



Торрент-формирование посадочных мест и других характеристик многономенклатурных пассивных компонентов для электронных САПР

Юрий Ёлшин (Москва)

В статье представлен один из вариантов решения задачи потокового (торрент-) формирования библиотек посадочных мест и других характеристик многономенклатурных пассивных компонентов. Данная задача является особенно актуальной при выполнении конструкторских проектов электронных ячеек на базе печатных плат в САПР.

Библиотеки компонентов являются ключевым элементом любой системы проектирования печатных плат. При ручном вводе параметров элементов велика вероятность возникновения ошибок, которые будет сложно исправить на более поздних этапах разработки. Как и в случае создания символов условного графического обозначения (УГО) компонентов для схем, процесс создания библиотек посадочных мест вручную является довольно трудоёмким. Вероятность возникновения ошибки при таком подходе гораздо выше, поскольку в данном случае необходимо учесть множество технологических ограничений, влияющих на размеры и форму контактных площадок, переходных отверстий, масок и т.д.

Информационно-программный комплекс ГРИФ-4, расширяющий возможности САПР P-CAD 200x, разработан в ПАО НПО «Алмаз» [1]. В статье пред-

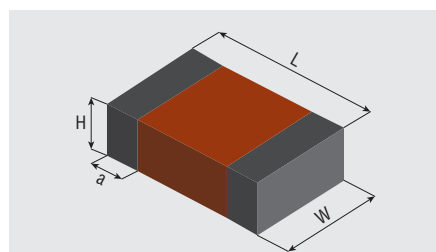
ставлена методика поточного формирования посадочных мест компонентов, реализованная в ГРИФ-4, и описаны особенности формирования имён посадочных мест и других характеристик многономенклатурных электронных компонентов. Методика присвоения имён УГО компонентов достаточно проста. Как правило, имя УГО зависит от специфики компонентов. Для малономенклатурных типов компонентов (обычно это интегральные компоненты, такие как микросхемы, сборки и т.п.) имя УГО полностью соответствует типу компонента, указанного в ТУ на компонент. Если это имя задано в кодировке кириллицы, то его код в главном реестре записывается латиницей, т.е. каждый символ кириллицы перекодируется в символ латинского алфавита в соответствии с ГОСТ 16876-71. Имя записывается при формировании неграфических характеристик компонента в бокс характеристик компонентов (БХК) главного репозитория программного комплекса ГРИФ-4 с помощью программного калькулятора Fcomp.exe. Значительно сложнее присвоить имена посадочных мест многономенклатурным компонентам, таким как конденсаторы и резисторы, некоторые типы переключателей и т.п. Например, в последние 15 лет при проектировании печатных плат достаточно активно использовались почти 30 различных серий конденсаторов с разными вариантами исполнения и 11 серий резисторов также с различными вариантами исполнения (P1-8, P1-12, C2-10, C2-29B, C2-33, C5-16, C5-47, СП3-19, СП5-1, СП5-2, СП5-16ВА). Полный перечень технических условий на конденсаторы и резисторы в библиотеке научно-технической документации в ПАО НПО «Алмаз» содержит 293 наименования.

Номенклатура некоторых отдельных серий конденсаторов достаточно объёмна. Например, серия керамических конденсаторов K10-84 (ФЦТА.673516.0.16ТУ) содержит более 450 вариантов их исполнения. Стоит заметить, что вся эта номенклатура производится только одним изготовителем – ОАО «ВЗРД «Монолит». В работе [2] отмечено, что наиболее массовыми среди элементов в РЭА, как известно, являются именно конденсаторы различных серий, на чью долю в штучном выражении приходится свыше 90%.

Широко применяемая в последние десятилетия технология поверхностного, в том числе автоматизированного монтажа в производстве РЭА привела к росту доли чип-конденсаторов в общем объёме ёмкостных и резистивных элементов. Помимо этого она определила не только необходимость появления нелинейных резисторов в чип-исполнении, но и повышенные требования к теплоустойчивости изделий при групповых методах их пайки путём оплавления паяльных паст. В результате проведённых в последние годы ОКР разработаны и освоены в производстве новые многослойные чип-конденсаторы, например в АО «НИИ «Гироконд». По сравнению с ранее разработанными и серийно выпускаемыми отечественными конденсаторами K10-47, K10-67, K10-69 и K10-79 данные изделия имеют существенно улучшенные габаритные характеристики, позволяющие успешно использовать их для импортозамещения в проектируемой и модернизируемой РЭА.

