

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Н.С. Кувшинов

Показано, что конструкторскую документацию деталей и изделий приборостроения наряду с требованиями ГОСТ ЕСКД целесообразно считать многофакторной системой. К разработке конструкторской документации необходим системный подход. В основе системного подхода должны быть воедино увязаны предложенный классификатор деталей, предложенная структурная модель, учитывающей взаимосвязь постоянных и переменных компонентов в этой системе, а также современные методы компьютерного параметрического моделирования.

Ключевые слова: детали, классификатор, изделия, документация, ГОСТ ЕСКД, многофакторная система, постоянные и переменные компоненты, компьютерное параметрическое моделирование, системный подход.

Введение

Типовые детали приборостроения можно подразделить на следующие укрупненные группы (табл. 1–8) в соответствии с разработанной автором предварительной формой их классификатора:

1) изделия из сортового материала или заготовок (металлы и сплавы), изготовленные токарной обработкой или фрезерованием, например, переходники, штуцеры, контакты, втулки, крышки, штифтовая и втулочная арматура и т. п. (табл. 1);

2) изделия из сортового материала (тонколистовые металлы и сплавы), изготовленные холодной штамповкой (вырубкой, гибкой, глубокой вытяжкой), например, планки, контакты, кронштейны, токопроводящие элементы и т. п. (табл. 2–4);

3) изделия из сортового материала (проволока из металлов и сплавов), изготовленные навивкой на оправку или деформированием, например, пружины, пружинящие контакты, упругие элементы, петли, растяжки, арматура и т. п. (табл. 5);

4) изделия из металлов или сплавов, изготовленные литьем (заливкой расплава в заранее подготовленную форму), например, крышки, корпуса и т. п. (табл. 6);

5) изделия из пластмасс и керамики, изготовленные горячим прессованием или литьем под давлением, например, рукоятки, диафрагмы, основания, колодки, корпуса, панели, изоляторы, светофильтры, колпачки, гайки, винты и т. п. (табл. 7, 8).

Представленные в классификаторе детали типового наименования, как правило, могут отличаться только типоразмерами. Поэтому, используя классификатор и компьютерное 3D параметрическое моделирование в графическом пакете AutoCAD [1], на первом этапе достаточно создать модель детали с «любыми размерами», а затем изменять их. В конечном итоге должна появиться иная форма классификатора уже с параметрическими моделями деталей приборостроения.

В отдельную группу можно выделить изделия (сборочные единицы), соединение составных частей которых на предприятиях-изготовителях позволяет получать неразъемные соединения:

1) из металлов или пластмасс, соединенных между собой сборочными операциями (спайкой, расклепкой, развальцовкой, склейкой, сваркой и т. п.), например, кронштейны, контакты реле, токосъемники, основания, стойки и т. п.;

2) из пластмасс, армированных металлом, сплавами, стеклом или фарфором, например, переходники, заглушки, крышки, кнопки, толкатели, рукоятки и т. п.

Из отдельных деталей и сборочных единиц на предприятиях-изготовителях сборочными операциями собирают различные изделия электротехнического назначения, например, тумблеры, выключатели, пускатели, патроны, предохранители, распределители, датчики, лампы сигнальные, приборы измерительные и т. п.

Таблица 1

Детали приборостроения, получаемые токарно-фрезерной обработкой из металлов
и сплавов, их наименование и основные геометрические формы

1. Детали простые			
<i>Контракты реле</i>	<i>Опоры</i>	<i>Фланцы и пластины</i>	<i>Фланцы и пластины</i>
<i>Шайбы</i>	<i>Втулки</i>	<i>Переходники</i>	<i>Гайки</i>
<i>Оси</i>	<i>Втулочная арматура</i>	<i>Штифтовая арматура</i>	
2. Детали средней и повышенной сложности			
<i>Гильзы</i>	<i>Контакты разъемов</i>	<i>Опоры, основания, корпусные детали</i>	<i>Опоры, основания, корпусные детали</i>
<i>Валы редукторов</i>	<i>Штуцеры</i>	<i>Наконечники и насадки</i>	<i>Наконечники и насадки</i>

Таблица 2

Детали приборостроения, получаемые холодной штамповкой из тонколистовых металлов и сплавов, их наименование и основные геометрические формы



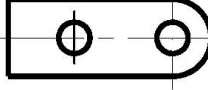

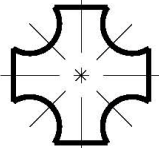
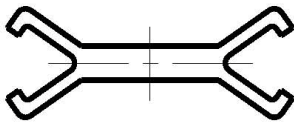
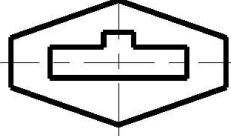
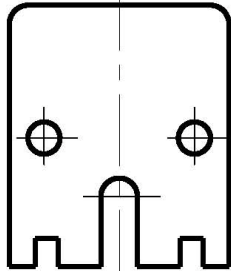
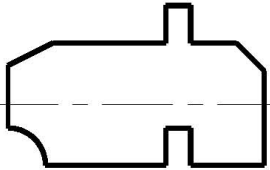
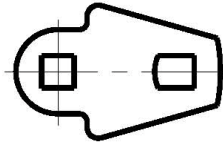
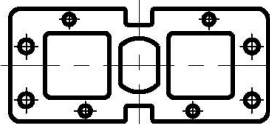
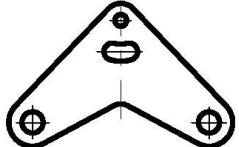
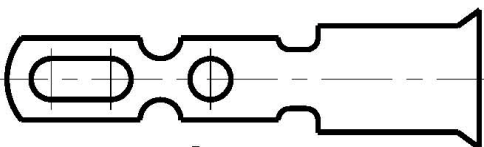
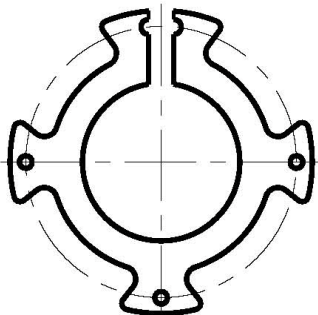
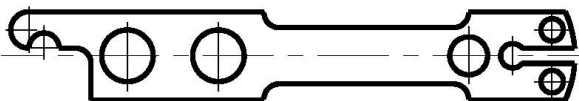
<i>1. Детали простые</i>			
			
