

Автоматизация выпуска КД в Delta Design

Анастасия Чекманова, Олег Сысоев

В статье рассматриваются преимущества автоматизации выпуска конструкторской документации (КД) в системе Delta Design. Описаны проблемы традиционного ручного формирования документации на печатный узел (ПУ), связанные с высокой трудоёмкостью процесса, необходимостью многократного выполнения однотипных операций и риском возникновения ошибок. Представлены функциональные возможности модуля КД, обеспечивающего автоматическое создание отчётов и графической документации в соответствии с требованиями ЕСКД. Рассмотрены механизмы генерации Перечня элементов, Ведомости покупных изделий, чертежа печатной платы, Спецификации на ПУ с учётом Исполнений ПУ, а также возможности их настройки и редактирования. Показано, что автоматизированный процесс разработки и единая проектная среда данных минимизируют риски рассогласования и сокращают трудоёмкость подготовки КД на 70–80%, что позволяет повысить качество проектирования и освободить инженерные ресурсы для решения задач более высокого уровня.

Введение

На любое изделие, в том числе и на Печатный узел (ПУ), необходимо изготовить комплект документации. Это

работа конструктора. Начинается она ещё при создании библиотеки компонентов: при разработке посадочного места и выбора способа монтажа

и установки компонента. Первично на данный процесс влияет техническое задание и определение габаритов и конструкции печатного узла для совмещения с основным устройством.

Но вот наша электронная версия проекта готова, и приходит черёд разработки на него комплекта конструкторской документации (КД). И тут конструктор начинает компоновать данные в отчёты, причём в разные отчёты данные компонуются по разным правилам. Перечень элементов (ПЭЗ), Ведомость покупных изделий (ВП), Спецификация на многослойную печатную плату (МПП), Спецификация на сборочные единицы и, наконец, главный документ – спецификация на ПУ – все они в соответствии с ГОСТ имеют разные способы представления данных, поскольку служат для разных целей. Конечно, вероятность допустить механическую ошибку в этой работе велика.