Поддавляющее большинство разработчиков создают библиотеки компонентов вручную, т.е. вводят их поштучно, что отнимает массу времени и делает процесс крайне трудоёмким и подверженным ошибкам. Отчасти проблему решает приложение FootprintGen из пакета программ OrCAD [3]. Однако этот вариант не обеспечивает торрент-обработку многономенклатурных топологически подобных компонентов.

Многономенклатурность таких компонентов, как конденсаторы и постоянные резисторы очевидна без пояснений,



Типоразмер		Размеры, мм				
Дюймовый	Метрический	L	W	H	a	
0402	1005	1	0,5	0,55	0,2	
0603	1608	1,6	0,8	0,9	0,4	
0805	2012	2	1,25	1,3	0,5	
1206	3216	3,2	1,6	1,5	0,75	
1210	3225	3,2	2,5	1,7	0,75	
1812	4532	4,5	3,2	1,7	–	
1825	4564	4,5	6,4	1,7	–	
2220	5650	5,6	5	1,8	–	
2225	5664	5,6	6,3	2	–	

Рис. 1. Топологически идентичные SMD-компоненты

а топологическая идентичность – это существенная общность конструкций, которая понятна из рассмотрения рисунка 1. Все компоненты имеют 2 вывода и несколько простых типов корпусов, как показано на рисунке 2, а варианты SMD-компонентов вообще обходятся без выводов (см. рис. 3), при этом на рисунке 2 присутствует класс конденсаторов с выводами типа DIP. Описание конструкции каждой серии конденсаторов (резисторов и т.п.) и вариантов их исполнения обычно приводится в ТУ в виде довольно больших таблиц с громоздкими и сложными «шапками».

Описание вариантов посадочных мест таких компонентов приводится в ТУ в формате .pdf, не в текстовом, а в растровом представлении, т.е. в виде изображений. Извлечение требуемых характеристик посадочных мест в таком случае является крайне неудобным и, как показывает практика, чревато ошибками, что совершенно недопустимо.

С точки зрения семиотики, т.е. науки о знаках, которая разделяется на синтаксис, семантику и прагматику языка в различных электронных САПР, авторы многих публикаций рекомендуют пользователям САПР не самые удобные способы присвоения имён посадочным местам (футпринтам) компонентов. Например, в работе [4] автор рассматривает следующие способы определения имени посадочного места:

1. Имя согласно part number фирмы-производителя (например, C0603C104K8RACTU).
2. Имя согласно каталогу фирмы-поставщика (например, Farnell_1640032).
3. Имя согласно типу корпуса компонента (например, C0603).
4. Имя согласно рекомендациям IPC (например, CAPC1608X80N).
5. «Умное имя», которое сочетает в себе преимущества четырёх вышеперечисленных методов.

Далее автор отмечает: «Желательно, чтобы название футпринта было бы «понятным» для конструктора печатных плат». Затем приводятся несколько примеров и рекомендаций по формированию имени посадочного места в библиотеке – для BGA-компонентов, для разёмов, для микросхем, диодов, конденсаторов, резисторов и т.п. Суть этих рекомендаций состоит в том, чтобы указывать как можно более подробные данные о конструкции компонента в коде посадочного места, однако в этом случае код футпринта оказывается существенно перегружен текстом и

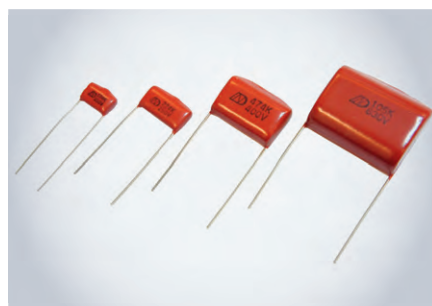


Рис. 2. Топологически идентичные корпуса конденсаторов с выводами

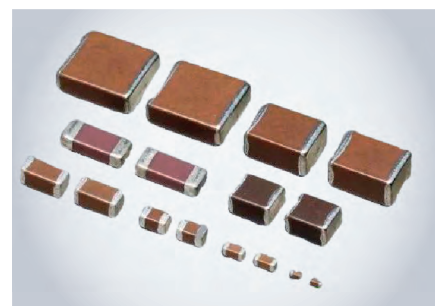


Рис. 3. Топологически идентичные корпуса конденсаторов без выводов

Имя

№ подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инд. № дубл.

