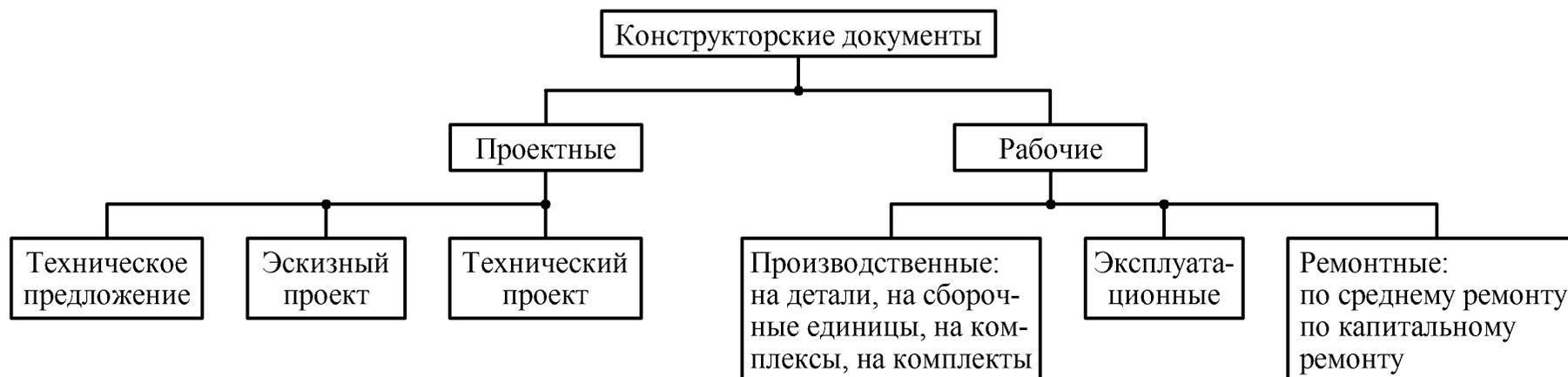


Рис. 1. Классификация конструкторских документов по ЕСКД

Специалисты по строительному конструированию РЭС чаще всего имеют дело со следующими документами.

D11. Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код документа по ЕСКД – ВО. Может разрабатываться для всех проектов, но согласно ГОСТ 2.102 – 68 обязателен только для технического проекта.

D12. Пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений. Код – ПЗ. Документ обязателен для всех проектов.

D13. Ведомость технического проекта (технического предложения, эскизного проекта, аванпроекта) – документ, содержащий перечень документов, вошедших в соответствующий проект. Коды документов – ПТ, ЭП и ТП. Документ обязателен для проектов, в состав которых входят два и более документа.

Чертеж общего вида, пояснительная записка и ведомости проектов являются исключительно проектными документами и в рабочую документацию включаться не должны.

D14. Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Согласно ЕСКД чертежи деталей могут быть включены в документацию технического проекта, но на практике они, как правило, применяются только в рабочей документации.

D15. Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Для чертежей деталей и спецификаций (основных конструкторских документов) коды в ЕСКД не установлены.

D16. Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Код – СБ.

Чертеж детали для деталей, сборочный чертеж для сборочных единиц и спецификация для всех специфицированных изделий являются обязательными рабочими документами.

D17. Электромонтажный чертеж – документ, содержащий данные необходимые для выполнения электромонтажа изделия. Код – МЭ.

От электромонтажного чертежа, по существу представляющего собой разновидность сборочного чертежа, и работы по которому выполняются на предприятии-изготовителе изделия, следует отличать монтажные чертежи.

D18. Монтажный чертеж – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия. Код – МЧ.

Монтажный чертеж выпускается также в тех случаях, когда необходимо показать соединение составных частей комплекса на месте эксплуатации.

Спецификация, сборочный чертеж и монтажный чертеж – исключительно рабочие конструкторские документы. В проектную документацию эти документы включаться не должны.

Установленные в ЕСКД правила оформления основных элементов (изображений, текстовой информации и т. д.) в чертеже общего вида, сборочном и монтажном чертежах являются одинаковыми, поэтому эти документы имеют значительное внешнее сходство. Их иногда неправильно применяют и опытные конструкторы. В студенческих работах ошибки в применении этих документов – обычное явление. Согласно ГОСТ 2.102 – 68 чертеж общего вида – документ проектный и не предназначен для изготовления по нему изделий. В рабочую КД его включать нельзя. В учебных (курсовых и дипломных) работах конструкторского профиля вместо него часто используют сборочный чертеж. Это ошибка. Сборочный чертеж – документ рабочий. По нему ведут сборку изделий при изготовлении. Заметим, что выполнить полноценный сборочный чертеж более или менее сложного изделия за время, отводимое на дипломную работу, не сможет даже опытный конструктор, студент – тем более.

Монтажный чертеж предназначен для установки изделия (если изделие – сборочная единица) или составных частей изделия (если изделие – комплекс или комплект) на месте использования. Этот документ – только рабочий и в проектах не применяется. Не относится он и к числу обязательных рабочих документов. При разработке рабочей КД на сборочную единицу он часто не разрабатывается совсем или совмещается со сборочным чертежом.

Монтажный чертеж на сборочную единицу не должен выпускаться вместо сборочного чертежа. Это нарушение требований ЕСКД.

Чтобы ошибок в применении сборочного и монтажного чертежей не было, необходимо всегда помнить о различиях в значениях терминов «сборка» и «монтаж» по ГОСТ 23887 – 79 [22].

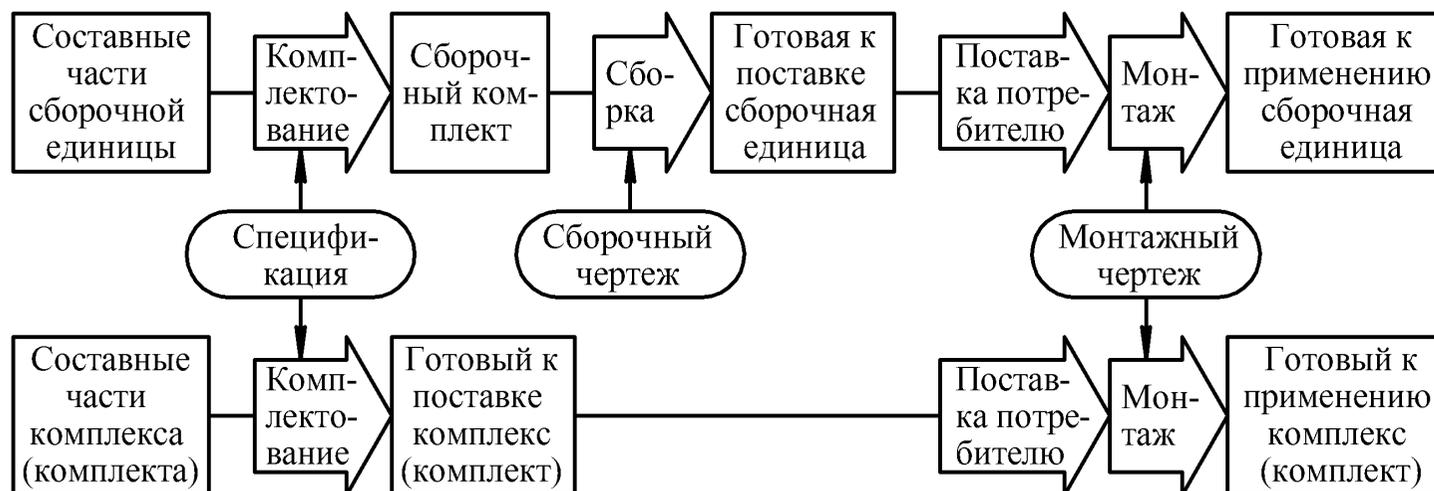
D19. Сборка – образование разъемных и неразъемных соединений составных частей изделия, например: свинчивание, клепка, сварка.

Сборка – одна из заключительных операций изготовления сборочной единицы (только сборочной единицы!). Сборка изделия ведется по сборочному чертежу, как правило, на предприятии-изготовителе изделия.

D20. Монтаж – установка изделия или его составных частей на месте использования.

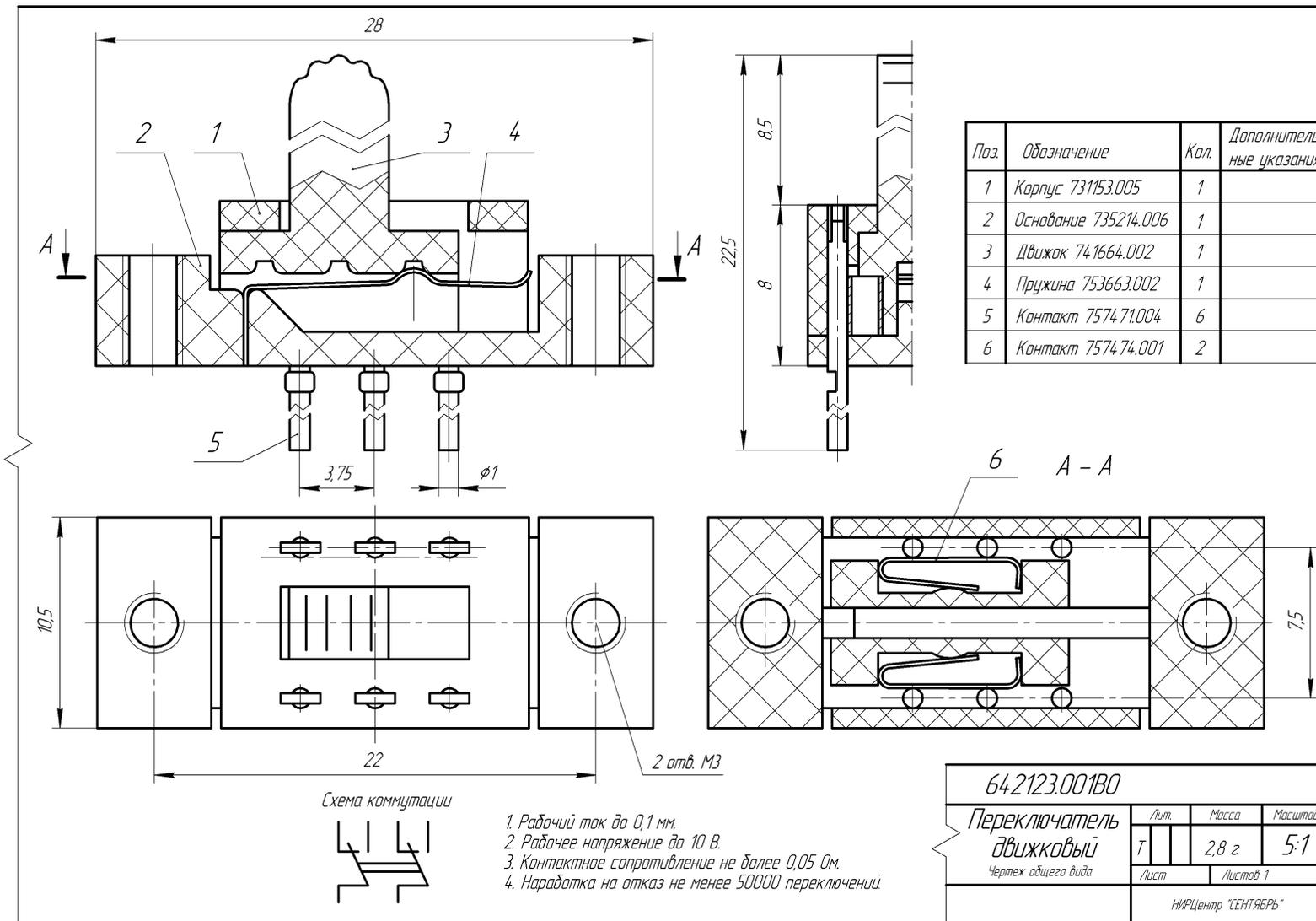
Монтаж уже изготовленного изделия (любого изделия, т. е. детали, сборочной единицы, комплекса, комплекта) ведется по монтажному чертежу, если он разрабатывался, или по руководству по эксплуатации после поставки на место

использования. Назначение спецификации, сборочного чертежа и монтажного чертежа в процессе изготовления изделий иллюстрирует схема на рис. 2.