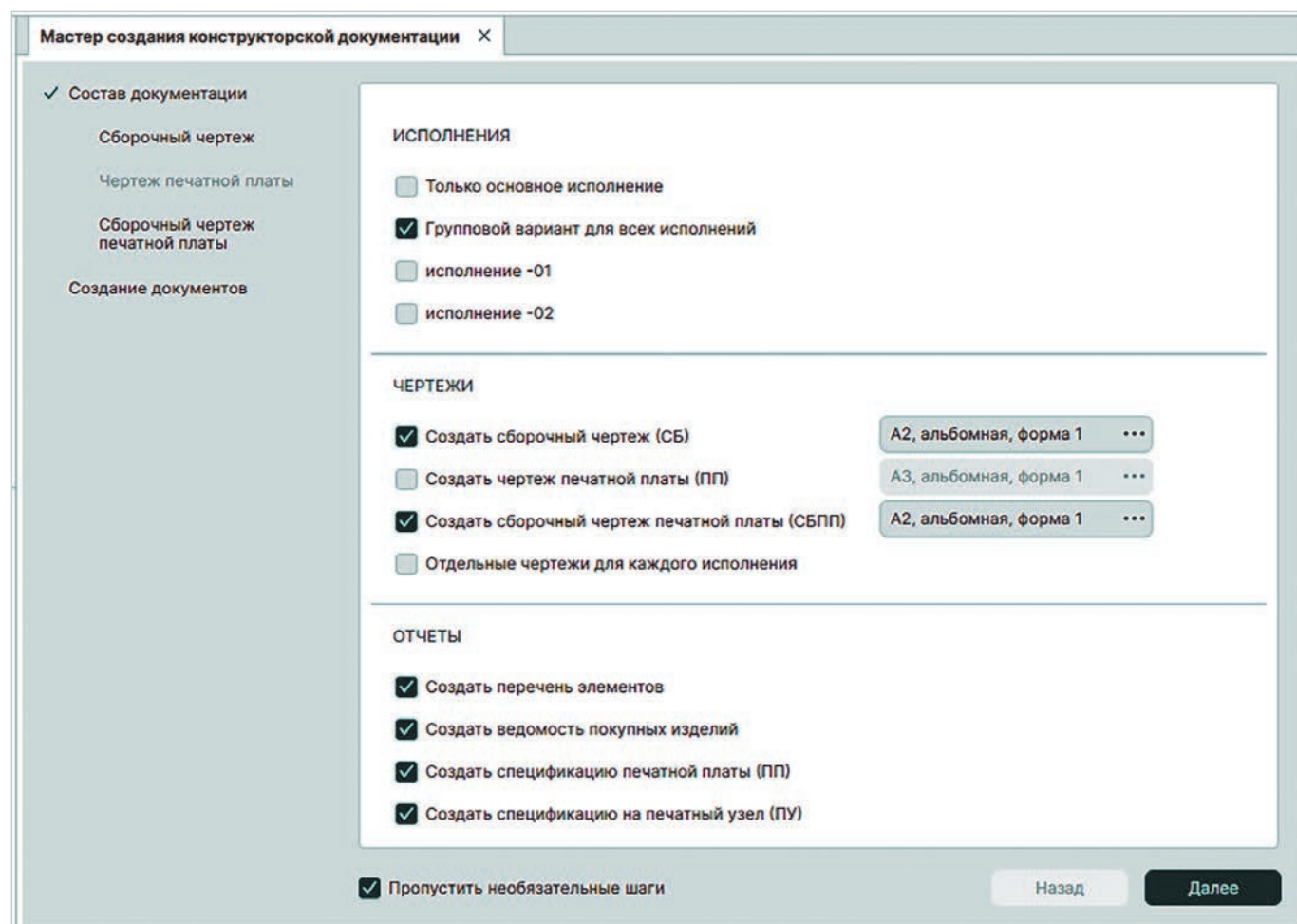


Рис. 1. Титульное окно Мастера создания КД

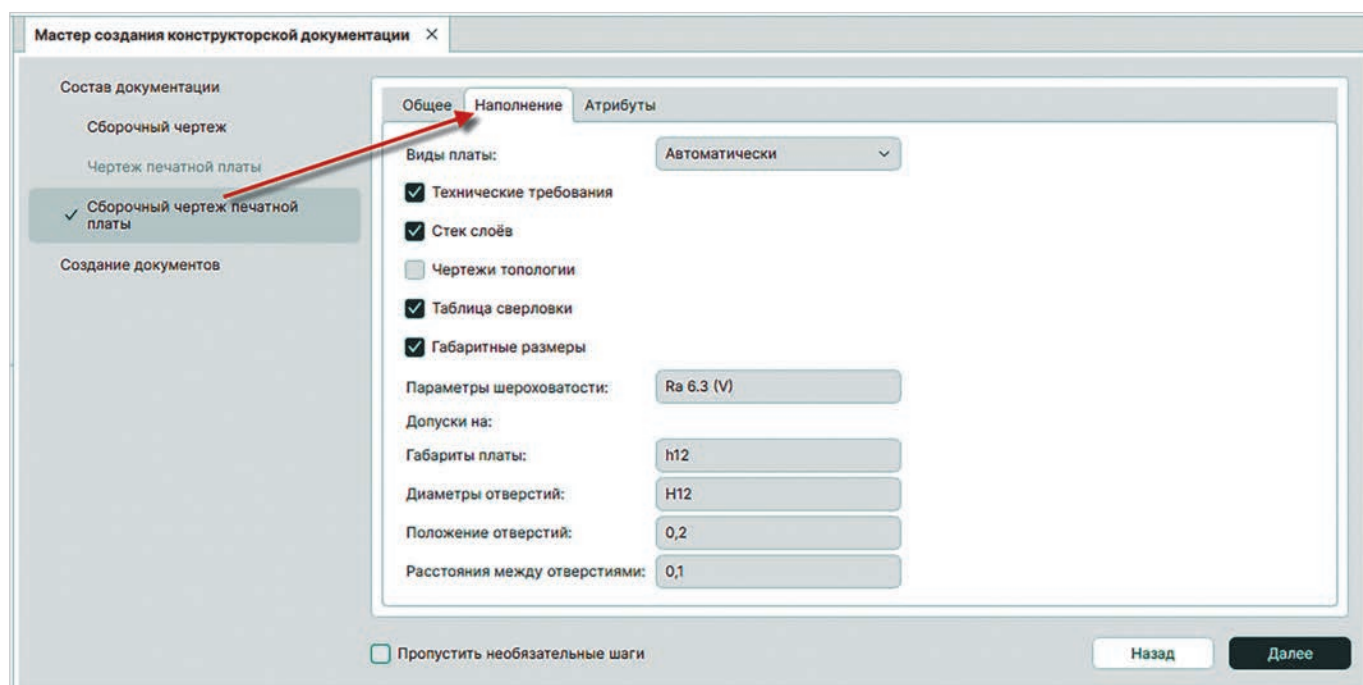


Рис. 2. Общие настройки и наполнение сборочного чертежа печатной платы

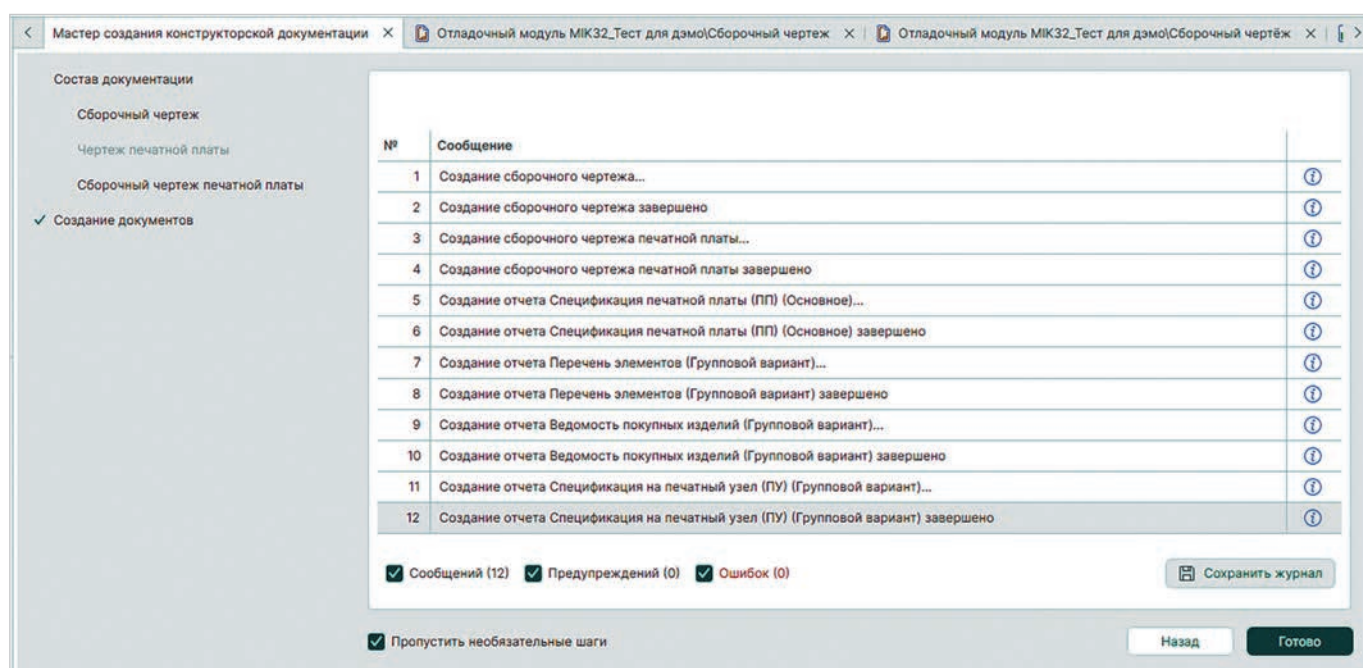


Рис. 3. Автоматически сформированный комплект КД

Следующий этап – чертежи. Сборочный чертёж МПП, Сборочный чертёж ПУ, чертежи деталей и сборочных единиц. Этот этап обычно делался в сторонних САД-системах. Графика видов конвертировалась в общий формат для экспорта, что всегда сопряжено с искажением информации.

Необходимо выполнить раскладку по видам, образмеривание в соответствии с качествами точности на печатные платы, причём, опять же, для каждого чертежа своя раскладка и своё оформление.

Это ещё не всё: также есть разработка технических требований, заполне-

ние таблицы сверловки, установка компонентов выносными видами – много работы.

В дальнейшем может быть такое, что изменился ряд компонентов на плате по разным причинам: схемотехник улучшил схему, нет в наличии, невозможно купить компоненты или просто найдена ошибка – обычные стадии разработки изделия.

Также комплект КД могут развернуть на исправление в момент проверки контролирующими органами. Приходится делать перекомпоновку данных в отчётах и экспортировать

новые виды, заново оформлять чертежи.