<i>Перемычки</i>	<i>Пластины</i>	<i>Лепестки</i>	<i>Шайбы</i>
			
<i>Разделители</i>	<i>Скобы и упругие элементы</i>		<i>Фиксаторы и упоры</i>
<i>2. Детали средней сложности</i>			
			
<i>Пластины и крышки</i>	<i>Ограничители</i>	<i>Кулачки и эксцентрики</i>	
			
<i>Прокладки</i>		<i>Маятники и толкатели</i>	
<i>3. Детали повышенной сложности</i>			
			
<i>Лепестки</i>			
		<i>Прокладки</i>	
<i>Лепестки</i>			

Таблица 3

Детали приборостроения, получаемые гибкой из тонколистовых металлов
и сплавов, их наименование и основные геометрические формы

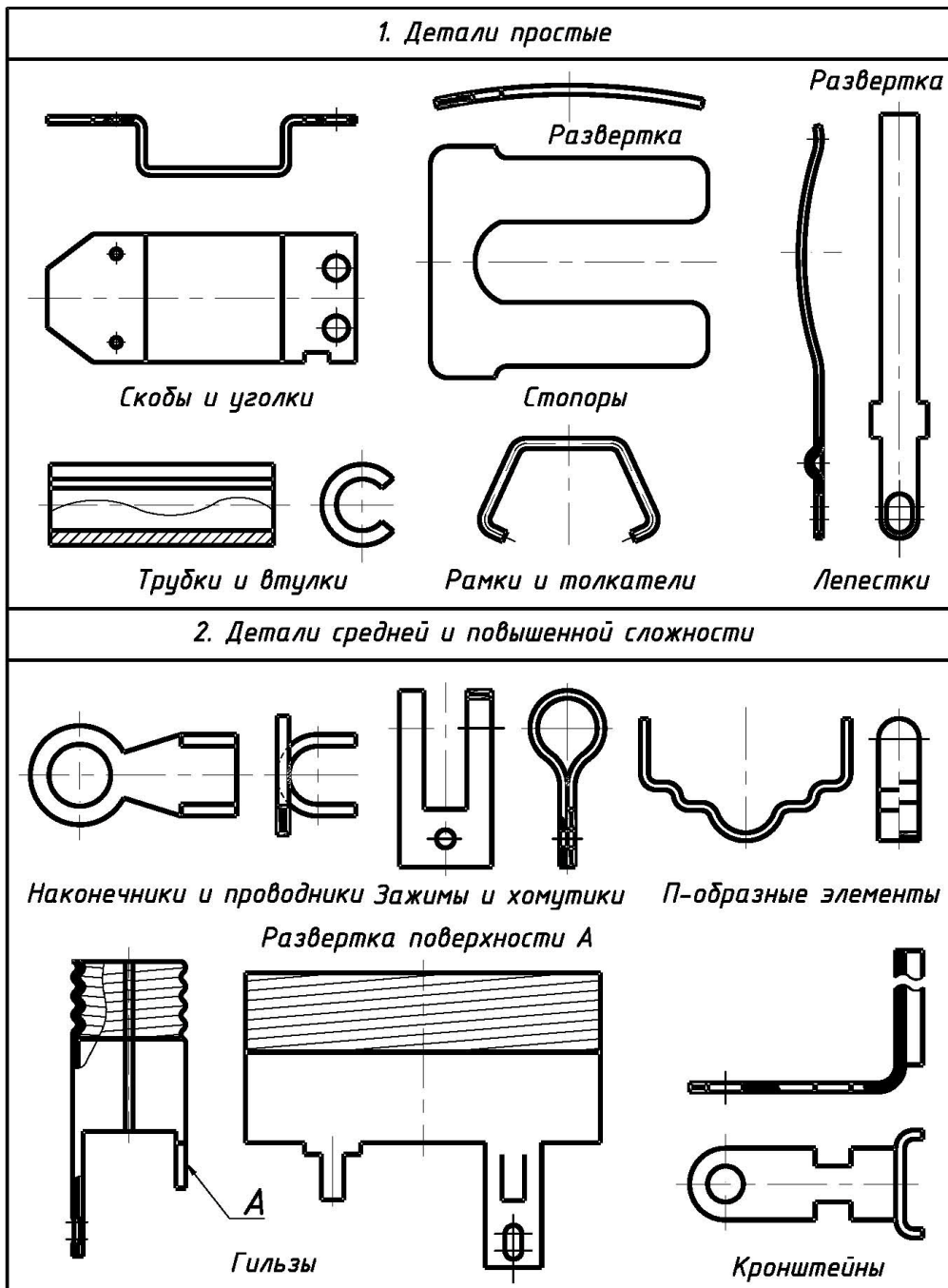


Таблица 4

Полые детали приборостроения, получаемые вытяжкой из тонколистовых металлов и сплавов, их наименование и основные геометрические формы