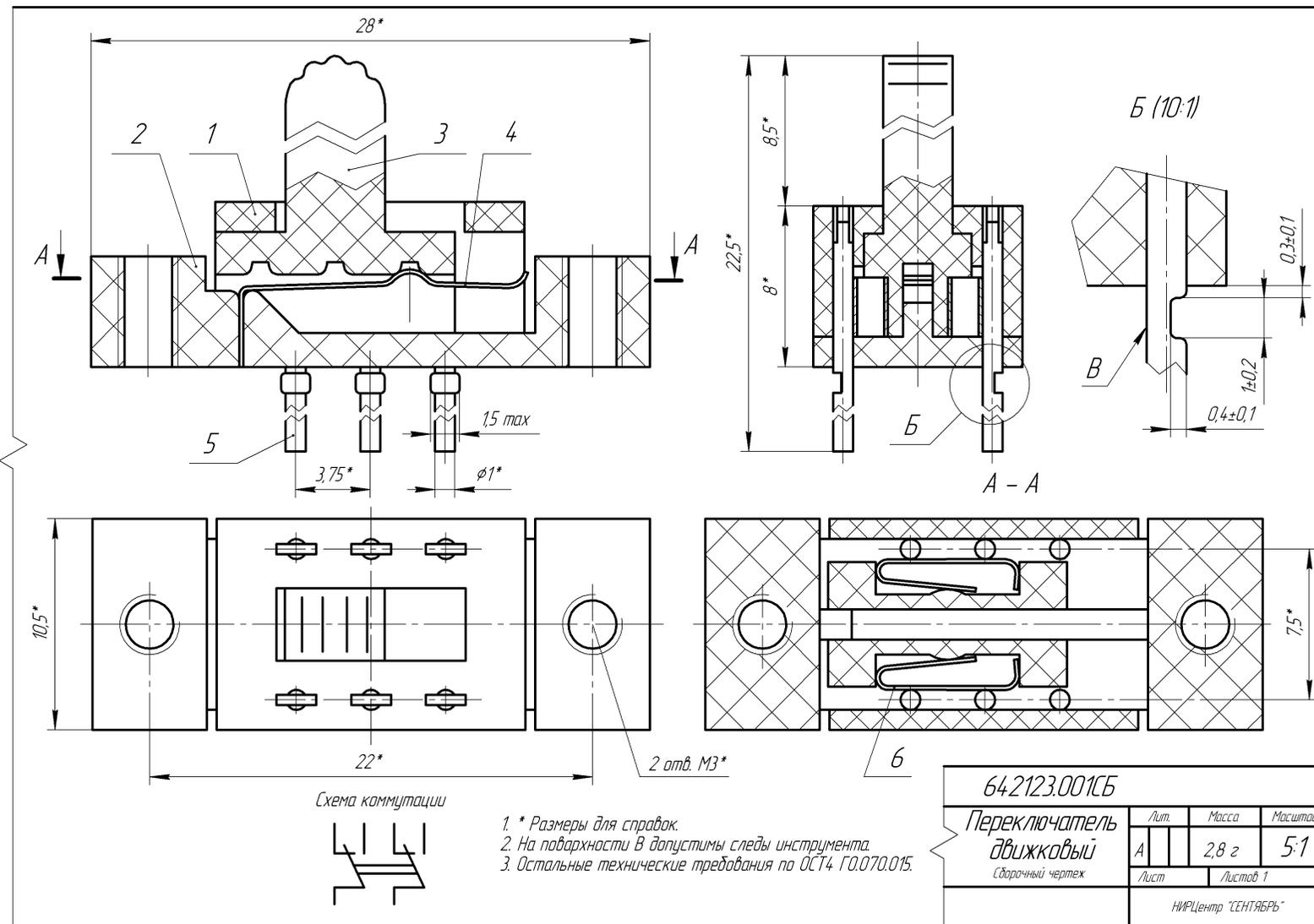


← Рис. 2. Назначение спецификации, сборочного чертежа, монтажного чертежа

На рис. 3 – 5 приведены примеры чертежа общего вида, сборочного чертежа и монтажного чертежа на сборочную единицу – переключатель. На рис. 6 изображен монтажный чертеж на переключатель, представляющий собой комплект деталей, соединяемых между собой при монтаже на месте использования – печатной плате. Такой переключатель до монтажа собрать нельзя, и выпускать сборочный чертеж на него не имеет смысла. Обозначения изделий и документов на рисунках в статье – условные.



← Рис. 3. Пример оформления чертежа общего вида



← Рис. 4. Пример оформления сборочного чертежа

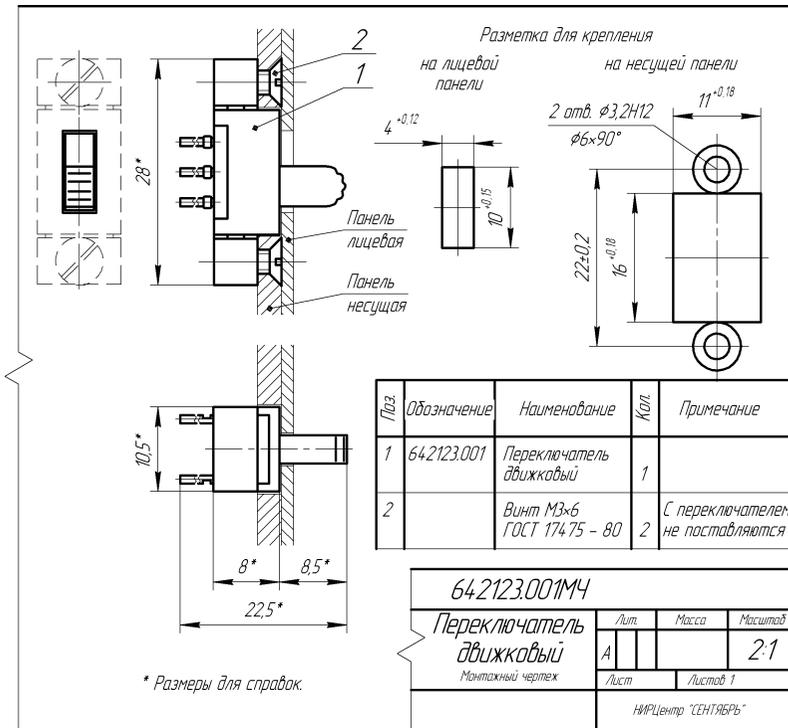


Рис. 5. Пример оформления монтажного чертежа на сборочную единицу

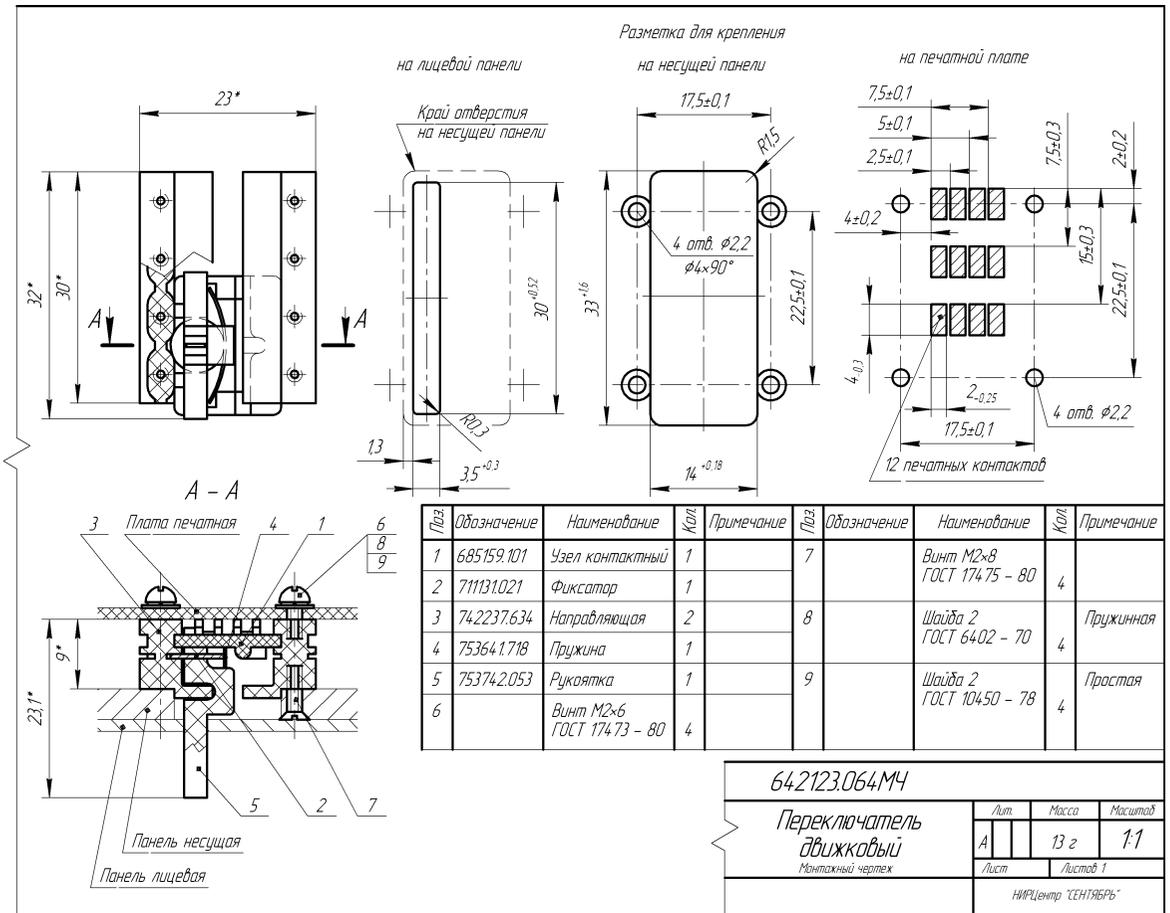


Рис. 6. Пример оформления монтажного чертежа на комплект

D21. Технические условия – документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах. Код – ТУ. Документ может входить как в проектную, так и в рабочую документацию.

D22. Схема – конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделий и связи между ними.

Схемы могут входить как в проектную, так и в рабочую документацию. Номенклатура схем установлена в ГОСТ 2.701 – 2008 [23]. По признакам принципа действия и связей составных частей изделия схемы делятся на виды: электрические, гидравлические, кинематические, деления и др. По признаку основного назначения схемы делятся на типы: структурные, функциональные, принципиальные, расположения и др. В КД на РЭС обычно входят электрические схемы: структурная (код – Э1), функциональная (код – Э2), принципиальная (код – Э3) и др.

При формировании комплекта спецификаций на изделие может возникнуть необходимость в схеме деления изделия на составные части.

D23. Схема деления на составные части (схема деления) – конструкторский документ, определяющий состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязь [24]. Код – Е1. Схему разрабатывают на стадии «Технический проект» (или на стадии «Эскизный проект», если стадия «Технический проект» не выполняется).

Пример выполнения схемы деления фонаря по рис. 7 приведен на рис. 8.

D24. Руководство по эксплуатации – эксплуатационный документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) изделия, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации изделия и его составных частей. Код – РЭ. Документ исключительно рабочий.

Все графические документы (чертежи, схемы) могут быть выполнены в электронной форме как электронные чертежи и (или) как электронные модели изделия. Все текстовые документы могут быть выполнены в электронной форме. Вид документа и его наименование при этом сохраняются.

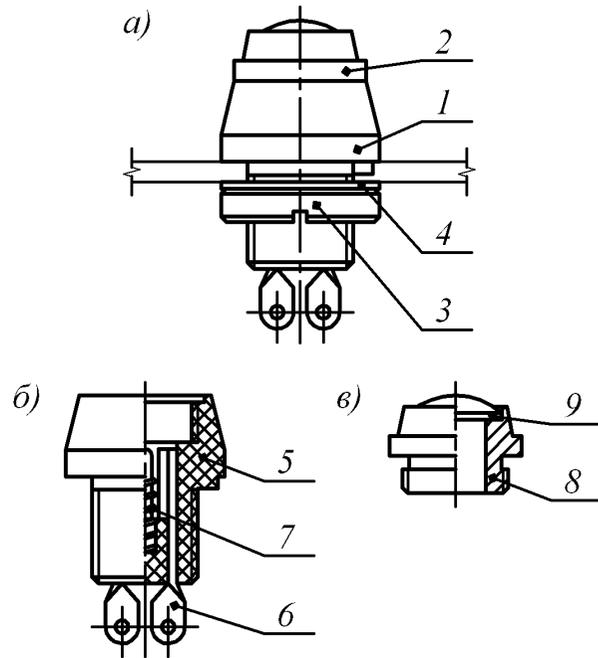


Рис. 7. Фонарь сигнальный КПРТ.67665.003 (а), его корпус (б) и колпачок (в):
 1 – корпус КПРТ.301176.005, 2 – колпачок ЕРНГ.676834.008,
 3 – гайка КПРТ.758442.001, 4 – шайба КПРТ.758486.001,
 5 – корпус КПРТ.714532.001, 6 – вывод КПРТ.757474.012,
 7 – пружина КПРТ.753511.114, 8 – оправка ЕРНГ.714551.006,
 9 – светофильтр ЕРНГ.756411.001

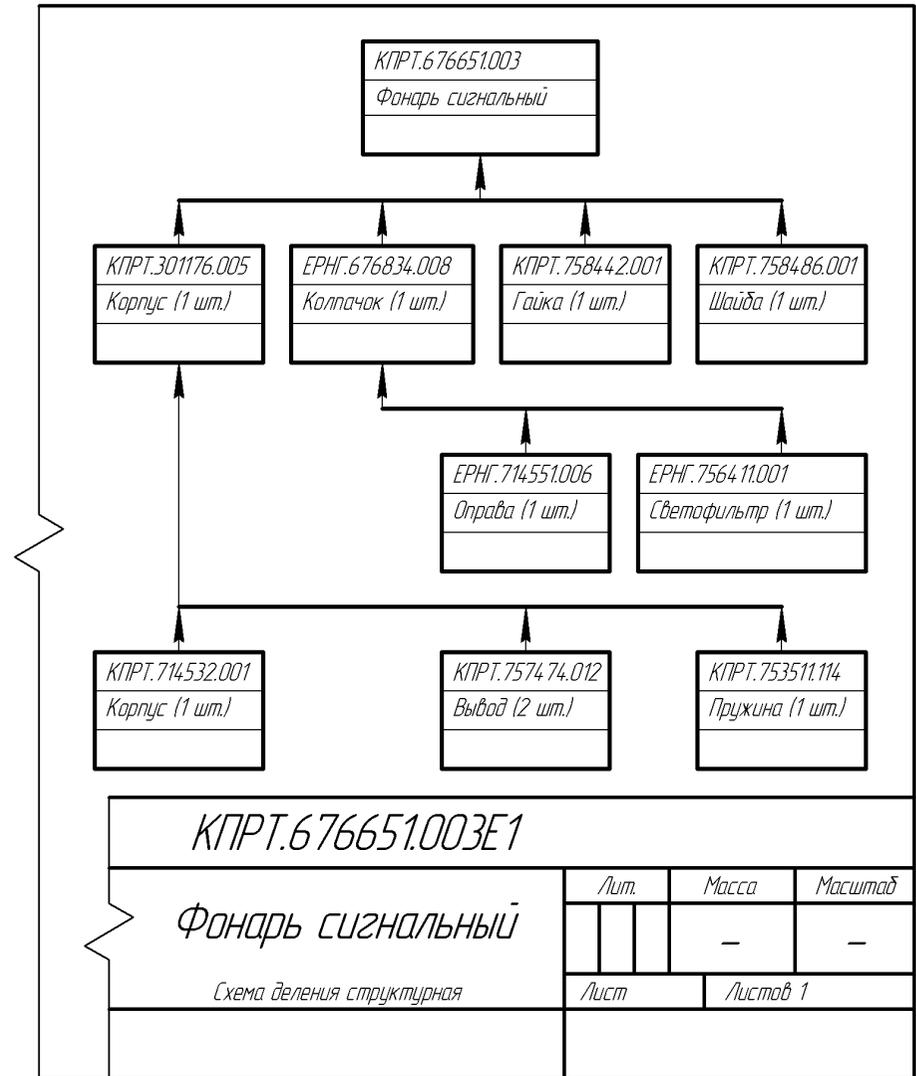


Рис. 8. Схема деления структурная фонаря по рис. 7

Общий порядок разработки конструкторской документации

Для разработки *t*-систем в документах СРПП предусмотрено три организационных формы официально проводимых работ: научно-исследовательская работа (НИР) [25], разработка аванпроекта и опытно-конструкторская работа (ОКР), которые в тех случаях, когда нет необходимости подчеркивать различия между ними, обозначаются аббревиатурой НИОКР. Для создания новых веществ, материалов, разработки технологических процессов выполняются опытно-технологические работы (ОТР).