Причём стоит отметить, что многие из вышеперечисленных операций подготовки комплекта КД повторяются при разработке каждого нового изделия из раза в раз, поскольку они стандартны. Сортировки, компоновки, раскладки по видам и требования к оформлению чертежей и отчётов регламентирует ГОСТ, что и дало нам возможность их унифицировать, автоматизировать и тем самым значительно облегчить работу конструктора, дать ему возможность сосредото-

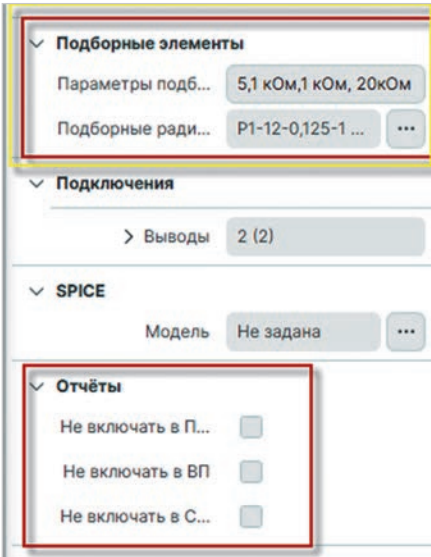


Рис. 4. Свойства компонента. Определение Подборных элементов. Искключение из отчётов

читаться на сути разработки, а не тонуть в рутинной работе.

Далее в этой статье мы расскажем, как наш Модуль создания конструкторской документации справляется с этой задачей.

Самый лучший способ показать работу нашего «Мастера КД» – это пройти по шагам создания комплекта КД на ПУ.

При вызове «Мастера КД» возникает форма, имеющая несколько вкладок, с основными параметрами чертежей, которые можно конкретизировать или оставить наш вариант (рис. 1, 2).

Далее комплект чертежей и отчётов сгенерируется и раскроется в виде вкладок в рабочей области (рис. 3).

Как уже говорилось во введении, выполнены основные операции унификации, и чертежи необходимо доработать, при этом чем подробнее вы

вначале указали ваши параметры в диалоге «Мастера КД», тем меньше доработок потребуются. Запустить создание любого отчёта, чертежа можно не только комплектом с помощью Мастера, но и по отдельности. Рассмотрим по отдельности автоматически сгенерированные отчёты и чертежи.

Оформление схемы проекта

Прежде чем перейти к ПЭЗ, стоит рассказать, что у нас есть в **схемотехническом редакторе для оформления схемы электрической принципиальной (ЭЗ)**. Во-первых, на схеме размещаются предустановленные УГО, выполненные в соответствии с ГОСТ, шаблон Технических требований, готовая к размещению Таблица силовых контактов (в ней содержатся скрытые на УГО выводы питания

№ строки	Наименование	Код продукции	Обозначение документа на поставку	Поставщик	Куда входит (обозначение)	Количество			
						на из- деление	в комп- лекты	на ре- гулир.	всего
11	P1-12-0,125-0	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		8			8
12					1111.222.333.440-01	6			6
13						14			14
14	P1-12-0,125-1 кОм±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		4	1		5
15	P1-12-0,125-20 кОм±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		5	1		6
16	P1-12-0,125-330 Ом±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		6			6
17	P1-12-0,125-5,1 кОм±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		2	1		3
18	P1-12-0,125-10 кОм±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		8			8
19	P1-12-0,125-100 кОм±5 %	27.90.60	T A/ЯР434110.005ТУ	АО "НПО "ЭРКОН"		16			16
20					1111.222.333.440-01	3			3
21						19			19

Рис. 5. Ведомость покупок. Подборные элементы, внешние блоки

№ строки	Формат	Зона	Пози	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1111.222.333.440	AZ			1111.222.333.001СБ	Сборочный чертёж		
Стор. №							
Ввод							

Рис. 6. Спецификация на МПП

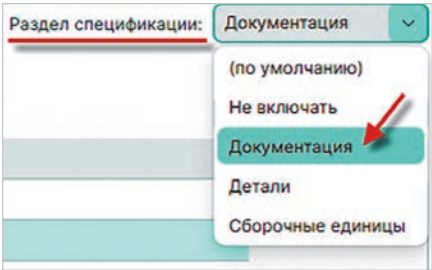


Рис. 7. Свойства чертежа. Выбор раздела спецификации на ПУ

компонентов и предназначенные им цепи). Для облегчения навигации по многолистовой схеме больших форматов разработан функционал разбиения схемы на зоны. Адрес зоны будут содержать и межлистовые порты.

Для компонента есть возможность определить элементы подбора, что корректно отобразится во всей документации. Также в Свойствах есть возможность исключить компонент

из отчётов, если это, например, Контактная площадка (рис. 4).

Если схема небольшая, а соответственно, и ПЭЗ не больше листа, его можно разместить прямо на схеме.