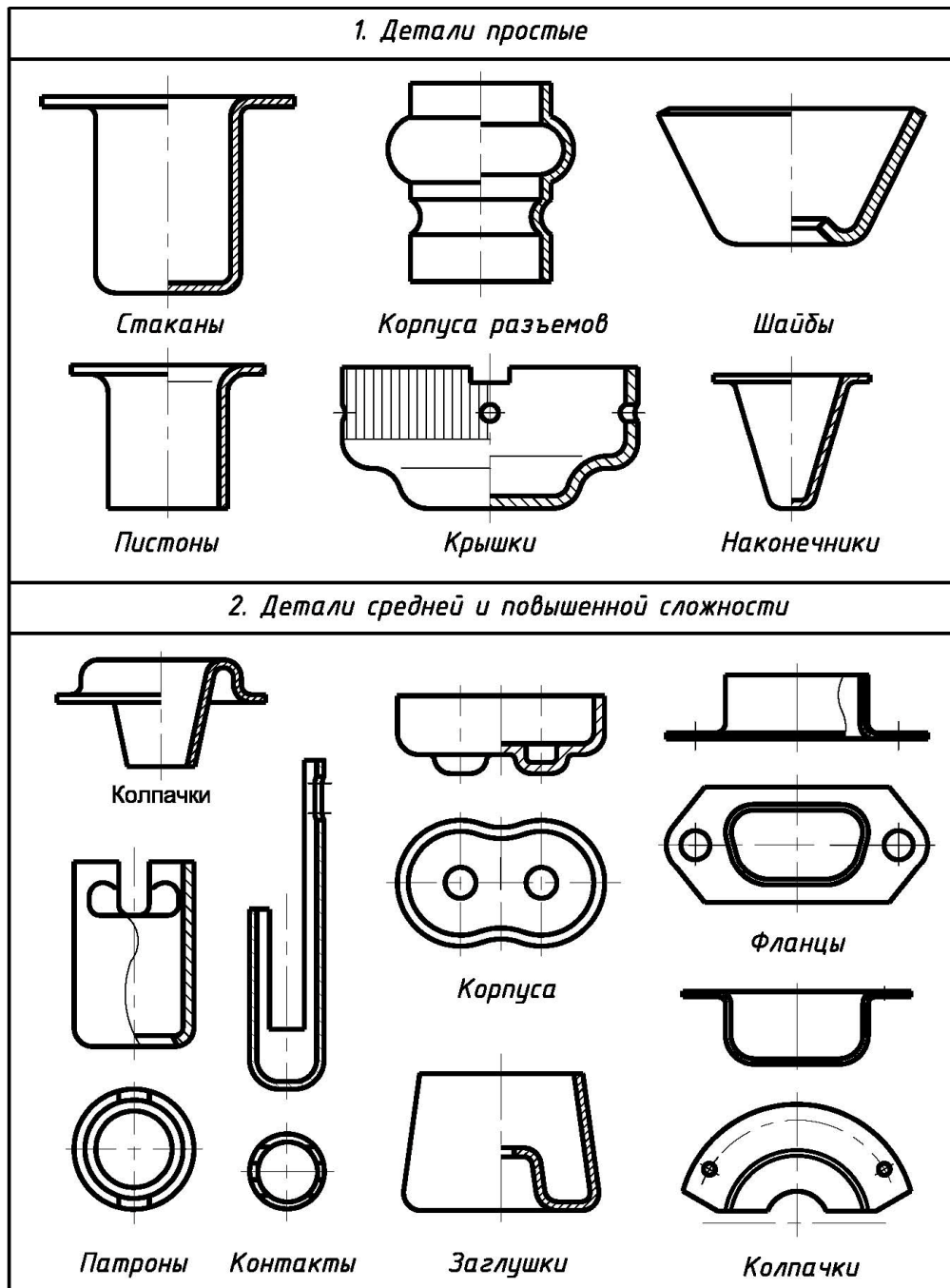


Таблица 5

Упругие детали приборостроения, получаемые гибкой проволокой,
тонколистовых металлов и сплавов, их наименование
и основные геометрические формы