Выполнение ОКР для разработки *t*-систем, как правило, является обязательным. Исключение составляют несложные и недорогие в разработке *t*-системы, разработка которых чаще всего ведется по инициативе предприятия-разработчика и серийное изготовление которых планируется тоже предприятием-разработчиком. Такие *t*-системы могут разрабатываться без проведения официальных НИОКР.

ОКР могут проводиться для разработки как серийных, так и единичных *t*-систем.

D25. Опытно-конструкторская работа – комплекс работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытный (головной) образец создаваемой (модернизируемой, модифицируемой) *t*-системы, изготовлению и испытаниям опытного (головного) образца (опытной партии) этой *t*-системы.

Стадии (этапы) конкретной ОКР и порядок их проведения устанавливаются в ТЗ на ОКР и договоре (контракте) на ее выполнение. Согласно ГОСТ Р 15.201 – 2000 [26] при разработке продукции производственно-технического назначения ОКР в общем случае включает в себя: 1) разработку технической (конструкторской и технологической) документации, изготовление опытных образцов, 3) приемку результатов ОКР. В тех случаях, когда ТЗ на ОКР разрабатывается исполнителем ОКР, первой стадией ОКР может быть разработка ТЗ.

В соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.103 – 68) разработка КД в общем случае выполняется в четыре стадии – «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект» и «Рабочая конструкторская документация». Названия стадий разработки КД заключены в кавычки, чтобы отличить их от названий разрабатываемых на этих стадиях комплектов КД.

Проектные стадии включает в себя следующие этапы: подбор материалов; разработка проекта с присвоением документам литеры («П» – для технического предложения, «Э» – для эскизного проекта, «Т» – для технического проекта); изготовление и испытание материальных макетов (при необходимости) и (или) разработку, анализ электронных макетов (при необходимости); рассмотрение и утверждение проекта.

Требования к материальным макетам – по ГОСТ 2.002 – 72 [27].

Понятие «материальный макет» из ГОСТ 2.103 – 68 соответствует понятию «макет» из рекомендаций Р 50-605-80 – 93 [28] и справочника [29].

D26. Макет (материальный) – упрощенное воспроизведение в определенном масштабе t -системы или ее части, на котором исследуются отдельные характеристики изделия, а также правильность принятых технических и художественных решений.

Термин «материальный макет» применяется обычно для модели, в которой сохраняются количественные соотношения между элементами изделия и моделируются отдельные его свойства, например, внешний вид.

Материальные макеты подвергаются исследовательским испытаниям.

D27. Исследовательские испытания – испытания, проводимые для определения характеристик свойств t -системы (ГОСТ 16504 – 81 [30]).

Вместо материальных макетов или в дополнение к ним могут разрабатываться и анализироваться электронные макеты. Требования к электронным макетам – по ГОСТ 2.052 – 2006 [31].

D28. Электронный макет – электронная модель изделия, описывающая его внешнюю форму и размеры, позволяющая полностью или частично оценивать его взаимодействие с элементами с элементами производственного и (или) эксплуатационного окружения, служащая для принятия решений при разработке изделия и процессов его изготовления и использования.

Стадия «Рабочая конструкторская документация» включает в себя разработку рабочей КД, изготовление и испытания опытных образцов, приемку результатов ОКР.

D29. Опытный образец – образец t -системы, изготовленный по вновь разработанной рабочей конструкторской и технологической документации для проверки путем испытаний соответствия его заданным техническим требованиям с целью принятия решения о возможности постановки на производство и (или) использования по назначению.

Обычно с первого раза изготовить опытные образцы, отвечающие всем предъявленным требованиям, не удастся. В конструкцию первоначально изготовленных опытных образцов приходится вносить много изменений («доводить опытные образцы»), добиваясь улучшения их характеристик. Эти изменения проверяются на доводочных испытаниях.

D30. Доводочные испытания – исследовательские испытания, проводимые при разработке продукции с целью оценки влияния вносимых в нее изменений для достижения заданных значений параметра.

После достижения заданных характеристик опытные образцы подвергают предварительным испытаниям.

D31. Предварительные испытания – контрольные испытания опытных образцов и (или) опытных партий с целью определения возможности их предъявления на приемочные испытания.

Предварительные испытания являются самопроверкой разработчика перед представлением опытных образцов (опытных партий) на приемочные испытания. Можно считать (несколько упрощенно), что на предварительных испытаниях руководство разрабатывающего предприятия принимает ОКР у своих сотрудников – непосредственных исполнителей этой ОКР – перед тем, как пригласить для приемки работы заказчика. Эти испытания проводятся комиссией, назначаемой разработчиком, поэтому в документах их иногда неправильно называют заводскими. В некоторых документах эти испытания называют стендовыми, что также является ошибкой.

Если опытные образцы выдерживают предварительные испытания с положительными результатами, то разработчик по результатам изготовления, доводочных и предварительных испытаний корректирует рабочую КД, присваивает ей литеру «О» и направляет заказчику уведомление о готовности ОКР к приемке. Приемочная комиссия, председателем которой назначается представитель заказчика или основного потребителя, проводит приемочные испытания.

D32. Приемочные испытания – контрольные испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые соответственно с целью решения вопроса о постановки этой продукции на производство и (или) использования по назначению.

При положительных результатах приемочных испытаний рабочая КД корректируется и ей присваивается литера «О₁».

Для сокращения объема приемочных испытаний и (или) повышения достоверности их результатов комиссия может принять во внимание результаты испытаний, проведенных ранее.

В соответствии с документами СРПП (например, рекомендациями Р 50-601-11 – 89 [32]) комиссия может признать достаточными для принятия решения результаты предварительных испытаний и принять ОКР без проведения приемочных испытаний.

Для особо сложных *t*-систем мелкосерийного и единичного производства с длительным циклом изготовления и монтажа, требующих значительных материальных и финансовых затрат, изготовление опытных образцов может не предусматриваться. В этом случае вместо опытных образцов (которые изготавливаются только для испытаний и не предназначаются для эксплуатации) испытываются головные образцы – первые образцы единичной или мелкосерийной продукции, передаваемые после испытаний потребителю для эксплуатации.

D33. Головной образец – образец t -системы, изготовленный по вновь разработанной рабочей КД для применения заказчиком с одновременной отработкой конструкции и технической документации для производства и эксплуатации последующих изделий данной партии или серии.

Головных образцов при создании конкретных t -систем может быть несколько.

Для разработки некоторых составных частей t -систем, контрольно-испытательного оборудования, тренажеров, математического или метрологического обеспечения разработки и эксплуатации t -системы могут выделяться составные части ОКР, выполняемые соисполнителями (сторонними организациями) по контракту с исполнителем ОКР. В этих случаях исполнитель ОКР выполняет функции заказчика по отношению к исполнителям составных частей ОКР, координирует их работу и несет ответственность за качество и научно-технический уровень ОКР в целом.

Разработка рабочей КД на изделия серийного (массового) производства не заканчивается с окончанием ОКР. Окончательная отработка рабочей КД ведется при подготовке и освоении производства, которые обычно в ОКР не входят.

Роль проектов в системе конструкторской документации

Выполнение стадий «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект» и разработка соответствующих проектов обычно предусматривается в ТЗ на ОКР. Необходимость выполнения проектных стадий ОКР и их количество, также как необходимость проведения НИР и разработок аванпроектов, обуславливается сложностью и новизной работы, наличием неопределенности в исходных данных, участием в разработке кроме организации-разработчика других организаций (заказчика, потребителя, изготовителя, органов государственного надзора и т. д.).

Если есть возможность строго и однозначно сформулировать все требования к новой t -системе в ТЗ на ОКР (например, при модернизации или модифицировании t -системы), то нет необходимости в проведении всех предусмотренных ЕСКД проектных стадий. Можно ограничиться разработкой эскизного или технического проекта. Если разработчик выполняет разработку по собственной инициативе за свой счет и планирует сам изготавливать новую t -систему, то он может все работы, выполнение которых предусмотрено на проектных стадиях, выполнить на стадии «Рабочая конструкторская документация» без оформления проектов.

Если разработчик выполняет разработку новой t -системы по заказу другой организации в условиях, когда исходные данные из-за новизны работы нельзя полностью и однозначно сформулировать и их приходится устанавливать или уточнять

в процессе разработки, то разработка проектов является необходимой. Проекты (как совокупности документов) являются средством официального согласования конструкции t -системы (предварительных или окончательных технических решений t -системы, данных о ее назначении, параметрах, устройстве и принципе работы) со всеми участниками разработки – разработчиком, заказчиком ОКР, основным потребителем t -системы и ее изготовителем.

Необходимость разработки и изготовления макетов (моделей) их перечень и количество, а также количество опытных образцов определяют в ТЗ и договоре (контракте) на ОКР.

Макеты следует отличать от экспериментальных образцов.

D34. Экспериментальный образец – образец t -системы, обладающий основными признаками намечаемой к разработке t -системы, изготавливаемый с целью проверки предлагаемых и уточнения отдельных характеристик для использования их при разработке этой t -системы.

Экспериментальный образец всегда выполняется в натуральную величину и представляет собой законченную в функциональном отношении t -систему, пригодную для исследовательских испытаний. Экспериментальные образцы могут изготавливаться в процессе проведения НИР и разработок аванпроектов. Согласно СРПП в ОКР экспериментальные образцы не изготавливаются.

Проект по ЕСКД – это не отдельный документ, это всегда совокупность документов. Аванпроект, техническое предложение и эскизный проект могут состоять только из одной пояснительной записки. Но и в этом случае именно проект состоит из пояснительной записки, а не пояснительная записка является проектом. Какой-либо документ в отдельности отождествлять с проектом нельзя. Точно также как в математике множество, состоящее из одного элемента, недопустимо отождествлять с этим элементом. Правовое значение этого положения состоит в следующем. Согласно ГОСТ 2.103 – 68 стадия «Эскизный проект», например, выполняет в три этапа: 1) разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры «Э», 2) изготовление и испытания макетов (при необходимости), 3) рассмотрение и утверждение эскизного проекта. Утверждение пояснительной записки эскизного проекта главным конструктором предприятия, главным конструктором ОКР или другим должностным лицом предприятия-разработчика осуществляется перед сдачей эскизного проекта в архив технической документации на первом этапе. Утверждение эскизного проекта, в том числе и состоящего только из этой пояснительной записки, осуществляется разработчиком или заказчиком (юридическими лицами) на третьем этапе.

Проектная КД не предназначена для использования в производстве. Любой проект служит основанием для выполнения следующей за разработкой данного проекта стадии разработки. Последний из проектов (обычно эскизный или технический) содержат исходные данные для разработки рабочей КД и, по существу, представляет собой уточненное, конкретизированное

и обязательное для исполнения задание на разработку рабочей КД. Отклонения в рабочей КД от проекта должны согласовываться со всеми участниками разработки, утвердившими и согласовавшими проект.

Отсутствие в ОКР формальных стадий «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект» совсем не означает отсутствие внутреннего проектирования. Внутреннее проектирование может быть выполнено в начале стадии «Рабочая конструкторская документация», если ОКР выполняется в одну стадию. Внутреннее проектирование может быть выполнено и в процессе выполнения НИР или разработки аванпроекта, если в процессе выполнения этих работ будет установлено, что разработка новой t -системы не представляет той сложности, как предполагалось при планировании работ. ОКР в этом случае можно также провести в одну стадию «Рабочая конструкторская документация».

Заключение

В предусмотренной стандартами ЕСКД и СРПП процедуре последовательного выполнения сначала все более подробных проектов и только потом рабочей КД отражен объективный итерационный процесс формирования (поиска) конструкции новой t -системы и, о чем часто забывают, тоже итерационный процесс согласования этой конструкции с основными участниками разработки. Проекты разрабатываются и рассматриваются участниками разработки для того, чтобы до разработки рабочей КД и изготовления опытных образцов t -систем оценить конструктивные решения и отклонить те из них, для установления непригодности которых достаточно проектной КД. Только проектной КД достаточно, чтобы принять решения по технологичности, преемственности, унификации и ряду других характеристик новой t -системы. Такая оценка дает возможность избежать чрезмерных затрат времени, материальных и финансовых ресурсов на разработку большого объема рабочей КД и изготовление экспериментальных и опытных образцов.

Общий порядок разработки t -систем обычно оговаривается в ТЗ или договоре (контракте). И исполнителю и заказчику НИОКР при составлении этих документов необходимо следить, чтобы стандартный порядок разработки и терминология, установленные документами ЕСКД и СРПП, тщательно соблюдались. Это позволит избежать многих конфликтов при разработке.

Принципы, лежащие в основе положений ЕСКД и СРПП, отражают объективно существующую логику создания новой техники. Изучение этих принципов студентами – необходимый шаг в изучении конструирования t -систем и, в частности, строительного конструирования РЭС.