Подп. и дата

4767

16.12.2010

5.8

Зам.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

ОЖ0.460.107 ТУ

Таблица 1 - К10-17 вариант "а"

Номинальная емкость конденсаторов группы по температурной стабильности							Допускаемая реактивная мощность, вар	Размеры, мм				Код	Высота (для группы МПО)	Масса, г, не более				
МПО	М47	М1500	Н20	Н50	Н90	МПО, М47, М1500		Н20, Н50, Н90	L _{max}	B _{max}	A							
Номинальное напряжение, В							20	30	40	1,5	2,0	12,0	8,6	7,5	±0,5	1	2	3
50	100	50	50	50	50	50												
2,2	2,2	2,2	75 пФ	680 пФ	680 пФ	6800 пФ	0,25	6,8	4,6	2,5	—	1	0,5					
7500 пФ	3000 пФ	3000 пФ	0,01 мкФ	0,12 мкФ	0,1 мкФ	0,47 мкФ												
—	—	2,2	75	680 пФ	680 пФ	—	1,0	8,4	5,0	±0,5	—	2	1,0					
—	—	820 пФ	3000 пФ	0,033 мкФ	0,033 мкФ	—												
2200 пФ	2200	3300	0,011	0,15	0,15	0,68	30	1,5	8,4	5,0	±0,5	—	2	1,0				
0,022 мкФ	8200 пФ	8200 пФ	0,027 мкФ	0,27 мкФ	0,22 мкФ	1,5 мкФ												
—	—	9100 пФ	0,03	0,33	0,33	2,2 мкФ	40	2,0	12,0	8,6	7,5	—	3	2,0				
—	—	0,015 мкФ	0,039 мкФ	0,47 мкФ	0,47 мкФ	—												
6200 пФ	6200 пФ	9100 пФ	0,03	0,33	0,33	—	40	2,0	12,0	8,6	7,5	—	3	2,0				
0,051 мкФ	0,015 мкФ	0,015 мкФ	0,039 мкФ	0,47 мкФ	0,47 мкФ	—												

Рис. 4. Таблица описания посадочных мест конденсаторов серии К10-17 варианта «а»

при этом имеет различный синтаксис в зависимости от типа компонента. Следует также помнить о том, что некоторые САПР имеют ограничение на длину имени посадочного места компонента. Подобные рекомендации требуют запоминания синтаксиса, но при этом не содержат полной информации о данном компоненте. И самое главное: эти данные преследуют одну задачу – быть понятными для конструктора, однако «понятность» необходима и для компьютера, особенно для торрент-формирования посадочных мест конденсаторов и резисторов, т.е. многоименовальных компонентов.

В ГРИФ-4 для формирования базы данных многоименовальных компонентов используется методика, в основе которой лежат основные языковые понятия:

- синтаксис – отдел грамматики, изучающий предложения и способы сочетания слов внутри предложения;
- семантика – звуковая и смысловая сторона языка – слова и морфемы;
- прагматика – это семантика языка в действии, или, другими словами, раздел, изучающий отношения между знаками и их пользователями.

Для примера рассмотрим способы представления данных о посадочных местах для многоименовальных компонентов, представленных в документе «Конденсаторы керамические К10-17, ОЖ0.460.107 ТУ». На рисунке 4 приведён фрагмент таблицы описания конденсаторов серии К10-17 варианта «а». Для вариантов «б» и «в» этой серии существуют аналогичные таблицы. Для некоторых серий компонентов используются более компактные способы представления данных о размерах корпусов, например, для оксидно-полупроводниковых танталовых конденсаторов серии К53-68 (АЖЯР.673546.007ТУ). Вид таблицы этого типа представлен на рисунке 5.