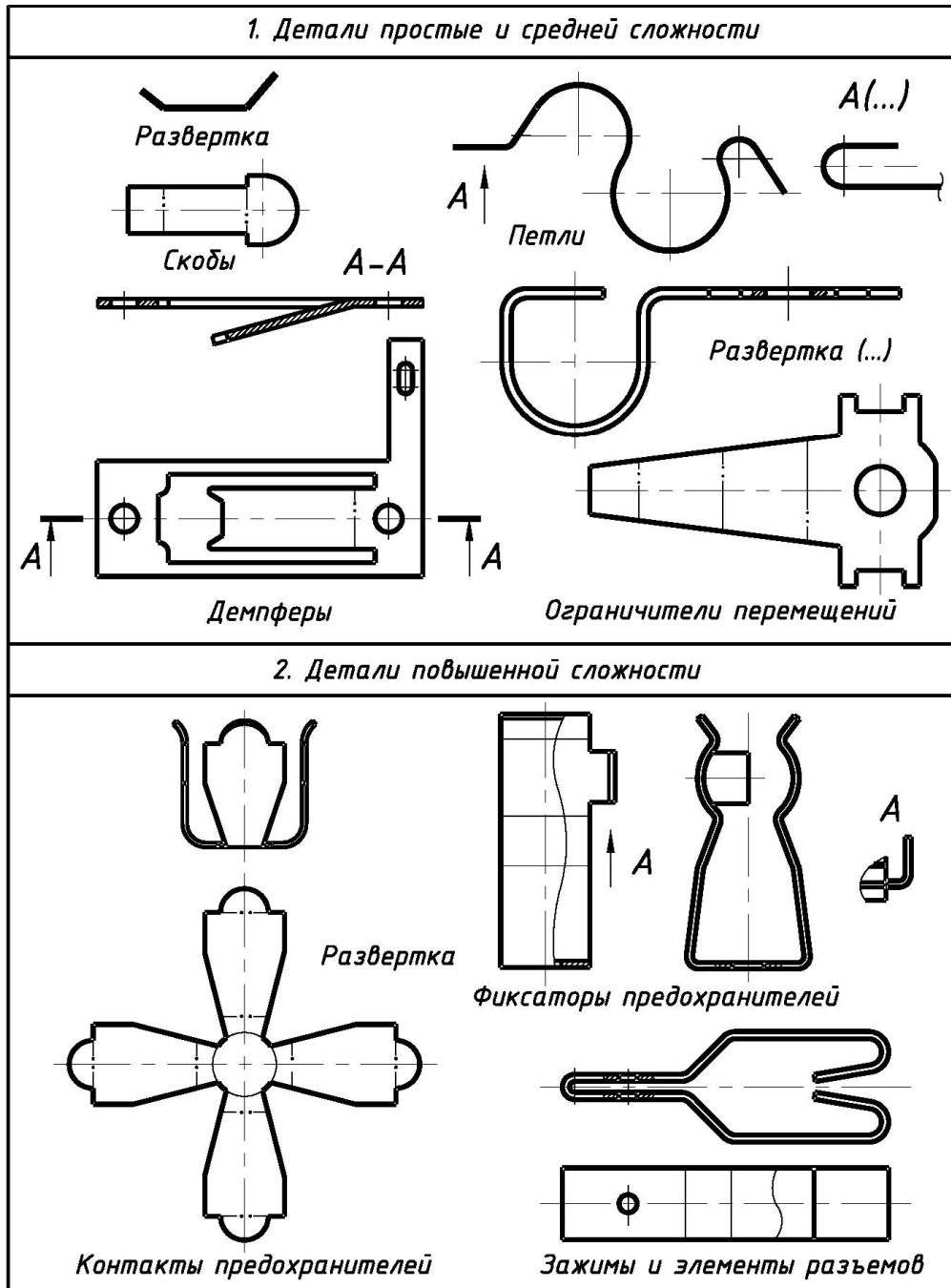


Таблица 6

Полые и сплошные детали приборостроения, получаемые литьем из металлов и сплавов, их наименование и основные геометрические формы