Список литературы

1. Бобков Н. М. Применение положений стандартов ЕСКД в публикациях по конструированию: Типичные ошибки // Стандарты и качество. – 2004. – №8.
2. Бобков Н. М. ЕСКД и СРПП в учебных конструкторских разработках // Стандарты и качество. – 1999. – №6.
3. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1985.
4. Тарабасов Н. Д., Учаев П. Н. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983.
5. В помощь конструктору-станкостроителю / В. И. Калинин, В. Н. Никифоров, Н. Я. Никифоров и др. – М.: Машиностроение, 1983.
6. ГОСТ 2.125 – 88. ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.
7. Парфенов Е. М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов / Е. М. Парфенов, Э. Н. Камышная, В. П. Усачев. – М.: Радио и связь, 1989.
8. ГОСТ 7.32 – 91. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
9. Курсовое проектирование механизмов РЭС: Учеб. пособие для вузов / В. В. Джамай, И. П. Плево, Г. И. Роцин, И. Б. Федюк; под ред. Г. И. Роцина. – М.: Высш. школа, 1991.
10. ГОСТ 2.102 – 68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
11. ГОСТ 2.106 – 96. ЕСКД. Текстовые документы.
12. ГОСТ 2.001 – 93. ЕСКД. Общие положения.
13. ГОСТ 2.103 – 68. ЕСКД. Стадии разработки.
14. ГОСТ 2.118 – 73. ЕСКД. Техническое предложение.
15. ГОСТ 2.119 – 73. ЕСКД. Эскизный проект.
16. ГОСТ 2.120 – 73. ЕСКД. Технический проект.
17. ГОСТ Р 15.000 – 94. СРПП. Основные положения.
18. Р 50-601-5 – 89. СРПП. Формирование исходных требований к продукции.
19. Терминология Единой системы конструкторской документации: Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
20. ГОСТ 2.601 – 2006. ЕСКД. Эксплуатационные документы.
21. ГОСТ 2.602 – 95. ЕСКД. Ремонтные документы.
22. ГОСТ 23887 – 79. Сборка. Термины и определения.
23. ГОСТ 2.701 – 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
24. ГОСТ 2.711 – 82. ЕСКД. Схема деления изделия на составные части.
25. ГОСТ 15.101 – 98. СРПП. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.

26. ГОСТ Р 15.201 – 2000. СРПП. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
27. ГОСТ 2.002 – 72. ЕСКД. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
28. Р 50-605-80 – 93. СРПП. Термины и определения.
29. Терминология Системы разработки и постановки продукции на производство: Справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
30. ГОСТ 16504 – 81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
31. ГОСТ 2.052 – 2006. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.
32. Р 50-601-11 – 89. СРПП. Организация работы приемочной комиссии.

Бобков Н. М.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ СТАНДАРТОВ ЕСКД В ПУБЛИКАЦИЯХ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ. ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ

Стандарты и качество. 2004. № 8

Несовершенство собственной терминологии науки о конструировании технических систем [1] в публикациях по конструированию нередко сопровождается невнимательным отношением к заимствованным понятиям и терминам, и прежде всего, к понятиям и терминам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Многие ошибки, переходя из одного издания в другое, приобрели характер массовых заблуждений. Однако стандартизатору не обойтись без правильного понимания проблемы.

Ошибки в применении понятий и терминов конструкторской документации

Терминология ЕСКД, относящаяся к конструкторской документации (КД), представляет собой хорошо продуманную систему. Этим она выгодно отличается от терминологии науки о конструировании, которая обычно используется в учебных и справочных изданиях.

По ЕСКД (ГОСТ 2.102 – 68), к *конструкторским документам* относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. КД в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные и рабочие. В ГОСТ 2.102 – 68 установлено три вида проектов – техническое предложение, эскизный проект и технический проект. Определения этих понятий приведены в ГОСТ 2.103 – 68. Документами Системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП) – ГОСТ Р 15.000 – 94 и Р 50-601-5 – 89 – предусмотрен еще один вид проекта – аванпроект.

Проектные конструкторские документы (проектные документы) – это КД, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки. В отличие от проектных *рабочие конструкторские документы (рабочие документы)* – это КД, которые в отдельности или в совокупности

определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Для разработки проектов в ГОСТ 2.103 – 68 в общем случае предусмотрено три стадии разработки КД: «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект». Разработка аванпроекта представляет собой самостоятельную работу. В технической литературе слова «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект» в названиях стадий желательно писать в кавычках (см., например, примечание 1 к таблице в ГОСТ 2.103 – 68), чтобы отличить проекты как совокупности документов от названий соответствующих стадий разработки КД.

Стадия разработки КД, которая в ГОСТ 2.103 – 68 называется «Рабочая конструкторская документация опытного образца (опытной партии) изделия, предназначенного для серийного (массового) или единичного производства (кроме разового изготовления)», является единственной обязательной стадией опытно-конструкторской работы (ОКР) по созданию нового изделия. Эта стадия тоже включает в себя обязательные этапы – изготовление и испытания (предварительные и приемочные) опытных образцов разрабатываемых изделий. Необходимость выполнения стадий «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект», а также научно-исследовательских (НИР) и аванпроектных работ связана со сложностью и новизной работы, наличием неопределенности в исходных данных, участием в разработке кроме организации-разработчика и других организаций (заказчика, потребителя, изготовителя и т. д.).

Если есть возможность строго и однозначно сформулировать все требования к новому изделию в техническом задании на ОКР (например, при модернизации или модифицировании некоторого изделия), то нет необходимости в проведении всех предусмотренных ЕСКД проектных стадий.

Если при разработке аванпроекта будет установлено, что сложность создания нового изделия гораздо меньшая, чем это казалось в момент принятия решения о такой разработке, то аванпроект можно выполнить в объеме, соответствующем эскизному или техническому проекту, а ОКР по созданию изделия можно провести в одну стадию «Рабочая КД опытного образца (опытной партии)».

Если предприятие по собственной инициативе и за свой счет разрабатывает новое изделие и планирует само его изготавливать, то оно может все работы, предусмотренные на проектных стадиях, выполнить на стадии «Рабочая конструкторская документация» без разработки проектов. Если разработка нового изделия выполняется по заказу другой организации в условиях, когда исходные данные из-за новизны работы нельзя полностью и однозначно сформулировать и их приходится устанавливать или уточнять в процессе разработки, то разработка проектов является необходимой. Проекты являются, прежде всего, средством официального согласования конструкции будущего изделия со всеми участниками

разработки. Число проектов определяется степенью новизны работы и необходимостью согласования с участниками разработки промежуточных результатов ОКР. Проектная КД не предназначена для использования в производстве.

Любой проект служит основанием для выполнения следующей за разработкой данного проекта стадии. Последний проект (обычно эскизный или технический) содержит исходные данные для создания рабочей КД и представляет собой уточненное, конкретизированное и обязательное для исполнения задание на разработку рабочей КД. Отклонения в рабочей КД от проекта должны согласовываться с заказчиком, изготовителем и другими участниками разработки.

Термины «конструкторская документация» и «проектная документация» обычно кажутся синонимами. Рабочие конструкторские документы опытного образца (опытной партии) часто ошибочно называют рабочим проектом, а соответствующую стадию разработки КД – рабочим проектированием. В учебном пособии [2] термин «рабочий проект» введен даже со ссылкой на ГОСТ 2.102 – 68, в котором (как и вообще в ЕСКД) такой термин не используется. Положения ГОСТ 2.103 – 68 в учебниках трактуются обычно так, что неопытному специалисту трудно (а студенту невозможно) понять, что обозначается словами «техническое предложение» и др. – совокупность конструкторских документов или название соответствующих стадий разработки.

Термин «проект» в ЕСКД обозначает одно из ключевых специальных понятий. Представление о проектах как о любой КД (а именно такое представление выносят молодые специалисты из учебных заведений) является ошибочным, непрофессиональным. В ЕСКД проект – это только один из видов КД. Чтобы не допустить неправильного использования термина «проект» необходимо знать существенные признаки обозначаемого этим термином понятия [3].

Проект – это всегда **совокупность** документов. Аванпроект, техническое предложение и эскизный проект могут состоять из одной пояснительной записки. Но и в этом случае именно проект состоит из пояснительной записки, а не пояснительная записка является проектом. Ни один документ в отдельности нельзя отождествлять с проектом. Примерно так, как в математике множество, состоящее из одного элемента, недопустимо отождествлять с этим элементом. Ошибочны указания типа «Эскизный проект выполняют в масштабе 1:1 ... » [4] или «Содержание проекта, как правило, делят на разделы и подразделы», «При изложении текста проекта особое внимание следует уделить написанию чисел, символов » [5]. Правильные формулировки этих требований имеют вид: «Чертеж общего вида эскизного проекта выполняют в масштабе 1:1 ... », «Содержание пояснительной записки, как правило, делят на разделы и подразделы», «При изложении текста пояснительной записки особое внимание следует уделить написанию чисел, символов ... ».

Различие между конкретными документами, составляющими проект, и проектом имеет, в том числе, и определенные правовые последствия.

Например, согласно ГОСТ 2.103 – 68 стадия «Эскизный проект» выполняется в три этапа: разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры «Э», изготовление и испытания макетов (при необходимости), рассмотрение и утверждение эскизного проекта.

Утверждение пояснительной записки эскизного проекта главным конструктором предприятия, главным конструктором ОКР или другим должностным лицом предприятия-разработчика осуществляется перед сдачей эскизного проекта в архив технической документации на первом этапе. Утверждение эскизного проекта, в том числе и состоящего только из этой пояснительной записки, осуществляется разработчиком или заказчиком (юридическими лицами) на третьем этапе. То есть утверждение проектного документа (пояснительной записки) и утверждение проекта, состоящего из этой пояснительной записки, – разные правовые процедуры.

Конструкторские документы эскизного проекта не следует путать с эскизными конструкторскими документами по ГОСТ 2.125 – 88. Предварительные наброски, эскизы к техническому проекту не следует рассматривать как техническое предложение или эскизный проект. Именно на такое неправильное рассмотрение ориентируют студентов указания «Эскизный проект выполняют ... на чертежной или миллиметровой бумаге» [4], «Чертежи на стадии разработки технического предложения следует выполнять, как правило, на миллиметровой бумаге ... » [5], «Эскизный проект, как и техническое предложение представляют собой предварительное (черновое) проектирование» [6]. Цитата из [6] – пример еще одной логической ошибки: ... проект ... представляет собой ... проектирование.

В работе [4, рис. 3.10] представлен схематичный чертеж редуктора, а ни в коем случае не проект. Поэтому ссылка на этот рисунок в тексте «На рис. 3.10 приведен эскизный проект ... редуктора ... » не соответствует действительности. Так можно было бы написать, если бы на рисунке был изображен альбом с КД. Эту ссылку правильнее было бы сформулировать, например, так: «На рис. 3.10 приведена компоновочная схема ... редуктора ... по эскизному проекту ... ».

В учебных изданиях комплексные контрольные работы конструкторского направления, проводимые по окончании изучения учебной дисциплины или окончании учебного заведения в целом, принято называть курсовыми или дипломными проектами, хотя проектами в значении по ЕСКД они, как правило, не являются. Так в учебном пособии [2] курсовым проектом неправильно названа курсовая контрольная работа исследовательского плана. Правильное название такой работы – курсовая НИР. Итоговым документом такой работы должен быть отчет о НИР, правила оформления которого изложены в ГОСТ 2.32 – 91. Разработка по результатам курсовой НИР пояснительной записки является ошибкой.

Небольшие сроки, выделяемые в учебных заведениях на курсовые или дипломные работы, не позволяют выполнять их более чем в одну стадию. Не реально выполнить курсовой проект в четыре стадии «Техническое предложение», «Эскизный проект», «Технический проект» и «Рабочая КД опытного образца», так как это предлагается в учебном пособии [2]. Авторы

попытались в курсовой работе смоделировать весь установленный в ГОСТ 2.103 – 68 процесс разработки КД. Но, во-первых, такая работа должна называться не курсовым проектом, а курсовой ОКР. Во-вторых, разработать и защитить три проекта и полный комплект рабочей КД в условиях учебного процесса невозможно.

В учебных изданиях нередко ошибки в наименованиях КД. Так чертеж общего вида часто называется общим видом или видом общим, пояснительная записка – расчетно-пояснительной запиской [2, 7], а иногда, и объяснительной запиской.

В учебном пособии [7] чертеж общего вида назван основным конструкторским документом для эскизного проекта, тогда как по ЕСКД чертеж общего вида относится к неосновным конструкторским документам. Согласно ГОСТ 2.102 – 68: для детали основным конструкторским документом (это тоже специальное понятие ЕСКД!) является чертеж детали, для сборочной единицы, комплекса и комплекта – спецификация. Автор, видимо, хотел сказать, что чертеж общего вида самый необходимый, самый важный для эскизного проекта, но и это не соответствует действительности; для эскизного проекта чертеж общего вида – документ не обязательный. С чертежом общего вида связана еще одна ошибка в [7]: «Если чертеж общего вида оформлен как сборочный, то его дополняют спецификацией»; чертеж общего вида – документ исключительно проектный, сборочный чертеж – документ исключительно рабочий. Эти документы, разные по назначению, разрабатываемые на разных стадиях, не могут встретиться в одном комплекте КД и не могут быть использованы один вместо другого.

Еще одна ошибка из [7]: «К чертежу общего вида заполняется ведомость технического проекта (ТП), которая является документом, определяющим состав изделия». По ГОСТ 2.102 – 68 состав изделий определяет спецификация, ведомость проекта составляется не к чертежу общего вида, а к проекту в целом, если проект состоит более чем из одного документа, и содержит лишь перечень документов, которые входят в проект. Если в разделы спецификации, кроме раздела «Документация», записывают обозначения и наименования изделий, входящих в изделие, на которое составляется спецификация, то в ведомость проекта записывают обозначения и наименования документов, обязательных для применения разработчиком, заказчиком и другими участниками разработки при выполнении и приемке следующей за разработкой данного проекта стадии разработки.

В соответствии с ГОСТ 2.106 – 96 в ведомости проектов записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного проекта и примененные из других проектов и рабочей КД на ранее разработанные изделия. При этом записывают только те документы, которые являются необходимыми и достаточными для рассмотрения и утверждения данного проекта.

При составлении ведомости проекта необходимо иметь в виду, что каждый документ, входящий в проект, записывается отдельно. Если в разделе «Документация по сборочным единицам» ведомости проекта вписана спецификация

некоторой сборочной единицы и не вписан ее сборочный чертеж, это означает, что в проект входит только спецификация этой сборочной единицы, а сборочный чертеж не входит. Если необходимо, чтобы в проект и сборочный чертеж этой сборочной единицы, он должен быть вписан в ведомость проекта отдельно от спецификации.