Программное извлечение данных из таблиц формата .pdf требует предварительного преобразования растровых изображений данных в текстовый формат, например в формат .docx. Для выполнения данной задачи в ГРИФ-4 используется программный комплекс ABBYY FineReader Professional. После запуска программы необходимо выбрать пункт «Сканировать в Microsoft Word». В качестве исходного файла для преобразования

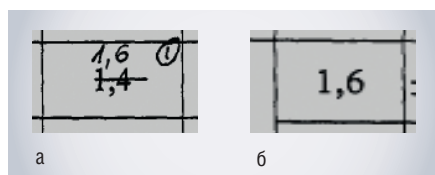


Рис. 8. Ячейка ТУ с внесёнными изменениями:
а) до редактирования; б) после редактирования

Эта программа формирует файл TAB2_K10-17.docx, который, в отличие от TAB1_K10-17.docx, содержит информацию в виде простых по структуре таблиц, включающих полный список всех возможных компонентов данной серии, подготовленный для последующего формирования набора файлов в директории CompBox, т.е. главного репозитория ГРИФ-4. Сформированная torrent-таблица состоит из заголовка и тела. Заголовок содержит информацию для оператора, необходимую при выполнении ручного формирования БХК и/или для настройки программного модуля TAB2toBHX.exe для работы в torrent-режиме. Описание типа и кода корпуса компонента достаточно компактно и полностью отвечает требованиям синтаксиса, семантики и прагматики именования футпринтов (см. рис. 7).

Из представленных torrent-таблиц видно, что программа TAB1toTAB2.exe сформировала типы конденсаторов в первой колонке и соответствующие посадочные места для конденсаторов – во второй колонке. Следует отметить, что такой способ torrent-формирования данных для многономенклатурных компонентов и последующего torrent-формирования главного репозитория является новым и не имеет аналогов в известных автору САПР. Методика torrent-создания базы данных для многономенклатурных компонентов, которыми являются конденсаторы, полностью применима и к резисторам, сдвиговым переключателям и т.п. Находящиеся во второй колонке данные позволяют автоматически формировать посадочные места подобных компонентов, т.е. компонентов, которые имеют различные размеры, но топологически идентичные корпуса.

К сожалению, изготовители радио-электронных компонентов по не совсем понятным соображениям формируют и тиражируют ТУ на компоненты в виде таблиц с достаточно сложными «шапками». Все изменения, вносимые в документ на протяжении многих лет, выполняются довольно небрежно, в рукописном виде, что требует их контроля и распознава-