Начиная с версии Delta Design 4.2, в состав программы вошёл функционал исполнений ПУ, заведение переменных данных для исполнений, удобная визуализация и редактирование их на схеме. Таблица с переменными данными проекта доступна для размещения на схеме.

					Стандартные изделия		
					Винты ГОСТ 11644-75		
		3			Винт АМ10-6gx12.36.029	2	
		4			Винт АМ2,5-6gx3.36.093	4	
		5			Токоъемник Лепесток	11	XA1-XA5,
					2-1,0-3,0-9-03 ГОСТ 16840-78		XA7,XA9-
							XA13

Рис. 8. Спецификация на ПУ. Раздел «Стандартные изделия»

Настройка отчетов

Отчёт | **Общие** | Колонки | Штмп | Спецификация

ПАРАМЕТРЫ

- ☒ Пустая строка в начале листа
- ☒ Пустая строка после заголовка группы
- ☐ Пустая строка после каждой непустой строки данных
- ☒ Пустая строка после группы элементов
- ☒ Добавлять название семейства в наименование элемента

Располагать заголовки групп: [По центру, Посередине]

Рис. 9. Конфигурация представления отчёта

Настройка отчетов

Отчёт | Общие | **Колонки** | Штмп | Спецификация

Префикс допзамы: Доп.зам.

Суффикс "Не устанавливать": Не уст.

Колонка	Значение
Наименование	{FAMILY_Name} {PartNam...} {GOST TU}
Примечание	{Designator_List} {Manufacturer_Foreign} {Possible_Replacement_R...} {Install_Status}

Формат колонки "Наименование": {FAMILY_Name} {PartName} {GOST|TU} [?]

Добавить атрибуты

Выберите атрибут и нажмите кноп ▼ Добавить

- Радиодеталь (PartName)
- Артикул (PartNumber)
- Посадочное место (Footprint)
- Масса (Weight)
- Примечание (Comment)
- Доступность (Actual)
- TU (TU)
- ГОСТ (GOST)
- Допустимая замена (Possible_Replacement_RW)
- ОКПД2 (COM_OKPD2)