Ошибки при указании на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

В этой части статьи рассматривается другой вид отклонений от норм ЕСКД, допускаемых в учебных и других публикациях, – несоблюдение правил указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах, установленных ГОСТ 2.308 – 79. Причина и этих ошибок – путаница в стандартных понятиях и терминах. Авторы публикаций и документов при выполнении чертежей, содержащих допуски формы и расположения поверхностей, в большинстве случаев руководствуются только ГОСТ 2.308 – 79 и совершенно не учитывают – ГОСТ 24642 – 81, на который имеется ссылка в первом стандарте. ГОСТ 24642 – 81 устанавливает систему понятий и терминов, относящихся к отклонениям и допускам формы и расположения поверхностей. Обычно неправильно применяются следующие требования ГОСТ 2.308 – 79.

2.5. Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку (с допуском формы или расположения) соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением; при этом соединительная линия **не должна быть продолжением размерной линии.**

2.6. Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия **должна быть продолжением размерной линии.**

2.8. Если допуск относится к **общей** оси (плоскости симметрии) и из чертежа **ясно**, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то рамку соединяют с *осью (плоскостью симметрии)*.

3.2. Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника (обозначающего базу) располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении. Соединительная линия **не должна быть продолжением размерной линии.**

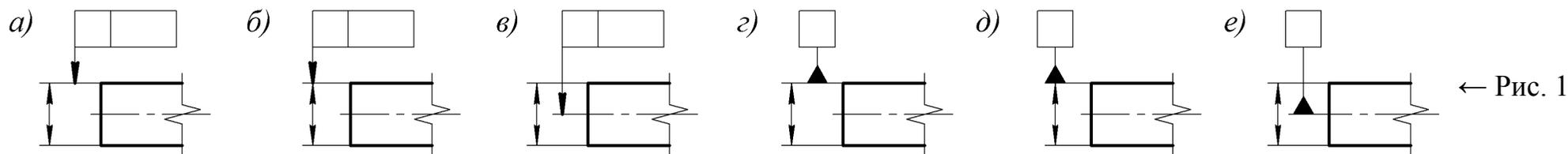
3.3. Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают **на конце размерной линии.**

Если базой является **общая** ось или плоскость симметрии и из чертежа **ясно**, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то треугольник располагают на *оси*.

Примечание. Здесь в требованиях ГОСТ 2.308 – 79 жирным шрифтом выделены слова, невнимательное отношение к которым собственно и является причиной ошибок при указании допусков формы и расположения.

Необходимо отметить, что в ГОСТ 2.308 – 79 также допущена терминологическая ошибка. Слова «ось» и «плоскость симметрии» используются как для обозначения элементов деталей, так и для обозначения осевых линий, изображающих эти элементы на чертеже. В приведенных формулировках пунктов 2.8 и 3.3 ГОСТ 2.308 – 79 слова «ось» и «плоскость симметрии» в значении «осевая линия» набраны курсивом.

Из требований ГОСТ 2.308 – 79 следует, что существует принципиальная разница между тремя способами указания допусков, изображенными на рис. 1, *a – в*. При простановке допусков на чертежах выбор одного из трех способов указания должен осуществляться на основе тщательного анализа требований к детали и определения вида допуска по ГОСТ 24642 – 81. То же относится и к указаниям баз (рис. 1, *г – е*).



← Рис. 1

На рис. 2, *a* и *б* показаны два разных варианта указания допусков перпендикулярности пазов. В первом случае (см. рис. 2, *a*) при контроле перпендикулярности на детали должен измеряться размер *i* (рис. 2, *б*), который представляет собой отклонение от перпендикулярности стенки паза; во втором случае (рис. 2, *в*) должен измеряться размер *j* (рис. 2, *г*), который представляет собой отклонение от перпендикулярности плоскости симметрии стенок паза. Отклонения от перпендикулярности *i* и *j* совпадают между собой только тогда, когда стенки паза в изготовленной детали не имеют отклонений от параллельности.

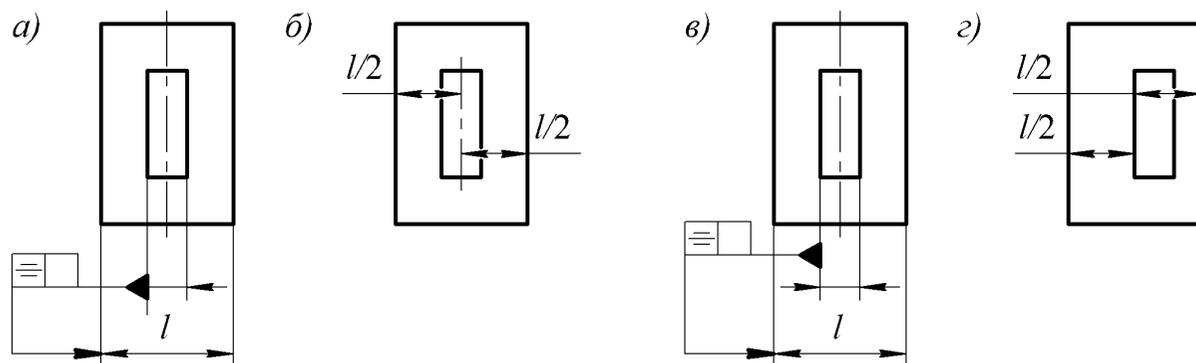
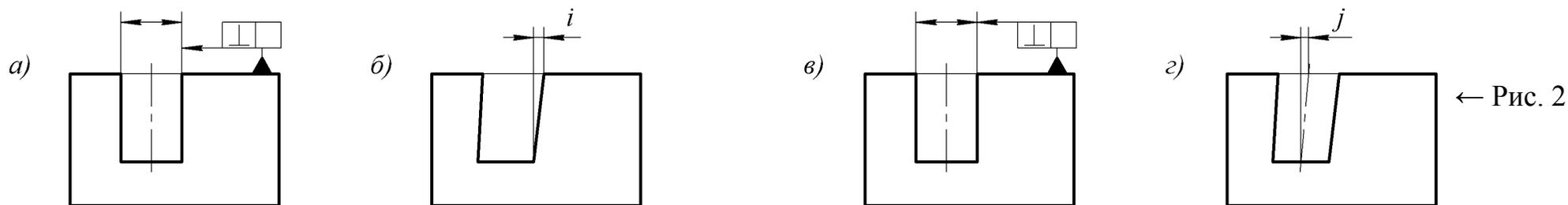


Рис. 3

есть деталь, симметричная на изображении, должна быть изготовлена совершенно несимметричной.

На рис. 3, а показано, как должна указываться база при простановке допуска симметричности. Контур детали должен располагаться симметрично относительно плоскости симметрии прямоугольного отверстия (рис. 3, б). В чертежах в подобных случаях очень часто база ошибочно указывается так, как изображено на рис. 3, в. Но согласно п. 3.2 ГОСТ 2.308 – 79 такая простановка допуска означает, что контур детали должен быть симметричен относительно края отверстия (рис. 3, г), то

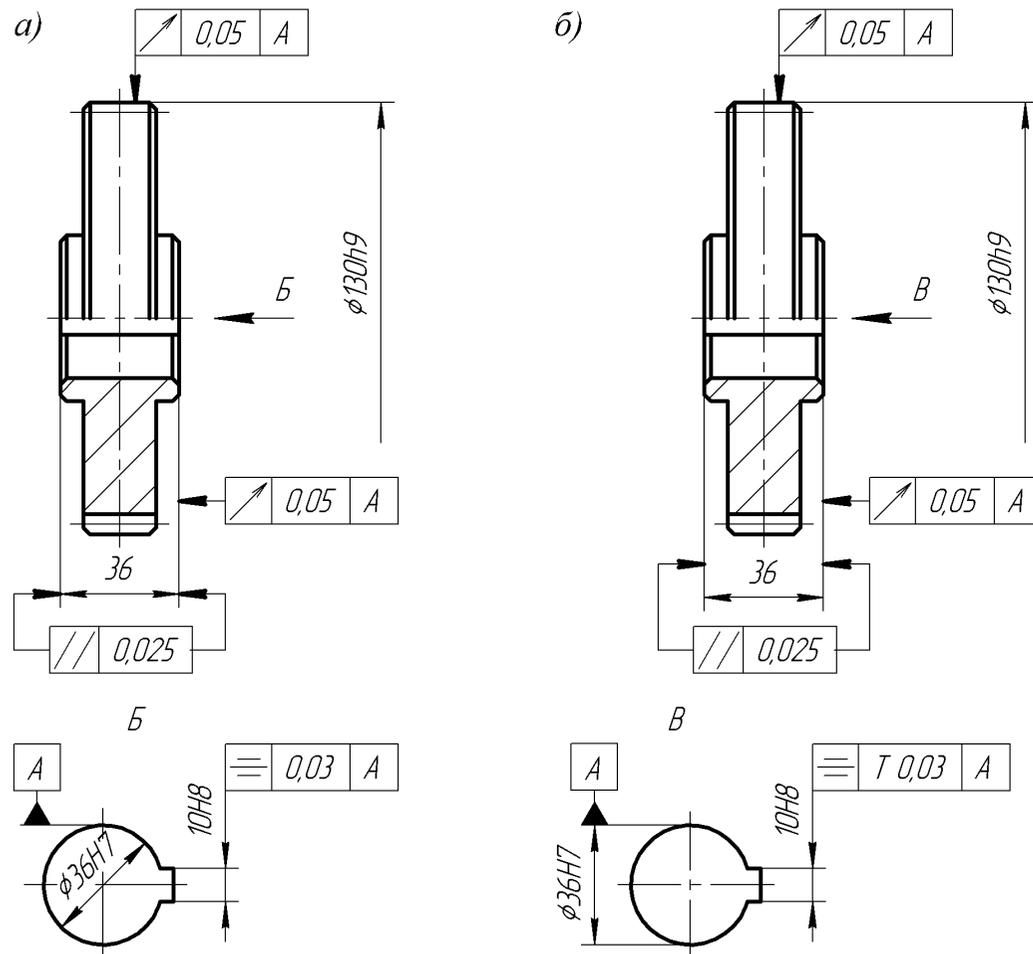


Рис. 4

Указание допуска параллельности на рис. 4, а (пример из учебного пособия [4]) означает, что плоскость симметрии торцов колеса должна быть параллельна самой себе! Кроме того, в допуске симметричности на этом рисунке отсутствуют указания на то, в каком (радиальном или диаметрально) выражении проставлено числовое значение допуска. С ошибкой обозначена и база. На рис. 4, б показано, как должны быть проставлены допуски расположения в этом случае.

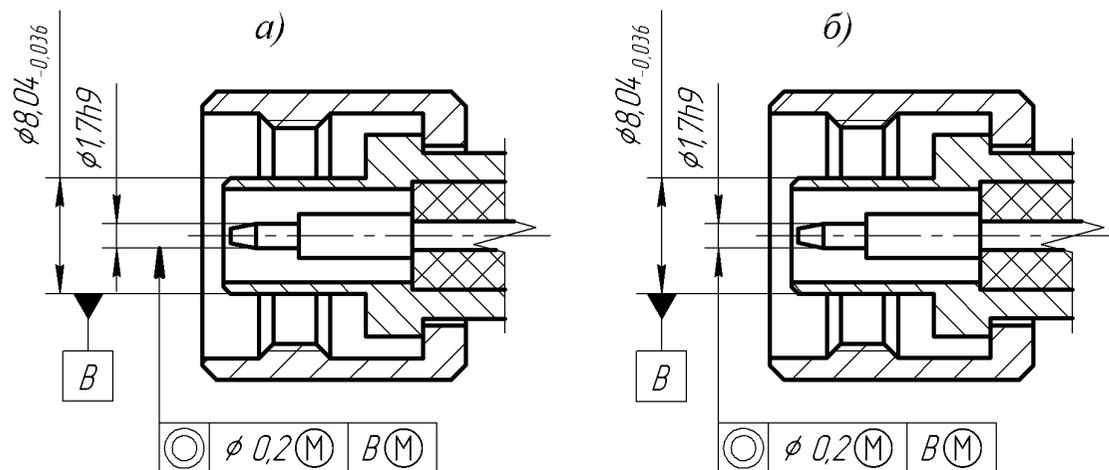


Рис. 5

двух или более элементов;

- из чертежа должно быть ясно, для каких элементов эта ось (плоскость симметрии) является общей, и что именно эту ось (плоскость симметрии) изображает осевая линия на чертеже.

На рис. 6, *а* показана распространенная ошибка в применении пункта 3.3 ГОСТ 2.308 – 79. Деталь имеет общие оси: 1 – для поверхностей Б и В, 2 – для А и В, 3 – для А и Б (рис. 6, *б*), а также общую ось для всех трех поверхностей А, Б и В. Если в чертеже такой детали будут заданы требования к наличию центровых отверстий, то деталь будет еще иметь общую ось центровых отверстий. В детали из-за неизбежных погрешностей изготовления эти оси не будут совпадать между собой. Из чертежа на рис. 6, *а* неясно, какую из перечисленных пяти общих осей изображает осевая линия на чертеже, и какая из этих осей должна являться базой. Поэтому треугольник, обозначающий базу, на осевую линию поставлен неправильно. На рис. 6, *в*, 6, *д* и 6, *ж* приведены некоторые из возможных правильных вариантов указаний допуска радиального биения на чертеже такой детали. Этим вариантам соответствуют разные схемы измерения биений (рис. 6, *г*, 6, *е* и 6, *з*). Результаты измерений тоже будут разные.

Неправильно указан допуск соосности на рис. 5, *а* (пример из ГОСТ 13317 – 89). Допуски соосности всегда относятся к оси, базой при указании этих допусков может быть только ось или общая ось. Правильное указание этого допуска приведено на рис. 5, *б*.