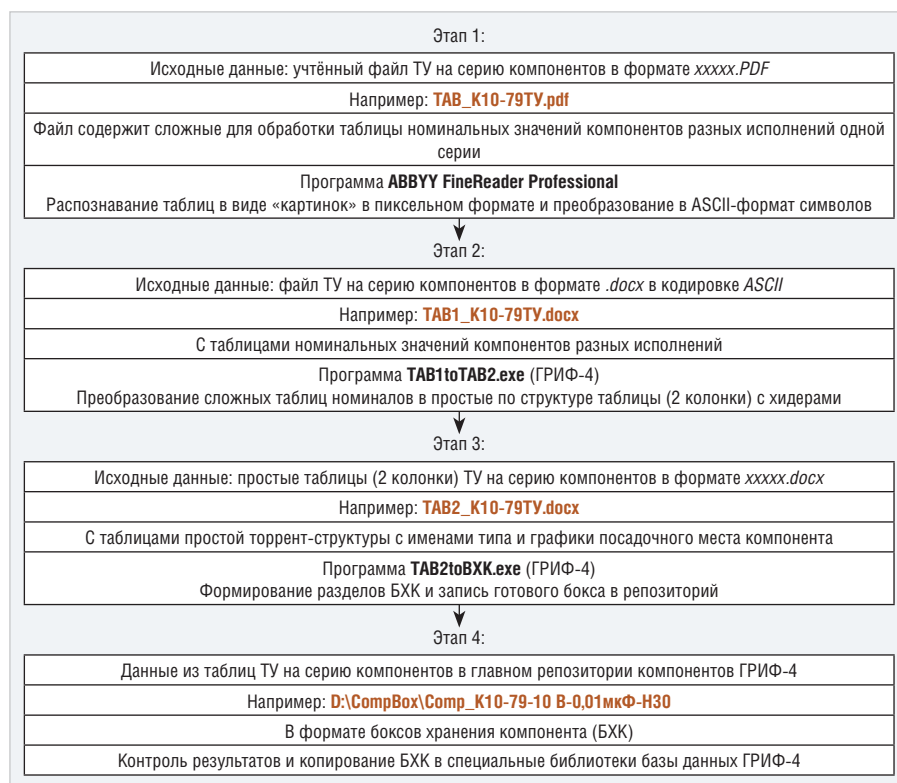


Рис. 9. Блок-схема процесса автоматического формирования и записи БХК

ния человеком. Типичный пример внесения одного из таких изменений приведён на рисунке 8а. Здесь в кружочке вписан номер изменения, а число 1,4 зачёркнуто и заменено на 1,6. Разумеется, содержимое такого элемента таблицы не распознаётся и требует дополнительного редактирования (см. рис. 8б). С такими «электронными» исходными данными перейти к «цифровой экономике» будет весьма затруднительно!

Однако на этом работа по созданию боксов для репозитория не заканчивается. Формирование БД многономенклатурных компонентов заключается в наполнении новыми компонентами главного репозитория компонентов. Этот шаг выполняется с помощью программы TAB2toBHX.exe. Данная программа использует каждую строку в TAB2_xxx.docx для создания бокса хранения компонента (БХК) в директории CompBox. По окончании обработки всех строк в torrent-таблице программа запрашивает разрешение на копирование сформированных БХК в библиотеку компонентов, которое выполняется с помощью модуля CompToBD.exe. При отсутствии необходимости формирования репозитория наличие простых таблиц для ручного ввода компонента в БД значительно упрощает работу АБД при создании файлов посадочных мест.

На рисунке 9 приведена блок-схема организации работ по автоматиче-

Имя	Тип	Размер	Дата
[.]	<папка>		17.08.2017 10:28
[3dm]	<папка>		16.08.2017 16:31
[AddPart]	<папка>		03.03.2014 10:52
[DataSheets]	<папка>		21.04.2015 15:35
[Mounting]	<папка>		21.04.2015 15:35
[Ngspice]	<папка>		21.04.2015 15:35
[Pcb]	<папка>		17.08.2017 09:20
[Pspice]	<папка>		21.04.2015 15:35
[Schematic]	<папка>		21.04.2015 15:35
CompToBD	exe	670 208	02.09.2014 09:40
CompToBD	ms	1 640	29.09.2014 15:01
FComp	exe	1 549 824	23.09.2014 16:29
FComp	ini	274	29.09.2014 13:56
FComp	ms	746	29.09.2014 13:56
FComp	exe	1 240 064	17.04.2014 13:47
FComp	ini	136	29.09.2014 14:07
FComp	ms	395	29.09.2014 14:07
FCSmd3D	exe	540 672	17.12.2014 17:34
FCSmd3D	aldprt	282 624	17.12.2014 17:35
Служебная о вводе K10-17 4 B 0,01 мкФ	doc	34 816	29.09.2014 13:09

Рис. 10. Содержимое директории БХК конденсатора серии K10-17

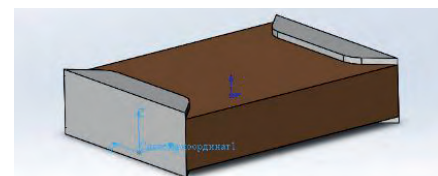


Рис. 11. Трёхмерное изображение компонента с указанием базовой точки конструкции

скому формированию бокса хранения компонента и записи его в репозиторий ГРИФ-4. На рисунке 10 представлено содержимое директории БХК компонента Comp_k10-17-4 B 0,01 мкФ.

Рассмотрим содержимое и назначение отдельных папок и файлов в составе БХК. Папка 3dm содержит 2 файла с трёхмерным изображением конденсатора в форматах SolidWorks и JPG (см. рис. 11).