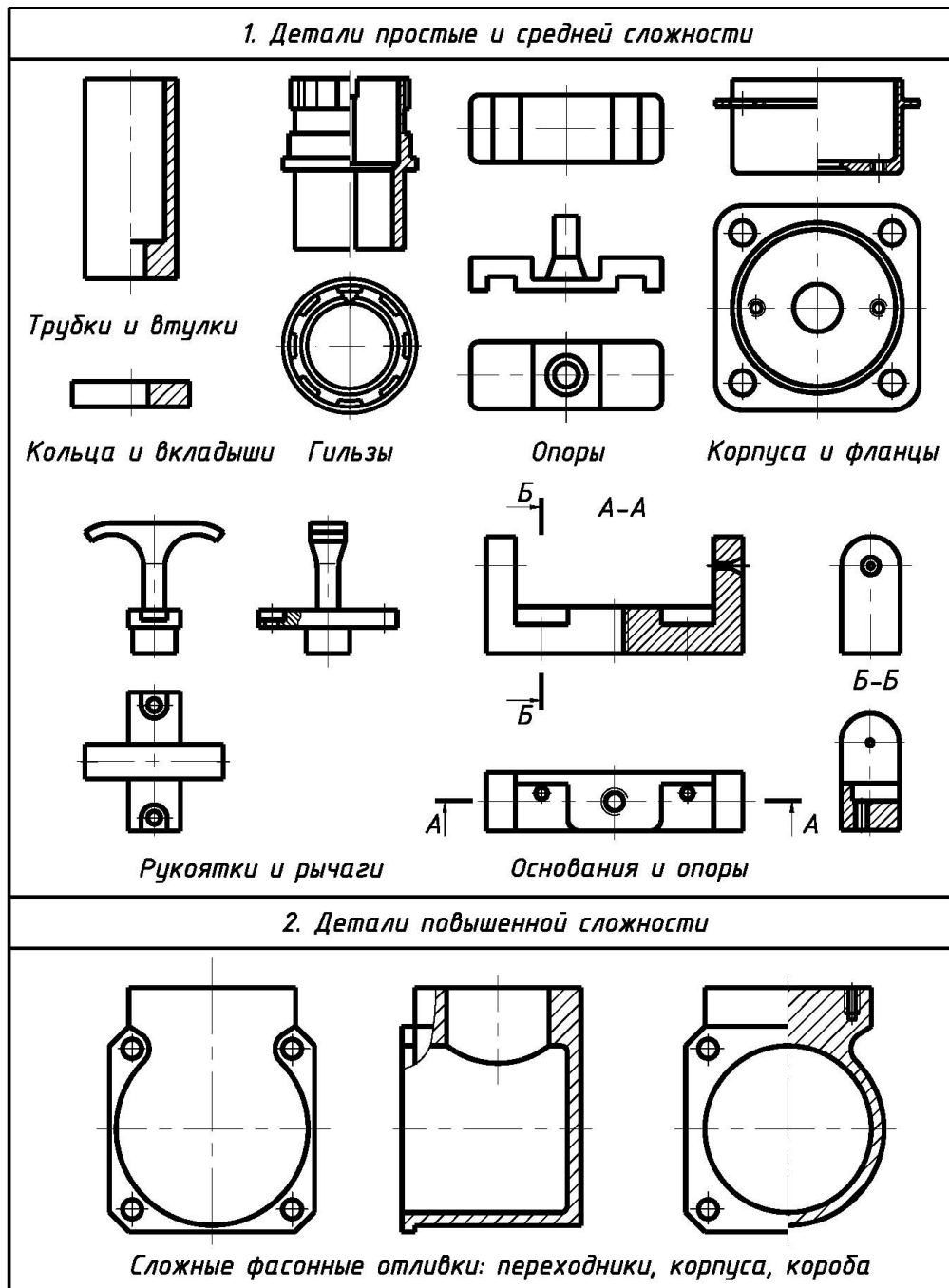


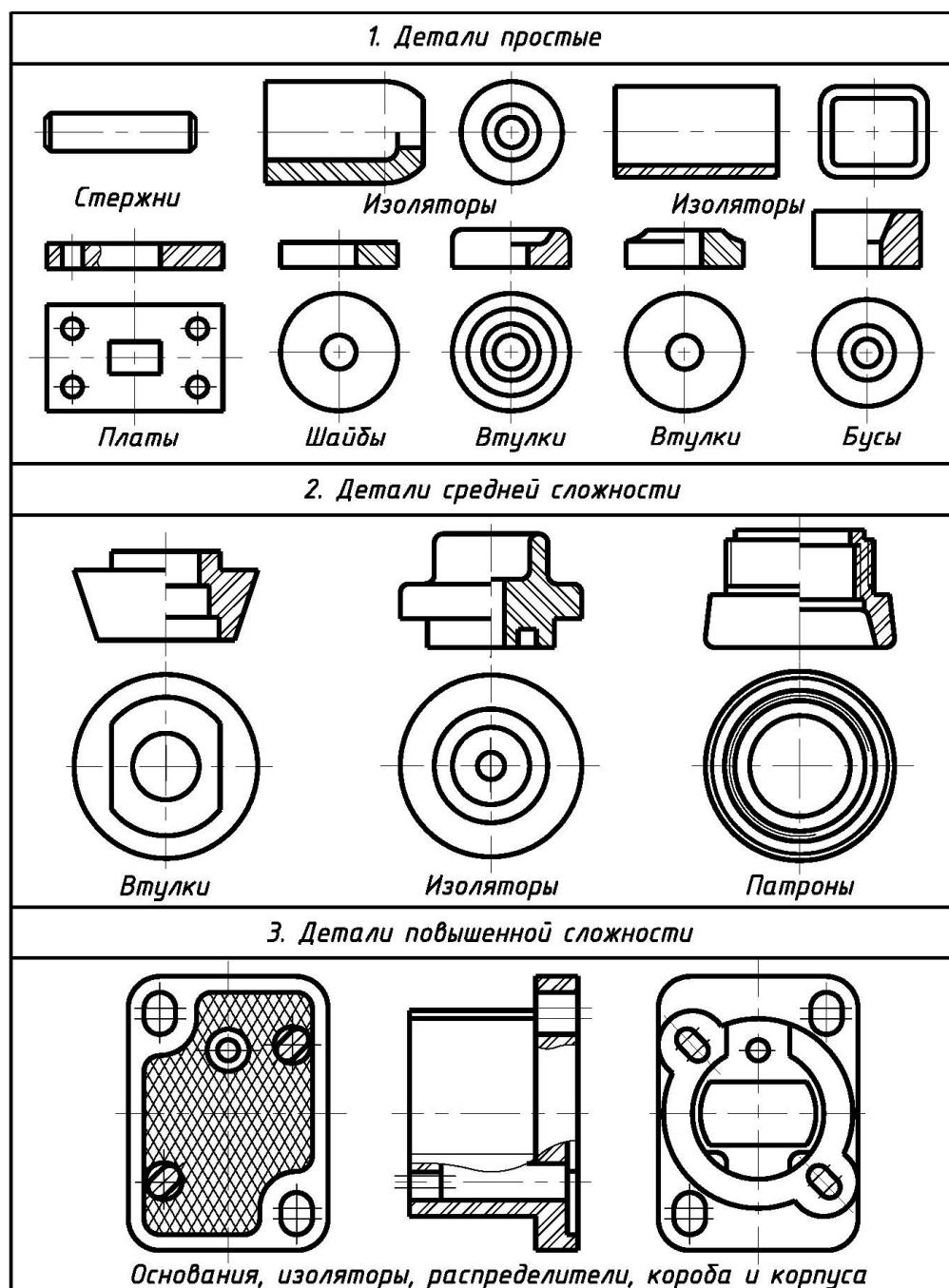
Таблица 7

Полые и сплошные детали приборостроения из пластмасс,
получаемые литьем или горячим прессованием,
их наименование и основные геометрические формы

1. Детали простые				
Светофильтры	Изоляторы	Втулки	Шайбы	Патроны
Платы	Фиксаторы		Рукоятки	
Рычаги и толкатели	Кнопки			
2. Детали средней сложности				
Крышки и колпачки	Основания	Корпуса	Штуцеры и гайки	
Основания	Корпуса			
3. Детали повышенной сложности				
Корпуса и переходники		Короба и распределители		

Таблица 8

Полые и сплошные детали приборостроения из керамики, получаемые литьем или горячим прессованием, их наименование и основные геометрические формы



Постановка задачи

Детали и изделия приборостроения достаточно специфичны по назначению, условиям эксплуатации и внутреннему устройству [2]. Размеры и геометрическую форму деталей и их соединений при отсутствии на них стандартов, как правило, определяют в процессе проектирования изделий или по различным ТУ и нормам предприятий-изготовителей.

В то же время небольшие по размерам детали и изделия приборостроения в значительной, а иногда и в решающей степени влияют на функциональность больших систем и механизмов.

Это влияние может проявляться и иметь различного рода последствия на самых разных уровнях, например:

- а) на бытовом уровне: в системах типа «Человек – Квартира»;
- б) на промышленном уровне: в системах типа «Пусковой механизм – Прокатный стан»;
- в) на уровне жизнеобеспечения: в системах типа «Земля – Самолет» и т. п.

В таких системах существуют самостоятельные внутренние и внешние подсистемы как с двухсторонним (рис. 1), так и с односторонним (рис. 2) взаимодействием.

Например, в системе (см. рис. 1) растрескивание резьбы патрона (из-за оформления его чертежа не по ЕСКД) влияет на работу светильника, но не влияет на работу выключателя. Поломка отдельных частей выключателя (из-за неправильного оформления чертежей отдельных деталей или некачественной сборки) не влияет непосредственно на работу светильника. В тоже время выход из строя любой из подсистем приводит к одинаковым последствиям – к отсутствию освещения в квартире со всеми вытекающими отсюда моральными и иного рода потерями.

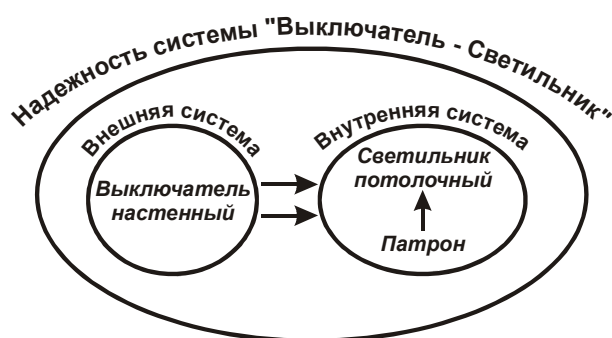


Рис. 1. Взаимодействия в системе «Выключатель настенный – Светильник потолочный»

Например, в системе (см. рис. 2) залипание контакта реле при перегреве (из-за отсутствия указаний или неверных указаний на чертеже шероховатости поверхности) приводит к нарушению функциональности самого реле. Последствия, к которым приводит неправильное оформление чертежа небольшого контакта, уже очень существенны – станок с ЧПУ не работает, продукция не выпускается, а предприятие несет экономические потери.