Из п. 2.8 и 3.3 ГОСТ 2.308 – 79 следует, что для того, чтобы при простановке допуска на чертеже соединить рамку с линией, изображающей ось, или поставить треугольник, обозначающий базу, на эту линию, необходимо выполнение двух обязательных условий:

- ось (плоскость симметрии), к которой относится допуск или которая является базой, должна быть общей осью (плоскостью симметрии)

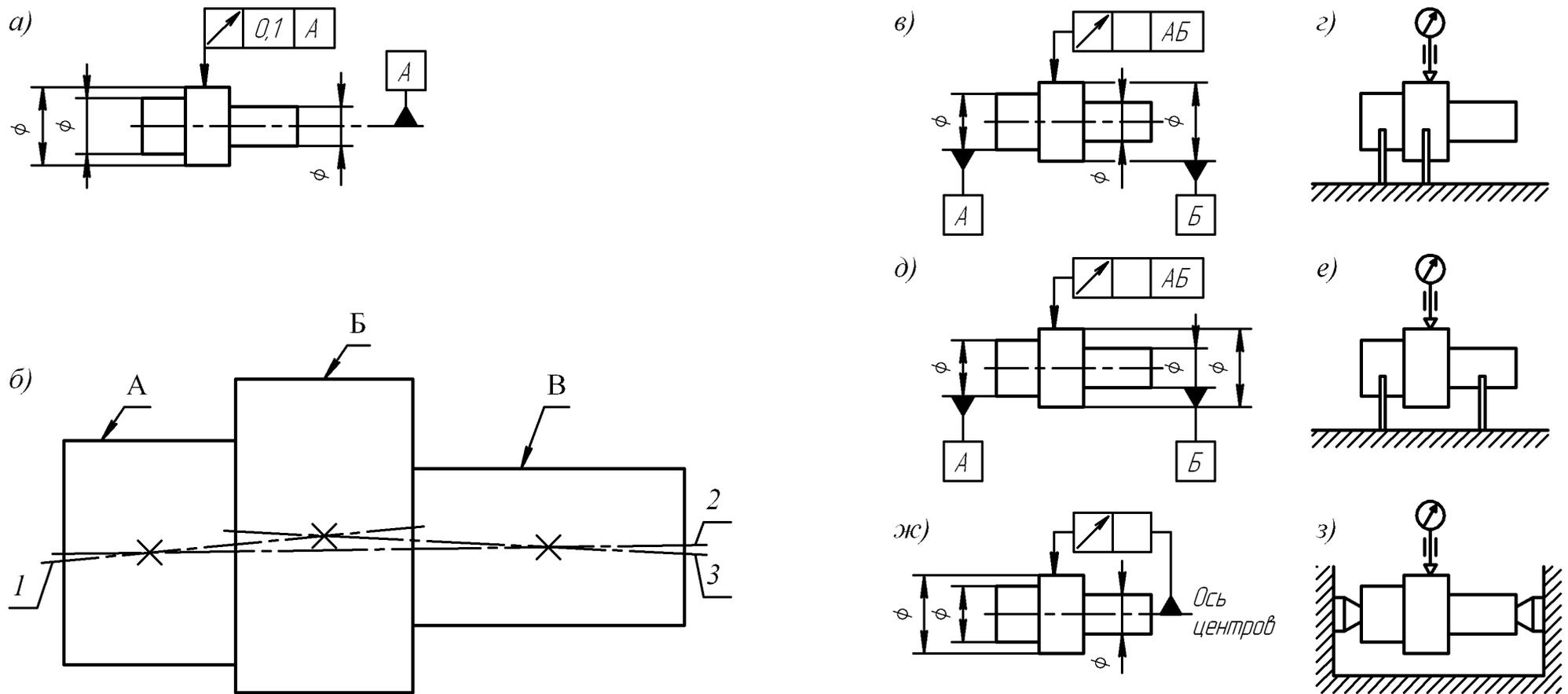


Рис. 6

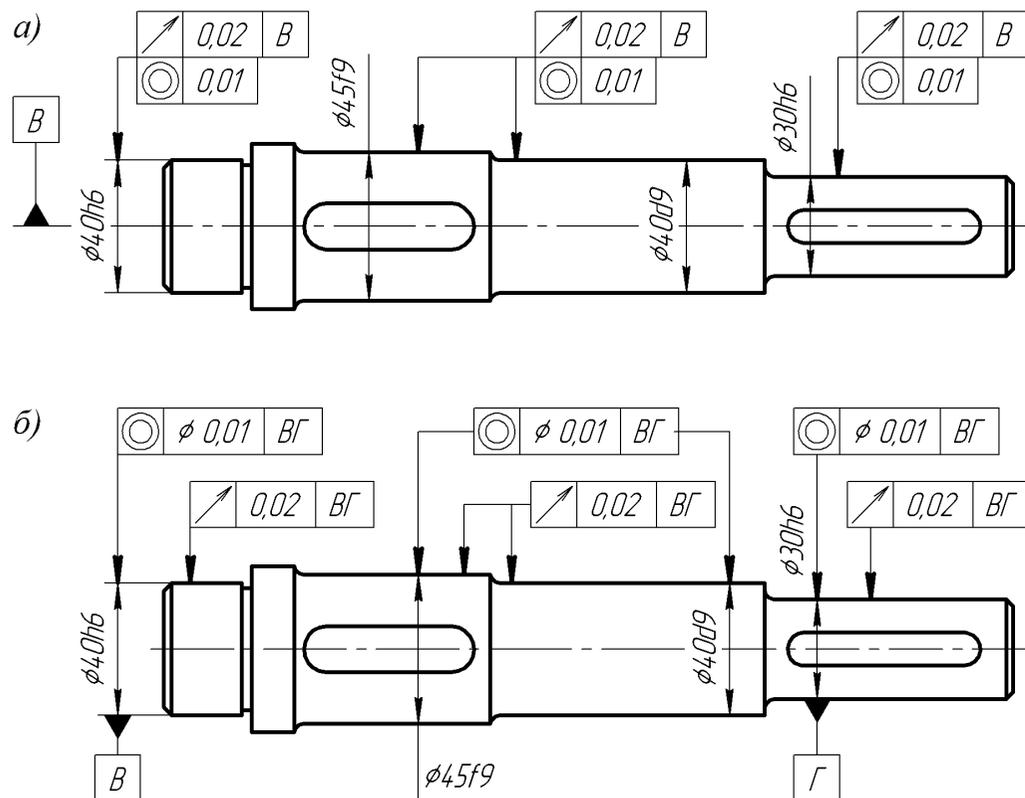


Рис. 7

поверхности лишено технического смысла. Если при изготовлении детали будет выдержан допуск радиального биения 0,2 мм, то и отклонение от соосности не будет превышать R 0,1 мм.

При простановке допусков формы и расположения на чертежах следует руководствоваться в первую очередь ГОСТ 2.308 – 79 и ГОСТ 24642 – 81. Можно использовать справочники [8, 9]. Изложение материала по простановке допусков формы и расположения в других литературных источниках, как правило, ведется с большими сокращениями и нередко с ошибками, поэтому пользоваться ими нужно с осторожностью.

Большое количество ошибок в простановке допусков соосности и биений допущено на рис. 7, а (пример из [5]). Допуски соосности всегда относятся к осям, допуски биений никогда не относятся к осям. Деталь имеет много общих осей. Любые две, три, четыре и т. д. цилиндрические поверхности имеют общие оси, которые в реальной детали из-за неизбежных погрешностей изготовления не совпадают между собой. Из чертежа неясно, какая из них является базой, поэтому треугольник, обозначающий базу, на осевую линию поставлен неправильно.

В допусках соосности на рис. 7, а отсутствуют указания на радиальную или диаметральною форму его задания. Можно предположить, что авторы использовали правила старой редакции ГОСТ 2.308 – 68, в котором имелась только радиальная форма задания допусков, не указывавшаяся на чертежах. Правильные согласно ЕСКД указания допусков соосности и радиальных биений приведены на рис. 7, б. Необходимо отметить, что одновременное указание допусков соосности и радиального биения с заданными на рис. 7, б значениями для одной и той же

Список использованной литературы

1. Бобков Н.М. Основы конструирования. Проблемы терминологии // Вестник машиностроения. – 2002. – № 9.
2. Парфенов Е.М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1989.
3. Бобков Н.М. ЕСКД и СРПП в учебных конструкторских разработках // Стандарты и качество. – 1999. – № 9.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1985.
5. Тарабасов Н.Д., Учаев П. Н. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983.
6. В помощь конструктору-станкостроителю / В.И. Калинин, В.Н. Никифоров, Н.Я. Никифоров и др. – М.: Машиностроение, 1983.
7. Джамай В.В., Плево И.П., Рощин Г.И. и др. Курсовое проектирование механизмов РЭС: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1991.
8. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1982. – Ч. 1.
9. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник. В 2-х т. – М.: Издательство стандартов, 1989. – Т. 1.

ТИПОВОЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Справочник. Инженерный журнал. 2018. № 2

В статье более подробно, чем это обычно делается в учебниках, описан установленный национальными стандартами России порядок разработки технических систем. Обращено внимание на роль заказчика в разработке. Рассмотрены ошибки, допускаемые в технической литературе и учебниках при изложении типового порядка разработки. Целью статьи является повышение уровня подготовки специалистов по конструированию технических систем.

Введение

В установленном стандартами Системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП) и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) порядке разработки изделий (в общем случае технических систем – *t*-систем) и конструкторской документации (КД) на них обобщен опыт создания техники, накопленный в течение многих десятилетий. Изучение студентами этого порядка является необходимым этапом в изучении методов конструирования. В учебной литературе соответствующий материал излагается очень кратко и нередко с ошибками [1, 2]. Пример – цитата из учебного пособия [3]: *«ГОСТ 2.103 – 68 устанавливает следующие стадии разработки КД на изделие: техническое предложение; эскизный проект; технический проект»*. В пособии не названа стадия «Рабочая конструкторская документация опытного образца» – единственная обязательная стадия разработки КД, без которой остальные стадии, установленные в ГОСТ 2.103 – 68 [4] и в заменившем его ГОСТ 2.103 – 2013 [5], не имеют смысла.

В этом же пособии: *«по результатам стадии технического проекта разрабатывается полный комплект рабочей КД опытного образца, которой присваивается литера «О». Далее осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии (комплект КД с литерой «А») ...»*. Кратко и непонятно. Присвоение КД литеры «О» означает, что опытные образцы разрабатываемого изделия прошли предварительные испытания и всего лишь готовы к приемочным испытаниям заказчика. Изготовление установочной серии ведется после приемочных испытаний по КД с литерой «О₁». Литеру «А» КД получает после изготовления и квалификационных испытаний установочной серии.

Еще одна ошибка в пособии [3]: *«Стадии технического предложения и эскизного проекта обычно выполняются в*

рамках научно-исследовательской работы, а стадии разработки технического проекта – в виде опытно-конструкторской работы». По результатам научно-исследовательской работы (НИР) составляется отчет о НИР. Техническое предложение, эскизный проект и другие конструкторские документы в отчетную документацию о НИР не входят, и стадий для их разработки в НИР не предусмотрено [6]. Любой проект по ЕСКД – это совокупность конструкторских документов, которые служат для официального согласования с участниками разработки и утверждения в установленном порядке (например, заказчиком) конструкции разрабатываемого изделия. По установленному стандартам СРПП и ЕСКД порядку документация, разработанная в НИР, для этого использована быть не может.

Много ошибок и неточностей допущено и в новом стандарте [5]. Вероятно, эти ошибки попадут в учебники, что приведет к снижению их качества и качества подготовки студентов.

СРПП – комплекс взаимосвязанных основополагающих организационно-методических и общетехнических нормативных документов, устанавливающих основные положения, обеспечивающие техническое и организационное единство выполняемых работ на стадиях жизненного цикла продукции, а также *взаимодействие заинтересованных сторон* [7]. Такие же задачи выполняет стандарт [5] при разработке КД изделий. *T*-системы (понятие более узкое, чем продукция, но более широкое, чем изделие [8]) разрабатываются также по правилам, установленным для изделий.

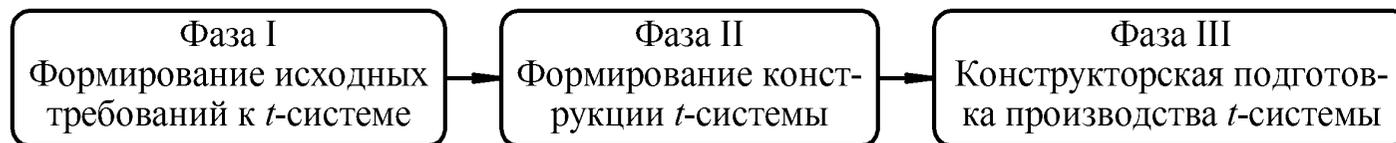
Обеспечение взаимодействия заинтересованных сторон (разработчика, заказчика или основного потребителя, изготовителя) при разработке – одна из основных задач СРПП и ЕСКД, без которой не было бы необходимости в этих системах документов. В учебной литературе такая задача обычно не рассматривается. В этой статье типовые работы, стадии и этапы разработки, описаны с учетом взаимодействия разработчика и заказчика.

Виды работ по созданию новой техники

Разработка любой *t*-системы объективно делится на три фазы (рис. 1).

Трем фазам разработки *t*-системы соответствуют три фазы ее конструирования: внешнее проектирование, внутреннее проектирование и рабочее конструирование [8]. Фазы разработки и конструирования обычно нельзя разделить во времени. Обдумывая исходные требования (выполняя внешнее проектирование), конструктор непременно будет обдумывать и конструкцию будущей *t*-системы (приступит к внутреннему проектированию). При формировании конструкции (при внутреннем проектировании) конструктор будет возвращаться к фазе I, дополняя и изменяя требования по результатам проектирования. При конструкторской подготовке производства (рабочем конструировании) приходится пересматривать

конструкцию t -системы (выполнять работу по внутреннему проектированию), а иногда и корректировать исходные требования (выполнять работу по внешнему проектированию).



← Рис. 1. Фазы разработки t -системы

В СРПП для разработки t -систем предусмотрены три вида работ: НИР, разработка аванпроекта (об аванпроектах в учебной литературе обычно не упоминается) и опытно-конструкторская работа (ОКР) [7, 9]. Любую из этих работ или любую их совокупность в тех случаях, когда нет необходимости выделять какую-либо одну из них или рассматривать особенности работы, в литературе обозначают аббревиатурой НИОКР.