Папка AddPart пуста, так как конструкция этого компонента не требу-

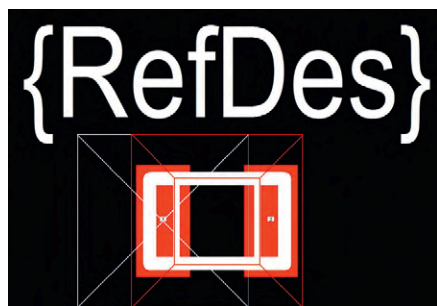


Рис. 12. Посадочное место конденсатора
K10-17-4 В 0,01 мкФ

Листинг 1

```
НР ПРОЧИЕ ИЗДЕЛИЯ
НЭ КОНДЕНСАТОР
ПН K10-17-4В-Н20-0.01 мкФ-2
ТУ ОЖ0.460.107ТУ
КЛ 1
ПР 3
ТТ
ПЧ
ВЫС 0.8
АВД Елшин Ю.М.
```

Листинг 2

```
[TIPCOMP]
[RAZD]
С
[NARUS]
Конденсатор
[NATIP]
K10-17-4В-Н20-0.01 мкФ-2
[PAPDAT]

[TU]
ОЖ0.460.107ТУ
[EDIZ]
мкФ
[NOMIN]
0.01-0.1
[KORP]
K10-17-4В
[UGO]
C1
[VARUST]
SMD
[COMM]
корпус типа 0805
[AVTOR]
Елшин Ю.М.
[VISCAMP]
0.8
```

ет дополнительных элементов крепления или охлаждения.

Папка DataSheets содержит ссылку на учтённый файл ТУ на конденсаторы этого типа в формате .pdf.

Папка Mounting пуста, так как на сборочном чертеже печатной платы чертёж установки SMD-компонентов не требуется.

Папка NGA содержит список неграфических атрибутов (НГА) этого компонента, которые необходимы для автоматического формирования спецификации на электронный узел. Содержимое файла K10-17-4В-2.nga представлено в листинге 1.

Папка PCB содержит 2 файла: K10-17-4В-2.jpg и K10-17-4В-2.pcb.

Вообще, файлы с расширением JPG представляются в репозитории компонентов ГРИФ-4 как дубликаты файлов других форматов для удобства их просмотра, без привлечения таких САПР, как P-CAD, SolidWorks и др.

Начальнику конструкторского отдела

Служебная записка

Прошу ввести в базу данных САПР ГРИФ-4 компоненты, отсутствующие в реестре C:\GrifTab(S-P.txt).

Тема: xxxxxxx и Шифр заказа xxxxxxx.

№ ПП	Раздел в реестре-префикс позиционирования (код элемента по ГОСТ 2.710-81)	Наименование компонента в ГОСТ 2.710-81, например: Микросхема Резистор Держатели и т.п.	Тип электро-радио компонента (Условное обозначение изделия)	Код УГО, присвоенный в секторе 543 (комната 1038, тел.1659)	Обозначение для заказа -ТУ, фирма-изготовитель, или слово "Импорт", если изготовитель неизвестен (Обозначение на поставку)	Шифр ячеек, платы, ОПП, для которой требуется этот компонент	Код (тип) корпуса компонента
1	#С	Конденсатор	K10-17-4В 0.01 мкФ	C1	ОЖ0.460.107ТУ	HC269Б-10	

Приложение: (габаритные чертежи вводимых компонентов) –DataSheets, в электронном виде (указать имя файла или папки): ОЖ0.460.107 ТУ_Изм.№57(K10-17-4В).pdf

Исполнитель Миллеров В.О. Тел.78-96. Дата: 29 сен 14 г.
Согласовано

Рис. 13. Образец служебной записки о вводе нового элемента в БД

Листинг 3

```
29.09.2014 14:56
Вы воспользовались режимом "Создать НГА"

29.09.2014 14:56

-----
НР ПРОЧИЕ ИЗДЕЛИЯ
НЭ КОНДЕНСАТОР
ПН K10-17-4В-Н20-0.01 мкФ-2
ТУ ОЖ0.460.107ТУ
КЛ 1
ПР 3
ТТ
ПЧ
ВЫС 0.8
АВД Елшин Ю.М.
-----
Создан файл: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4В 0.01 мкФ\NGA\K10-17-4В.
nga
Создан файл: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4В 0.01 мкФ\S-p\строка в ре-
естре.txt

- Копирование "C:\Grif\Ugo.jpg\C1.jpg" (одинаковая дата сохранения)
--> "C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4В 0.01 мкФ\SCH\C1.jpg"
- Копирование "C:\Grif\SCH\C1.sch" (одинаковая дата сохранения) -->
"C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4В 0.01 мкФ\SCH\C1.sch"
```

Файл в формате PCV является описанием посадочного места компонента (см. рис. 12).