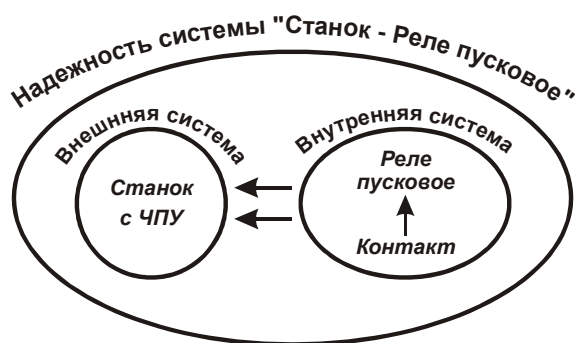


Рис. 2. Взаимодействия в системе «Станок с ЧПУ – Реле пусковое»

Значительная роль отводится системам типа «человек – устройство» и соответствующим им внутренним подсистемам типа «электрическая часть устройства – механическая часть устройства» (рис. 3), действующим (в том числе) в приборах и устройствах бытового назначения.

В системе (см. рис. 3) при выходе из строя хотя бы одной детали (из-за оформления ее чертежа не по ЕСКД или некачественной сборки устройства) вся «механическая часть» теряет свою функциональность и независимо от работающей «электрической части» приводит к нарушению работоспособности всего устройства.

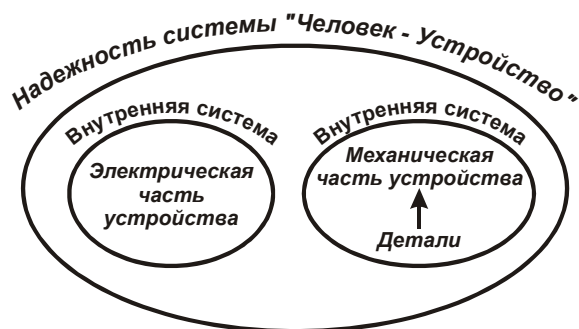


Рис. 3. Взаимодействия в системе «Человек – Устройство»

«Механическая часть», как правило, имеет значительно меньшую надежность и практически только от нее зависит работа прибора или устройства. Например, выход из строя нажимных кнопок пульта управления не позволяет комфортно смотреть телевизор, выход из строя движущихся частей жесткого диска (винчестера) в системном блоке компьютера приводит к потере дорогостоящей информации и к невозможности работы на компьютере и т. д. и т. п.

Повышение надежности «механической части» приборов и устройств возможно:

- а) при правильно выбранной технологии изготовления деталей и изделий;
- б) качественной сборке и соответствующей системе контроля;
- в) наличии конструкторской документации, оформленной в соответствии с ЕСКД (табл. 9).

Таблица 9

Основные ГОСТ ЕСКД для выполнения конструкторской документации изделий

№ п/п	ГОСТ ЕСКД	Наименование
1	ГОСТ 2.001–2013	Общие положения
2	ГОСТ 2.052–2013	Электронная модель изделия. Общие положения
3	ГОСТ 2.102–2013	Виды и комплектность конструкторских документов
4	ГОСТ 2.104–2006	Основные надписи
5	ГОСТ 2.108–68	Спецификации сборочных чертежей
6	ГОСТ 2.109–73	Чертежи сборочные – правила оформления
7	ГОСТ 2.301–68	Форматы
8	ГОСТ 2.302–68	Масштабы
9	ГОСТ 2.303–68	Линии
10	ГОСТ 2.304–81	Шрифты чертежные
11	ГОСТ 2.305–2008	Изображения – виды, разрезы, сечения
12	ГОСТ 2.306–68	Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах
13	ГОСТ 2.307–2011	Нанесение размеров и предельных отклонений
14	ГОСТ 2.309–73	Обозначение шероховатости поверхности
15	ГОСТ 2.311–68	Изображение резьбы и резьбовых соединений
16	ГОСТ 2.313–82	Условные изображения и обозначения неразъемных соединений
17	ГОСТ 2.317–2011	АксонOMETрические проекции

Системный подход к оформлению конструкторской документации деталей и изделий приборостроения

Весь окружающий нас мир – это система со своими внутренними и внешними связями, со своими закономерностями и особой логикой существования.

Конструкторскую документацию (по аналогии) также целесообразно рассматривать как самостоятельную систему, так как в ней тоже есть и свои связи, и свои закономерности, которые напрямую оказывают влияние, как на сам процесс ее выполнения, так и на конечный результат. Влияние на данную систему оказывают компоненты других систем – технологии изготовления

деталей и сборочных единиц, сборки и контроля изделий. Именно поэтому к выполнению конструкторской документации необходимо применять свой, пусть и специфичный, но логически обоснованный системный подход.

Конструкторскую документацию (как и любую систему) предлагается описывать структурной моделью (рис. 4) [2].