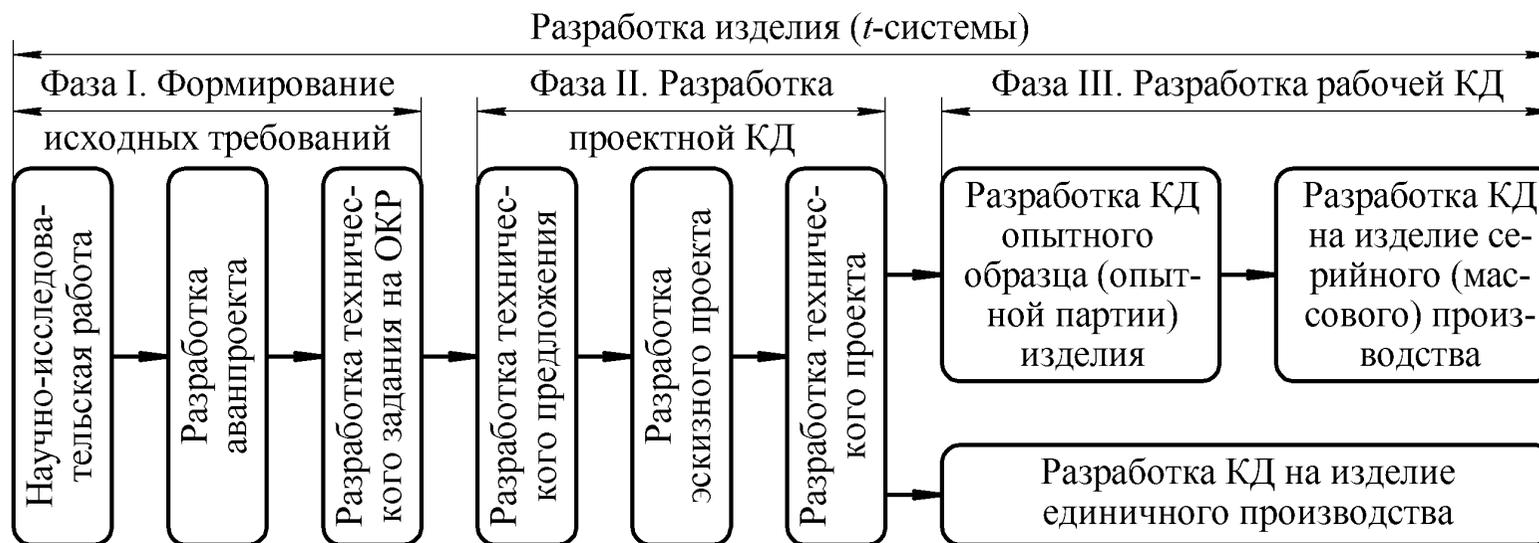
Последовательность стандартных видов работ и стадий по созданию изделий (t -систем), их распределение по фазам показаны на рис. 2.

В отличие от неформального деления процесса разработки по рис. 1 деление по рис. 2 является формальным и строго разграниченным по времени – начало и окончание видов и стадий работ фиксируется документами. Исходными документами для выполнения НИОКР обычно служат технические задания (ТЗ, ТЗ_{НИР}, ТЗ_{АПР}, ТЗ_{ОКР}).

Основным видом работ по разработке t -систем является ОКР – комплекс работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытный образец, изготовлению и приемочным испытаниям опытного образца (опытной партии), выполняемых для создания (модернизации) продукции [9]. ОКР по созданию t -систем производственно-технического назначения выполняются в соответствии со стандартом [10].

Опытный образец – образец продукции, изготовленный по вновь разработанной рабочей документации для проверки путем испытаний соответствия ее заданным техническим требованиям с целью принятия решения о возможности постановки на производство и (или) использования по назначению [11].

Включаемые в ТЗ_{ОКР} исходные требования к t -системе устанавливают на основе прогнозирования потребности в таких t -системах с учетом тенденций их развития, что предполагает исследование рынка и патентные исследования по стандарту [12].

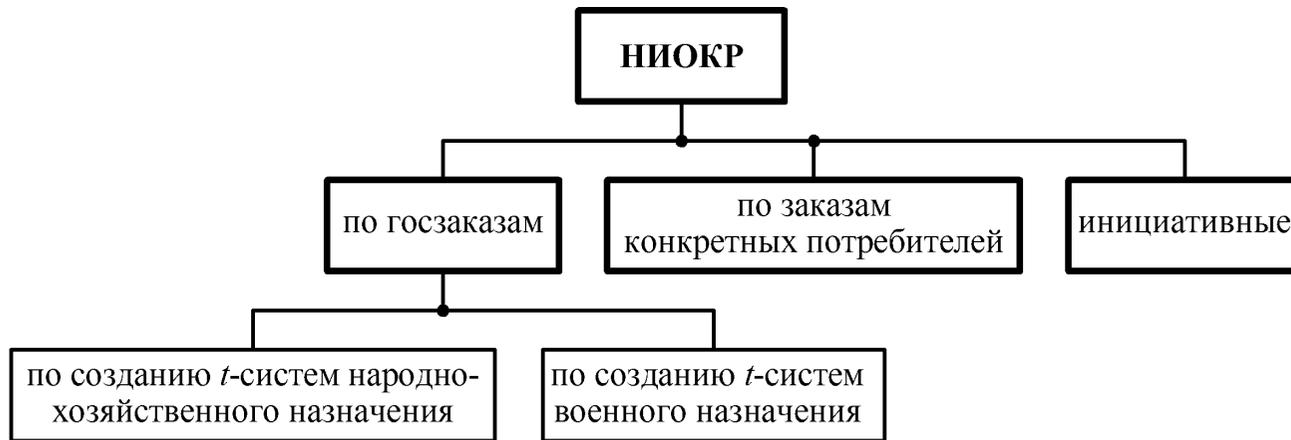


← Рис. 2. Стандартные виды и стадии работ при разработке изделий (*t*-систем)

При разработке сложных *t*-систем для формирования исходных требований перед ОКР проводятся НИР. Общие требования к организации НИР установлены в СРПП [6]. Результаты НИР отражаются в отчете о НИР [13].

По заданию заказчика перед ОКР может быть проведена разработка аванпроекта. По содержанию и объему работ, составу технической документации аванпроект аналогичен техническому предложению по ЕСКД [5]. Отличие технического предложения и аванпроекта состоит в организации их разработки. Разработка технического предложения – это начальная стадия более общей работы – ОКР, конечной целью которой является разработка рабочей КД, изготовление и приемочные испытания опытных образцов. Разрабатывается техническое предложение по ТЗ_{ОКР}. Разработка аванпроекта – организационно и финансово самостоятельная работа, выполняемая вне ОКР по отдельному ТЗ_{АПР}. Конечным результатом разработки аванпроекта является только проектная КД и проект ТЗ_{ОКР}.

Для проведения исследований при выполнении НИР и аванпроекта могут быть разработаны и изготовлены модели, макеты, экспериментальные образцы *t*-системы и ее составных частей [9, 14, 15].



← Рис. 3. Модели организации НИОКР

Возможны три модели организации работ по созданию t -систем производственно-технического назначения (рис. 3):

- 1) по госзаказам, т. е. по государственным, муниципальным и другим заказам, финансируемым из федерального бюджета или бюджетов субъектов Российской Федерации;
- 2) по заказам конкретных потребителей – заинтересованных организаций, обществ, коммерческих структур;
- 3) инициативные разработки при коммерческом риске разработчика и изготовителя.

ТЗ при первой и второй моделях организации работ выдается заказчиком, при третьей модели составляется самим разработчиком. Необходимо отметить, что и при первой или второй моделях работ проект ТЗ часто составляет разработчик, заказчик лишь его утверждает. В случае третьей модели ТЗ утверждает руководитель предприятия-разработчика. Утверждение ТЗ_{ОКР} являются формальным окончанием I фазы разработки t -системы.

Разработка проектной конструкторской документации

На практике все показанные на рис. 2 виды и стадии работ выполняются не всегда. Часто для разработки проводится только ОКР. Основное назначение ОКР – разработка рабочей КД, поэтому ОКР может состоять только из одной стадии «Разработка КД опытного образца (опытной партии)». Но обычно в ОКР есть, по крайней мере, одна проектная стадия.

В ЕСКД предусмотрено три вида проектов, которые выполняются на стадиях «Разработка технического предложения», «Разработка эскизного проекта», «Разработка технического проекта» [5]:

техническое предложение – совокупность проектных конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа ТЗ и различных вариантов возможных решений изделия, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий, а также патентные исследования. Техническое предложение после согласования и утверждения в установленном порядке является основанием для разработки эскизного (технического) проекта;

эскизный проект – совокупность проектных конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление о назначении, об устройстве, принципе работы и габаритных размерах разрабатываемого изделия, а также данные, определяющие его основные параметры. Эскизный проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки технического проекта или рабочей КД:

технический проект – совокупность проектных конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей КД. Технический проект после согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки рабочей КД.

Конструкторские документы эскизного проекта не следует путать с эскизными конструкторскими документами по стандарту [16], которые используют для изготовления макетов, но в проекты не включают [17 – 19].

Стадии и этапы разработки проектов перечислены в табл. 1.

В табл. 1 курсивом выделены исправления терминологических и грамматических ошибок и неточностей, допущенных в стандарте [5]. Правильные формулировки установлены на основе анализа других положений этого же стандарта и положений предыдущей редакции стандарта [4].

Одна из ошибок стандарта [5] – использование аббревиатуры КД в качестве краткой формы трех терминов, выражающих разные понятия: «конструкторский документ», «документ» и «документация». Это нарушение требования однозначности, предъявляемого к терминологии стандартов. В табл. 1, как и во всей этой статье, аббревиатура КД используется как сокращение только термина «конструкторская документация».

Таблица 1. Стадии и этапы разработки проектной КД

Стадия разработки	Этапы выполнения работ
Разработка технического предложения	Изучение и анализ ТЗ
	Подбор материалов
	Разработка <i>конструкторских документов</i> технического предложения <i>без присвоения литеры</i>
	Рассмотрение и <i>утверждение технического предложения</i> с присвоением <i>конструкторским документам</i> литеры «П»
Разработка эскизного проекта	Разработка <i>конструкторских документов</i> эскизного проекта <i>без присвоения литеры</i>
	Изготовление и испытание и/или разработка и анализ материальных макетов (при необходимости) и/или разработка, анализ электронных макетов (при необходимости)
	Рассмотрение и <i>утверждение эскизного проекта</i> с присвоением <i>конструкторским документам</i> литеры «Э»
Разработка технического проекта	Разработка <i>конструкторских документов</i> технического проекта <i>без присвоения литеры</i>
	Изготовление и испытание материальных макетов (при необходимости) и/или разработка, анализ электронных макетов (при необходимости)
	Рассмотрение и <i>утверждение технического проекта</i> с присвоением <i>конструкторским документам</i> литеры «Т»
Примечание. Стадия « <i>Разработка</i> технического предложения» не распространяется на КД <i>изделий</i> , разрабатываемых по заказу Министерства обороны	

Термином «стадия» в стандарте [5] называются и стадии, перечисленные в табл. 1 и 2, и совокупности стадий в каждой таблице. Первые этапы стадий «Разработка эскизного проекта» и «Разработка технического проекта» стандарте [5] названы так же, как стадии. И в этом случае один термин обозначает два понятия. В строке «Разработка технического предложения» в стандарте такой ошибки нет, этап называется по-другому – «Разработка КД технического предложения».

На третьем этапе стадии «Разработка технического предложения», на первых этапах стадий «Разработка эскизного проекта» и «Разработка технического проекта» выполняется основной для данной стадии объем по внутреннему проектированию t -системы [8], который завершается оформлением проектных конструкторских документов, их утверждением (подписанием в графе «Утв.» основной надписи) должностными лицами предприятия-разработчика и сдачей в отдел технической документации.

От утверждений отдельных проектных документов необходимо отличать утверждение проекта в целом на последнем этапе стадии его разработки, которое осуществляется специальным документом (например, Решением заказчика). В названиях последних этапов в старой редакции стандарта [4] эти процедуры назывались утверждением технического предложения (эскизного проекта, технического проекта). Также они называются в определениях понятий «техническое предложение», «эскизный проект», «технический проект» в новой редакции [5]. В названиях же последних этапов разработок проектов в стандарте [5] эти процедуры названы «утверждение КД технического предложения», «утверждение КД эскизного проекта», «утверждение КД технического проекта». Учитывая неоднозначность используемого в стандарте [5] сокращения КД, неизбежна путаница в различных видах утверждения, а значит, что неизбежны конфликты между участниками разработки. В табл. 1 в наименованиях последних этапов процедура утверждения проектов называется так же, как в старой редакции стандарта.

Технический проект (или эскизный, если технический проект не разрабатывался) по существу является подробным иллюстрированным чертежами и схемами заданием на разработку рабочей КД. При разработке рабочей КД конструкции отдельных составных частей изделия и изделия в целом могут уточняться и даже изменяться, но эти уточнения и изменения должны быть согласованы с утвердившим проект заказчиком. Утверждение технического (эскизного) проекта является формальным окончанием фазы II разработки.

Разработка рабочей конструкторской документации

По определению из стандарта [5] рабочая КД – КД, выполненная на стадиях опытного образца (опытной партии), серийного (массового) и единичного производства и предназначенная для изготовления, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации изделия. И здесь ошибка – в таблице 1 стандарта [5] стадии называются по-другому. Также непонятно, в чем отличие рабочей КД от проектной. Следующие два определения, составленные на основе определений

понятия «конструкторская документация» из стандарта [20] и понятия «рабочая конструкторская документация» из рекомендаций [9], назначение проектной и рабочей КД и различия между ними отражают лучше.

Стадии и этапы разработки рабочей КД приведены в табл. 2 [5].