В папке S-P хранится файл со специальной строкой для главного реестра компонентов в ГРИФ-4. Строка содержит описание основных характеристик компонента и представлена в виде текста, разделённого на 10 полей символами «!». Пример текста представлен ниже:

```
!Конденсатор !Capacitor ! K10-17В-Н20! ОЖ0.460.107ТУ! мкФ! 0.068-0.12! K1017V40-32-20-5! C1! K1017V40-32-20-5! xxx-SMD pin=2 26.05.2017
```

Назначение полей в строке:

1. Наименование компонента на русском языке.
2. Наименование компонента на английском языке.
3. Тип компонента (условное обозначение).
4. Обозначение компонента для заказа.
5. Единица измерения в одном диапазоне единиц измерения.
6. Номинал.
7. Имя посадочного места компонента.
8. Код УГО компонента.

9. Вариант установки компонента (ссылка или файл чертежа установки).

10. Комментарий (код ТКЕ – топологический тип, количество выводов, дата ввода в реестр).

Папка SCH содержит УГО компонента в формате JPG и ссылку на библиотеку УГО данного типа в БД САПР.

Файл «Служебная записка в службу АВД на ввод нового компонента в репозиторий» в формате .docx (см. рис. 13).

Отметим одну из особенностей бокса хранения компонента, которая состоит в том, что, помимо хранения конструктивных данных компонента, в директориях бокса хранятся исполняемые и служебные файлы программ, с помощью которых можно оперативно произвести необходимые доработки компонента, введённые в ТУ изготовителем компонента. К ним относятся:

- программа-калькулятор формирования неграфических атрибутов компонента Fcomp.exe;
- файл Fcomp.ini, содержащий протокол диалога работы с модулем Fcomp.exe, пример которого представлен в листинге 2;

Листинг 4

```
[TIPCOMP]
Chip component (0603 и больше)
[DLXCOMP]
2
[DLXCOMP]
1.25
[XC]
100
[YC]
100
[WIDKPR]
0.4
[DOPKPR]
0
[RAZMP]
0.2
```

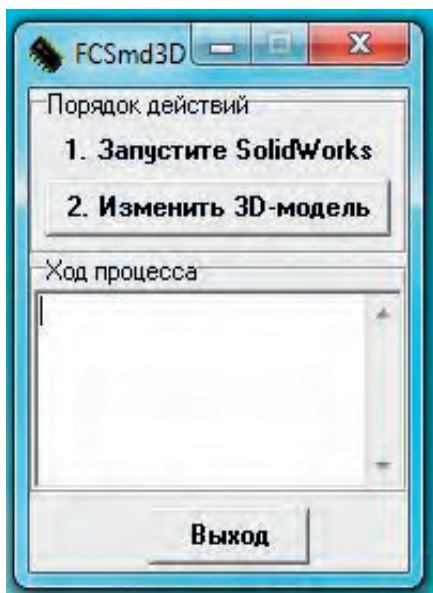


Рис. 14. Начальный диалог автоматического формирования описания 3D-компонента в формате SolidWorks

- файл Fcomp.ms, который содержит сообщение о проведенной операции по созданию записи о неграфических атрибутах в БХК (см. листинг 3);
- программа-калькулятор формирования неграфических атрибутов компонента FCsmd.exe;
- файл FCsmd.ini, содержащий протокол диалога работы с модулем FCsmd.exe, содержимое которого представлено в листинге 4;
- файл FCsmd.ms, который содержит сообщение о проведенной операции по созданию записи о графических атрибутах в БХК (см. листинг 5);
- программа-калькулятор формирования 3D-описания компонента FCSmd3D.exe, окно которой показано на рисунке 14.