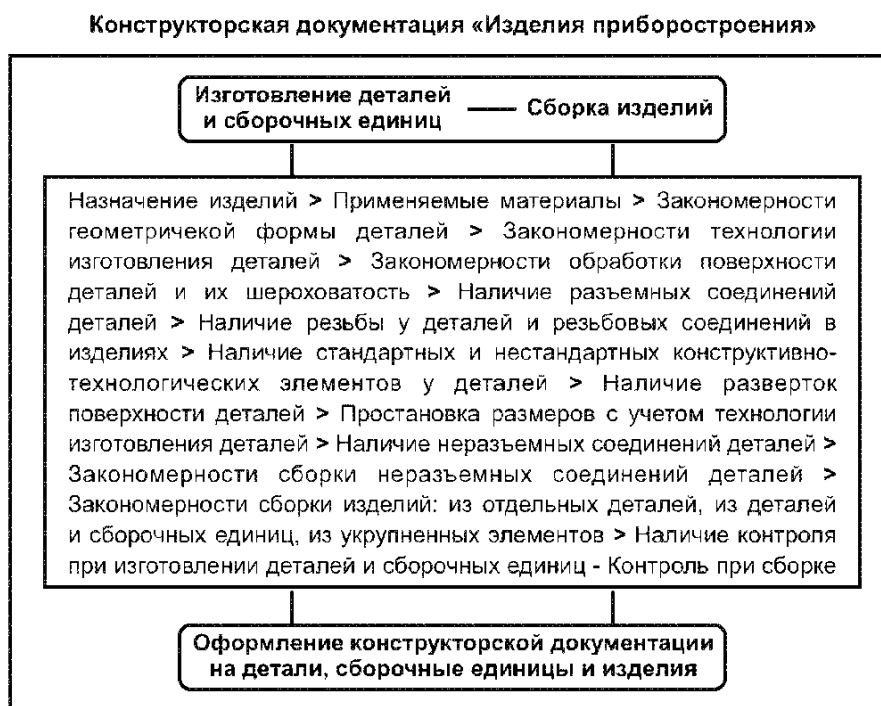


Рис. 4. Структурная модель упрощенного вида

Структурные модели – это системы для описания совокупности объектов или совокупности компонентов одного объекта, свойства которых и соотношения между которыми удовлетворяют определенным аксиомам. Аксиомы (применительно к инженерной графике) – это ГОСТ ЕСКД (см. табл. 9).

Моделирование – исследование явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их структурных моделей для определения или уточнения характеристик и рационализации способов построения вновь конструируемых объектов.

Применительно к инженерной графике – это рациональное выполнение конструкторской документации.

Структурные модели (как и математические модели) подразделяют:

- 1) по классам – на статические и динамические;
- 2) характеру изменения передачи данных – на непрерывные, дискретные и смешанные;
- 3) математическому аппарату – на алгебраические, трансцендентные, дифференциальные и конечно-разностные. Каждый класс моделей дополнительно подразделяют на подклассы.

Существенным фактором для любых структурных моделей является подразделение входящих в их состав компонентов на два вида:

- 1) постоянные компоненты;
- 2) переменные (взаимозависимые) компоненты.

Для использования в практической деятельности структурную модель конструкторской документации (см. рис. 4) целесообразно преобразовать к более удобному общему виду (рис. 5) [2].

Применительно к приборостроению предложенная структурная модель (см. рис. 5):

- 1) относится к классу динамических моделей с постоянными и переменными (взаимозависимыми) компонентами, которые описывают ее структуру без использования математических формул и выкладок;

2) динамика процесса моделирования заключается в поиске оптимального решения на основе анализа взаимодействия постоянных и переменных компонентов модели (от начального состояния – условия задания, до конечного состояния – выполнения конструкторской документации);

3) учитывает специфику и особенности рассматриваемых изделий приборостроения, поэтому максимально приближена к реальным условиям проектирования изделий и выполнения конструкторской документации.

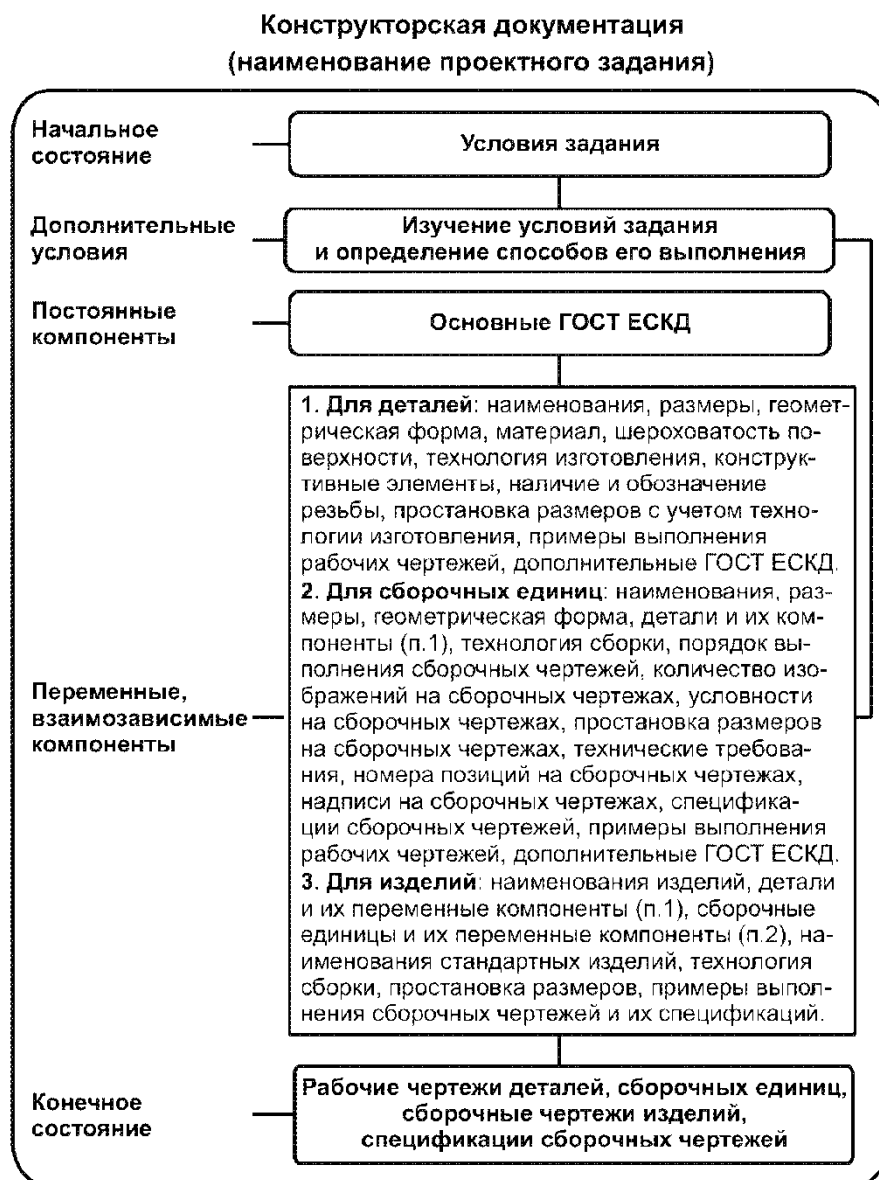


Рис. 5. Структурная модель общего вида

На практике структурные модели общего вида всегда конкретизируют и приводят к виду в соответствие с решаемыми задачами.