Таблица 2. Стадии и этапы разработки рабочей КД

Стадия разработки	Этапы выполнения работ
Разработка КД опытного образца (опытной партии) изделия	Разработка КД, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии) изделия, без присвоения литеры
	Изготовление и предварительные испытания опытного образца (опытной партии) изделия
	Корректировка КД по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) изделия с присвоением КД литеры «О»
	Приемочные испытания опытного образца (опытной партии) изделия
	Корректировка КД по результатам приемочных испытаний опытного образца (опытной партии) изделия с присвоением КД литеры «О ₁ »
	Для изделия, разрабатываемого по заказу Министерства обороны, при необходимости, – повторное изготовление и испытания опытного образца (опытной партии) по документации с литерой «О ₁ » и корректировка КД с присвоением ей литеры «О ₂ », «О ₃ », ... «О _n »
Разработка КД на изделие серийного (массового) производства	Изготовление и испытание установочной серии по КД с литерой «О ₁ » (или «О ₂ », «О ₃ », ... «О _n »)
	Корректировка КД по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия, с присвоением КД литеры «А»
	Для изделия, разрабатываемого по заказу Министерства обороны, при необходимости, – изготовление и испытания головной (контрольной) серии по КД с литерой «А» и соответствующая корректировка КД с присвоением ей литеры «Б»

Окончание табл. 2

Стадия разработки	Этапы выполнения работ
Разработка КД на изделие единичного производства	Разработка КД, предназначенной для изготовления и испытания изделия, с присвоением ей литеры «И»
Примечание. Всем стадиям разработки рабочей КД могут предшествовать стадии разработки проектной КД	

Проектная КД – совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые для проектирования (разработки) изделия.

Рабочая КД – совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые для изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта, модернизации и утилизации изделия.

Изготовленные по рабочей КД опытные образцы после доводки проходят *предварительные испытания* с целью определения возможности предъявления их на приемочные испытания [11]. Предварительные испытания являются самопроверкой разработчика перед приемочными испытаниями [9]. Можно сказать, что на предварительных испытаниях руководство предприятия-разработчика принимает работу у своих сотрудников – непосредственных ее исполнителей – перед тем как пригласить для приемки ОКР заказчика. По результатам изготовления и предварительных испытаний КД корректируется и ей присваивается литера «О».

Приемочные испытания – контрольные испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые соответственно с целью решения вопроса о постановки этой продукции на производство и (или) использования по назначению [11].

После приемочных испытаний и коррекции КД получает литеру «О₁». По КД с этой литерой ведется подготовка серийного (массового) производства, изготавливается установочная серия и проводятся *квалификационные испытания* для оценки готовности предприятия к выпуску изделий данного типа в заданном объеме. После квалификационных испытаний КД получает литеру «А», что согласно ЕСКД [5] означает окончание разработки КД.

Заключение

Установленный стандартами порядок разработки *t*-систем целесообразно использовать тогда, когда в разработке участвуют разные юридические лица (разработчик, заказчик, изготовитель, основной потребитель). При инициативных разработках, если разработчик сам планирует изготавливать разработанные *t*-системы, порядок разработки можно упростить. Излишним, например, является проведение в этом случае перед приемочными испытаниями предварительных испытаний с актами, протоколами и прочей «бюрократией». В рекомендациях [21], которые давали практические советы по применению стандарта [22], действовавшему в то время, когда «несоблюдение стандарта преследовалось по закону», было положение: *порядок взаимодействия участников работ внутри организаций и предприятий является их прерогативой и не регламентируется стандартом*. В настоящее время, когда стандарты применяются на добровольной основе, при инициативных разработках предприятие-разработчик может установить тот порядок их проведения, который будет удобен для него.

Библиографический список

1. Бобков Н. М. ЕСКД и СРПП в учебных конструкторских разработках // Стандарты и качество. 1999. № 6. С. 87 – 91.
2. Бобков Н. М. Основы конструирования. Проблемы терминологии // Вестник машиностроения. 2002. № 9. С. 22 – 26.
3. Муромцев Ю. Д., Тюрин И. В., Белоусов О. А. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учеб. пособие. Ростов н/Д, 2013.
4. ГОСТ 2.103 – 68 ЕСКД. Стадии разработки.
5. ГОСТ 2.103 – 2013 ЕСКД. Стадии разработки.
6. ГОСТ 15.101 – 98 СРПП. Порядок выполнения научно-исследовательских работ.
7. ГОСТ Р 15.000 – 94 СРПП. Основные положения.
8. Бобков Н. М. Систематизация терминологии в области конструирования радиоэлектронных систем // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. 2014. № 3 (105). С. 19 – 29.
9. Р 50-605-80 – 93 СРПП. Термины и определения.
10. ГОСТ Р 15.201 – 2000 СРПП. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
11. ГОСТ 16504 – 81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

12. ГОСТ Р 15.011 – 96 СРПП. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
13. ГОСТ 7.32 – 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
14. ГОСТ 2.002 – 72 ЕСКД. Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании.
15. ГОСТ 2.052 – 2006 ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.
16. ГОСТ 2.125 – 2008 ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов. Общие положения.
17. ГОСТ 2.118 – 2013 ЕСКД. Техническое предложение.
18. ГОСТ 2.119 – 2013 ЕСКД. Эскизный проект.
19. ГОСТ 2.120 – 2013 ЕСКД. Технический проект.
20. ГОСТ 2.001 – 2013 ЕСКД. Общие положения.
21. Р 50-601-10 – 89 СРПП. Применение ГОСТ 15.001 – 88.
22. ГОСТ 15.001 – 88 СРПП. Продукция производственно-технического назначения.

СОДЕРЖАНИЕ ХРЕСТОМАТИИ

Тема 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Тема 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Бобков Н. М. О подготовке конструкторов РЭС в средних специальных учебных заведениях // Среднее профессиональное образование. 2002. № 11

Бобков Н. М. Основы конструирования. Проблемы терминологии // Вестник машиностроения. 2002. № 9

Бобков Н. М. Что такое конструирование радиоэлектронных средств? // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2008. № 1, 2

Функциональные системы и конструктивные уровни РЭС (Каленкович Н. И., Фастовец Е. П., Шамгин Ю. В. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств: учеб. пособие. Минск, 1989. С. 9 – 11)

Бобков Н. М. Конструирование и строительное конструирование РЭС // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

Бобков Н. М. Систематизация терминологии в области конструирования радиоэлектронных систем // Труды Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексева. 2014. № 3

Бобков Н. М. Категории науки о конструировании // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

Общие требования к разрабатываемым (модернизируемым) техническим системам (Из ГОСТ 15.016 – 2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению)

Тема 3. ТИПОВОЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Бобков Н. М. Конструкторская документация и порядок ее разработки // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

Бобков Н. М. Применение положений стандартов ЕСКД в публикациях по конструированию: типичные ошибки // Стандарты и качество. 2004. № 8

Бобков Н. М. Типовой порядок разработки технических систем // Справочник. Инженерный журнал. 2018. № 2

Тема 4. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ РЭС

Основные понятия

Влияние физических параметров окружающей среды (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 140 – 143)

Воздействие на РЭА внешних механических факторов (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 143 – 145)

Основные эффекты, вызываемые воздействием отдельных внешних факторов (Из ГОСТ 28198 – 89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство по применению)

Предельные нормы эксплуатации (Поляков К. П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. М. 1982. С. 145 – 147)

Бобков Н. М. Механические воздействия и нагрузки на элементы несущих систем РЭС // Кварц: радиоизмерения и электроника: научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал НИИПИ «Кварц». 1998. Вып. № 7

Общие требования к РЭС в части стойкости к механическим ВВФ при эксплуатации (Из ГОСТ 30631 – 99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации)

Общие требования к РЭС в части условий хранения и транспортирования (Из ГОСТ Р 51908 – 2002 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования)

Испытание на прочность при транспортировании (Из ГОСТ Р 51909 – 2002 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на транспортирование и хранение)

Общие требования к РЭС в части стойкости к климатическим ВВФ при эксплуатации (Из ГОСТ 15150 – 99 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды)

Тема 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЭС

Механические системы (Справочник металлиста. В 5-ти т. Т. 1. М., 1976. С. 18 – 22)

Основные сведения о механизмах (Фаддеева Л. А. Теория механизмов и детали приборов: учебник. Л., 1983. С. 5 – 11)

Сопротивление материалов, теория упругости и прочее ... (Феодосьев В. И. Десять лекций-бесед по сопротивлению материалов. М., 1975. С. 5 – 6)

Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 12, 13)

Реакции связей почти мгновенно изменяемых систем (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 25, 26)

Классификация плоских систем (Киселев В. А. Строительная механика. Общий курс: учебник. М., 1986. С. 30, 31)

Бобков Н. М. Радиоэлектронные средства как строительные сооружения // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. 2010. № 1, 2

Кинематический анализ стержневых систем (Спицына Д. Н. Строительная механика стержневых систем: учеб. пособие. М., 1977. С. 8 – 15)

Образование и кинематический анализ плоских систем (Живейнов Н. Н., Карасев Г. Н., Цвей И. Ю. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин: учебник. М., 1988. С. 10, 11)

Тема 6. ПРОЧНОСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ РЭС

Сведения из теории сопротивления материалов (Еленев С. А. Холодная штамповка: учебник. М., 1981. С. 9 – 16)

Переменные напряжения. Выбор допускаемых напряжений (Красновский Е. Я., Дружинин Ю. А., Филатова Е. М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем: учеб. пособие. М., 1991. С. 171 – 178)

Бобков Н. М. Оценка усталостной прочности несущих деталей БНК при воздействии вибрации // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 1997. № 4

Прочность и жесткость конструкций (Рошин Г. И. Несущие конструкции и механизмы РЭА: учебник. М.: 1981. С. 33 – 42)

Тема 7. ВОПРОСЫ БАЗИРОВАНИЯ В КОНСТРУИРОВАНИИ

Основные положения теории базирования (ГОСТ 21495 – 79 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. Приложение 1)

Базирование деталей (Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие. М., 2008. С. 57 – 64)

Основы базирования (Кулагин В. В. Основы конструирования оптических приборов: учеб. пособие. Л., 1982. С. 24 – 30, 34 – 41, 44 – 50)

Тема 8. КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Основы конструирования деталей (Кулагин В. В. Основы конструирования оптических приборов: учеб. пособие. Л., 1982. С. 9 – 16)

Справочное руководство по конструированию элементов радиоэлектронных средств (Приложение 2 к промежуточному отчету № 1 о НИР «Наледь. Исследование конструкций несущих систем, электроустановочных изделий и других элементов РЭС. Составление комплекса методических пособий «Конструкции элементов РЭС в примерах и задачах» / Нижегородский технический колледж; руководитель Н. М. Бобков; № ГР 01990006251; Инв. № 02200000313. Н. Новгород, 1999)

Тема 9. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Модульные и базовые конструкции изделий, базовые изделия (Из рекомендаций Р 50-54-103 – 88 Модульные и базовые конструкции изделий. Основные положения)

Бобков Н. М. Принцип базового проектирования в радиоаппаратостроении // Справочник. Инженерный журнал. 2003. № 2

Бобков Н. М. Агрегатное и модульное проектирование технических систем // Справочник. Инженерный журнал. 2009. № 5

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

Тема 10. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ РЭС

Унификация изделий (Из ГОСТ 23945.0 – 80 Унификация изделий. Основные положения)

Расчет показателей уровня унификации и стандартизации изделий (Из методических указаний РД 50-33 – 80 Определение уровня унификации и стандартизации изделий)

Оценка состояния государственной стандартизации БНК в России (Раздел 3 промежуточного отчета № 1 о НИР «Берилл. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы» / Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна»; руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; инв. № Г36590. Н. Новгород, 2000)

Эволюция БНК Нижегородского научно-исследовательского приборостроительного института «КВАРЦ» (Разделы 1 – 4 заключительного отчета о НИР «Берилл. Несущие системы и базовые несущие изделия РЭС специального и общего применения. История конструкций, современные требования, перспективы» / Нижегородский научно-производственный центр современных технологий «Берег-Волна»; руководитель Н. М. Бобков; № ГР У83485; инв. № Г38225. Н. Новгород, 2000)

Тема 11. ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Допуски и посадки гладких цилиндрических и плоских соединений (Допуски и посадки: справочник. В 2-х ч. Ч. 1. Л., 1982. С. 8 – 10, 12 – 19, 28 – 31)

Шероховатость поверхности (Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1. М., 1988. С. 287 – 295)

Обозначения шероховатости поверхностей (из ГОСТ 2.309 – 73 ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей)

Тема 12. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ ТОНКОСТЕННЫХ СИСТЕМ

Кручение брусьев прямоугольного поперечного сечения (Бородин Н. А. Сопротивление материалов: учебник. М., 1992. С. 74 – 76)

Кручение брусьев тонкостенного профиля (Бородин Н. А. Сопротивление материалов: учебник. М., 1992. С. 76 – 78)

Некоторые общие вопросы теории тонкостенных стержней (Бояршинов С. В. Основы строительной механики машин: учеб. пособие. М., 1985. С. 5 – 7)

Кручение тонкостенных брусьев (Любощиц М. И., Ицкович Г. М. Справочник по сопротивлению материалов. Минск, 1969. С. 157 – 164)

Кручение тонкостенных брусьев открытого профиля (Глушков Г. С., Синдеев В. А. Курс сопротивления материалов: учебник. М., 1965. С. 236, 237)

Тема 13. ПРЕДОХРАНЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОТ САМООТВИЧИВАНИЯ

Трение покоя при вибрации (Литвин Ф. Л. Проектирование механизмов и деталей приборов. Л., 1973. С. 46 – 48)

Предохранение резьбовых соединений от самоотвинчивания (Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для вузов. М., 1989. С. 135 – 138)

Способы и виды предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания (Из ОСТ 4Г 0.019.200 Соединения резьбовые. Способы и виды предохранения от самоотвинчивания. Технические требования)

Тема 14. ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Термины и определения основных понятий (Из ГОСТ Р 27.102 – 2021 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения)

Проектирование радиоаппаратуры с учетом требований надежности (Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры: учебник для техникумов. М., 1989. С. 16 – 37)

Интенсивности отказов элементов электронной аппаратуры в номинальном режиме ($T = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $K_n = 1$) и поправочные коэффициенты (Теория надежности радиэлектронных систем в примерах и задачах / Под ред. Г. В. Дружинина. М., 1976. С. 136 – 138, С. 339 – 347)

Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.

E-mail: n.bobkov@mail.ru