В составе программных средств БХК часто имеет смысл сохранять модуль CompToBD.exe, который выполняет автоматическое копирование данных разделов БХК в соответствующие библиотеки компонентов. Это разумно, так как репозиторий служит в первую очередь для хранения данных, а работа многих САПР базируется на

Листинг 5

```
29.09.2014 15:06
Файл сообщение программы "FCsmd"
Текущая папка: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-43 0.01 мкФ
Исходный файл: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-43 0.01 мкФ\S-p\строка в
реестре.txt Код посадочного места: K10-17-43
Контактные площадки: Rect0.8x1.65 Зазор между контактными площадками:
0.80

Создан файл: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-43 0.01 мкФ\PCB\K10-17-4B.
pcb
Конец работы.
```

Листинг 6

```
29.09.2014 16:01 Сообщения программы "CompToBD"
Исходная папка (откуда копир-ть): C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-43 0.01
мкФ
Путь к ВД (куда копировать): C:\Grif

----Подготовлено для вставки в файл S-p.txt:----
!Конденсатор !Capacitor !K10-17-43-H20-0.01 мкФ-2
!ОЖО.460.107ту
----Вставлено в файл S-p.txt (3210):----
!Конденсатор !Capacitor !K10-17-43-H20-0.01 мкФ-2
!ОЖО.460.107ту
Копирование ( произошло "+" / отменено "-" ):
-C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\3dm <--- Папка пуста!
-C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\AddPart <--- Папка пуста!
+C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\NGA\K10-17-43-2.nga <--->
C:\Grif\NGA\K10-17-4B-2.nga
+C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\PCB\K10-17-43-2.pcb <--->
C:\Grif\PCB\K10-17-4B-2.pcb
"C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\PCB\K10-17-43-2.jpg" <---
Отсутствует файл в исходной папке
-C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\PCB\K10-17-43-2.jpg <---> C:\
Grif\PCB_jpg\K10-17-4B-2.jpg
-C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\SCH\C1.sch (одинаковая дата
сохранения) <---> C:\Grif\SCH\C1.sch
-C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\SCH\C1.jpg (одинаковая дата
сохранения) <---> C:\Grif\UGO_jpg\C1.jpg

=====
Конец работы.
Создан файл сообщений: C:\CrudeCompbox\Comp_K10-17-4в 0.01 мкФ\
CompToBD.ms
```

библиотеках проблемно-ориентированных характеристик компонентов.

Файл CompToBD.ms содержит протокол копирования файлов из репозитория в БД ГРИФ-4. Пример такого протокола представлен в листинге 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный программный комплекс (торрент-система) является дальнейшим развитием программно-го комплекса ГРИФ-4. Несмотря на то что система «ТОРРЕНТ» базируется на средствах P-CAD 200x, результаты её работы можно легко использовать в других САПР, которые имеют в своём составе соответствующие конверторы для экспорта и импорта посадочных мест компонентов. К таким САПР сегодня можно отнести Altium Designer, OrCAD (Allegro), Delta Design.

Опытная эксплуатация комплекса показала высокую эффективность его использования. Например, ввод в репозиторий ГРИФ-4 полной номенклатуры конденсаторов серии K10-84 с тремя вариантами исполнения при общем количестве сформированных боксов хранения 450 был выполнен конструктором за 3 часа. Если за эти же 3 часа конструктор обычно вручную вводит в БД не более двух компонентов типа «конденсатор» одного варианта исполнения, то использование приложения

«ТОРРЕНТ» позволяет повысить производительность труда этого конструктора в 225 раз. При этом весьма маловероятно возникновение ошибок.

Как отмечено в работе [2], «миниатюризация РЭА, снижение массы и уменьшение габаритов её блоков являются постоянно действующей и доминирующей тенденцией, предусматривающей улучшение массогабаритных характеристик компонентов и увеличение их номенклатуры». Именно по этой причине предложенный потоковый метод оперативного и безошибочного пополнения баз данных САПР является сегодня востребованным и актуальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ёлишин Ю.* Библиотека инженера. Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200x. – М.: СОЛОН-Пресс, 2016.
2. *Беленький Б.* Перспективные разработки АО «НИИ «Гирисконд» в области пассивных электронных компонентов // Компоненты и технологии. 2017. № 6.
3. *Сергеев А.* Дополнительные приложения для OrCAD // Современная электроника. 2013. № 7.
4. *Махлин Е.* Взаимодействие инженера-схемотехника и инженера-конструктора // Технологии в электронной промышленности. 2009. № 3.