Любая структурная модель корректна и эффективна в работе, если заранее известны или могут быть определены все компоненты, входящие в ее структуру, поэтому для предложенной модели основными компонентами являются [2]:

- 1) постоянные компоненты – основные ГОСТ ЕСКД (см. табл. 9);
- 2) переменные, взаимозависимые компоненты:
 - а) наименование деталей (табл. 10) и изделий (табл. 11);
 - б) размеры деталей, сборочных единиц и изделий;

в) сведения: о материалах деталей, шероховатости поверхности деталей, технологии изготовления деталей, классификации геометрической формы деталей в зависимости от технологии их изготовления; конструктивных элементах деталей, видах и обозначении резьбы, разъемных и неразъемных соединениях деталей, нестандартных сборочных единицах и укрупненных элементах, простановке размеров в зависимости от технологии изготовления деталей и сборочных единиц, правилах и последовательности выполнения чертежей сборочных единиц и сборочных чертежей изделий, правилах выполнения и последовательности заполнения спецификаций сборочных единиц и сборочных чертежей изделий, дополнительных ГОСТ ЕСКД.

Таблица 10

Распространенные наименования деталей приборостроения

1. Арматура	22. Лепестки	43. Разделители
2. Болты	23. Лимбы	44. Рамки
3. Валы	24. Маятники	45. Распорки
4. Винты	25. Мембраны	46. Растяжки
5. Вкладыши	26. Наконечники	47. Рукоятки
6. Втулки	27. Направляющие	48. Рычаги
7. Гайки	28. Насадки	49. Светофильтры
8. Гильзы	29. Обоймы	50. Скобы
9. Демпферы	30. Ограничители	51. Стаканы
10. Диафрагмы	31. Опоры	52. Стопоры
11. Заглушки	32. Оси	53. Стойки
12. Зажимы	33. Основания	54. Толкатели
13. Заклепки	34. Панели	55. Уголки
14. Изоляторы	35. Патрубки	56. Упоры
15. Колпачки	36. Петли	57. Фиксаторы
16. Кольца	37. Перемычки	58. Фланцы
17. Контакты	38. Переходники	59. Хомутики
18. Короба	39. Пластины	60. Цанги
19. Корпуса	40. Проводники	61. Шайбы
20. Кронштейны	41. Прокладки	62. Штифты

Таблица 11

Распространенные наименования изделий приборостроения

1. Антенны	18. Катушки	35. Приводы
2. Аппараты	19. Клапаны	36. Пускатели
3. Аттеноуаторы	20. Кнопки	37. Разрядники
4. Блоки	21. Кожухи	38. Разъемы
5. Вариометры	22. Колодки	39. Распределители
6. Верньеры	23. Корпуса	40. Регуляторы
7. Вилки	24. Лампы	41. Редукторы
8. Волноводы	25. Механизмы	42. Резонаторы
9. Волномеры	26. Осветители	43. Реле
10. Выключатели	27. Основания	44. Розетки
11. Гнезда	28. Панели	45. Стенды
12. Датчики	29. Патроны	46. Токосъемники
13. Замки	30. Платформы	47. Трансформаторы
14. Захваты	31. Переключатели	48. Тумблеры
15. Зеркала	32. Переходники	49. Фильтры
16. Калибраторы	33. Предохранители	50. Фонари
17. Каркасы	34. Преобразователи	51. Электромагниты

Заключение

1. Конструкторская документация это тоже своего рода многофакторная и многокомпонентная «система». При оформлении конструкторской документации наряду с общими требованиями ГОСТ ЕСКД необходимо учитывать взаимосвязь всех составных частей в приведенной выше модели и то, что ни один компонент «системы» не может существовать отдельно, сам по себе.

2. Системный подход к выполнению конструкторской документации деталей и изделий приборостроения обеспечивается только совместным использованием предложенного классификатора, компьютерного параметрического моделирования и предложенной структурной модели.

Литература

1. Онстот, С. *AutoCAD 2014 и AutoCAD LT 2014. Официальный учебный курс* / С. Онстот. – М.: ДМК-Пресс, 2014. – 421 с.

2. Кувшинов, Н.С. *Приборостроительное черчение: учеб. пособие* / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова. – М.: КНОРУС, 2013. – 400 с.

Кувшинов Николай Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры графики, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); kns161@mail.ru.

Поступила в редакцию 5 ноября 2014 г.

Bulletin of the South Ural State University
Series “Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics”
2015, vol. 15, no. 1, pp. 32–46

DEVELOPMENT OF DESIGN DOCUMENTATION OF PARTS AND PRODUCTS INSTRUMENTATION ON THE BASIS OF SYSTEM APPROACH

N.S. Kuvshinov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, kns161@mail.ru

It is reasonable to assume the design documentation of parts and products instrumentation along with the requirements of GOST ESKD as multivariate system. It is required to apply system approach to the development of design documentation. Proposed classifier of details, proposed structural model, taking into account the relationship of fixed and variable components in this system, as well as modern methods of computer parametric modeling must be tied together in the system approach.

Keywords: parts, classifier, products, documentation, GOST ESKD, multi-factor system, fixed and variable components, parametric computer modeling, system approach.

References

1. Onstot C. *AutoCAD 2014 i AutoCAD LT 2014. Ofitsial'nyy uchebnyy kurs* [AutoCAD and AutoCAD LT 2014. Official Training Course]. Moscow, DMK-Press Publ., 2014. 421 p.

2. Kuvshinov N.S., Dukmasova V.S. *Priborostritel'noe cherchenie: uchebnoe posobie* [Instrument Making Drawing: a Tutorial]. Moscow, KNORUS Publ., 2013. 400 p.

Received 5 November 2014