Рис. 10. Настройка колонок отчётов

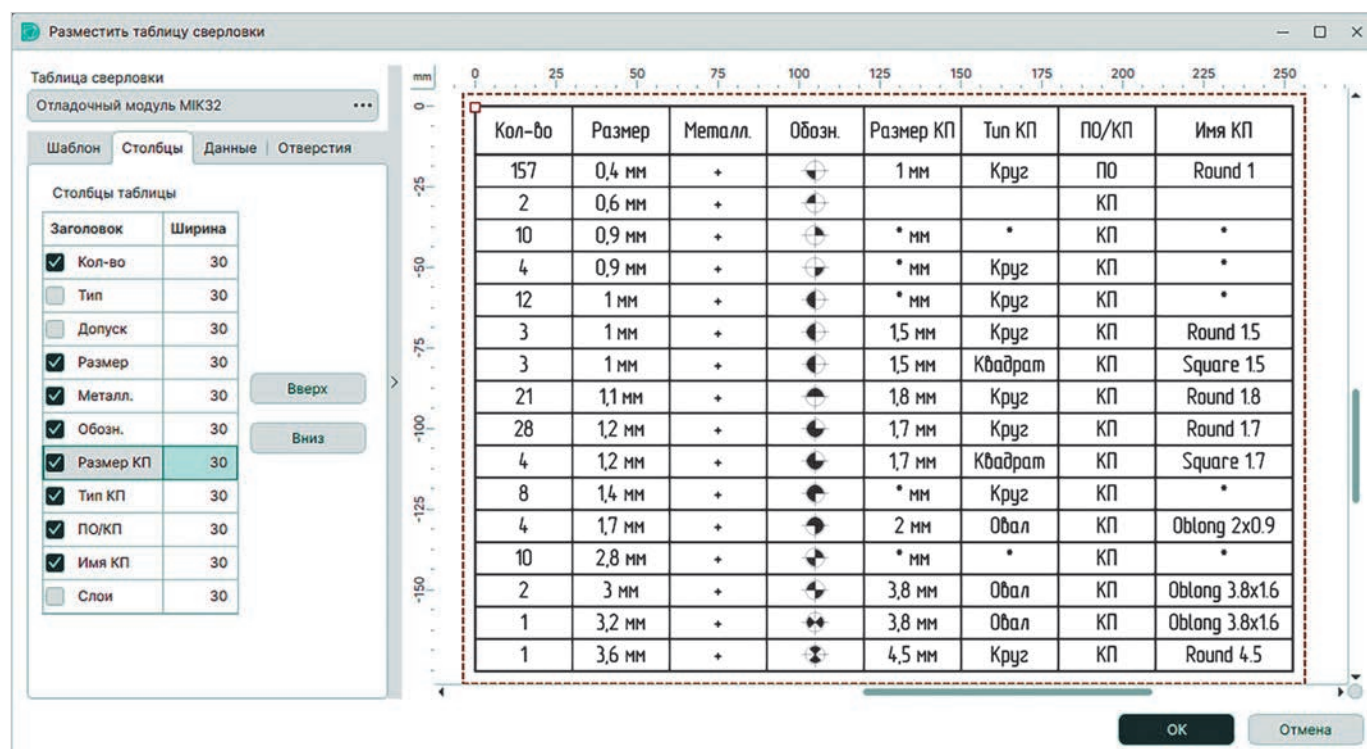


Рис. 11. Настройки Таблицы сверловки

Текстовая документация. Отчёты

Автоматически сгенерированный Перечень элементов содержит необходимые компоновки, и если на схеме выбран функционал зон для ПЭЗ, подставляется форматка с зонами.

Ведомость покупных изделий содержит информацию о внешних блоках схемы (имеющих собственный десятичный номер), о подборных элементах и исполнениях схемы (рис. 5).

Спецификация на многослойную печатную плату (МПП) содержит данные о сборочном чертеже МПП и материалах, из которых она изготовлена (рис. 6). Информация о материалах берётся из редактора стека слоёв, где они были определены.

Также есть возможность разработки «Пользовательской спецификации». Она нужна для того, чтобы включить Сборочные единицы в состав нашего изделия – Печатного узла.

Например, Трансформатор состоит из чашек, сердечника, проволоки и т.д. Это значит, что на него должен быть разработан сборочный чертёж, что возможно в нашем редакторе чертежей.

Соответственно, где-то должен быть записан этот чертёж, а также состав вышеперечисленных деталей и материалов данной сборочной единицы. Таким документом является «Пользовательская спецификация». Данный документ добавится автоматически в

раздел «Сборочные единицы» в спецификацию на печатный узел.

Разделы отчёта «Спецификация на ПУ» заполняются автоматически. В раздел «Документация» попадают все документы проекта, в том числе и дополнительные. Например, в состав документации на ПУ входит такой документ, как «Программы и методики испытаний». Данный документ – текстовый. Он создаётся на форматке с заполнением текстового поля по команде «Создать чертёж» и в своих свойствах имеет указание о разделе Спецификации на ПУ, в который он должен быть автоматически помещён (рис. 7).

Аналогичным образом можно выполнить чертёж детали и указать в его свойствах соответствующий раздел спецификации на ПУ.

Если в вашем проекте двусторонняя печатная плата, она автоматически будет определена в раздел «Детали» спецификации на ПУ. Если многослойная – в раздел «Сборочные единицы».

В случае наличия в вашем проекте компонентов с заполненными в Библиотеке атрибутами ГОСТ они автоматически поместятся в раздел «Стандартные изделия» (рис. 8).

Все «Прочие изделия» – компоненты, имеющие атрибут ТУ, попадут в соответствующий раздел.

Тут стоит побольше рассказать о возможностях представления и редактирования всех наших отчётов:

- все они: ПЭЗ, ВП, Спецификации – имеют два представления: табличное и форматное. В табличном представлении они доступны для ручного редактирования. Можно добавлять/удалять строки, текст и экспортировать данную таблицу в CSV и Excel формат. В форматном представлении они наглядно представляют отчёт, как он есть: со штампом и полями;
- у наших отчётов есть «Настройки», которые пользователь может единожды задать, и они будут применяться для всех отчётов, созданных впоследствии. В частности, наши пользователи нередко, хотя это и не регламентирует ГОСТ, добавляют пустую строку после каждого компонента. Мы реализовали эту возможность (рис. 9).

Во вкладке «Колонки» можно определить, какие атрибуты компонентов будут помещены в колонки «Наименование» и «Примечание», а также Префиксы Допустимой замены и представление параметра «не устанавливать» для переменных данных Групповой спецификации (рис. 10).

В настройках Спецификации можно добавить пустые разделы и зарезервировать под них необходимое количество строк, например, для ручного добавления материалов. Позиции в зарезервированных строках раздела спецификации будут проставляться

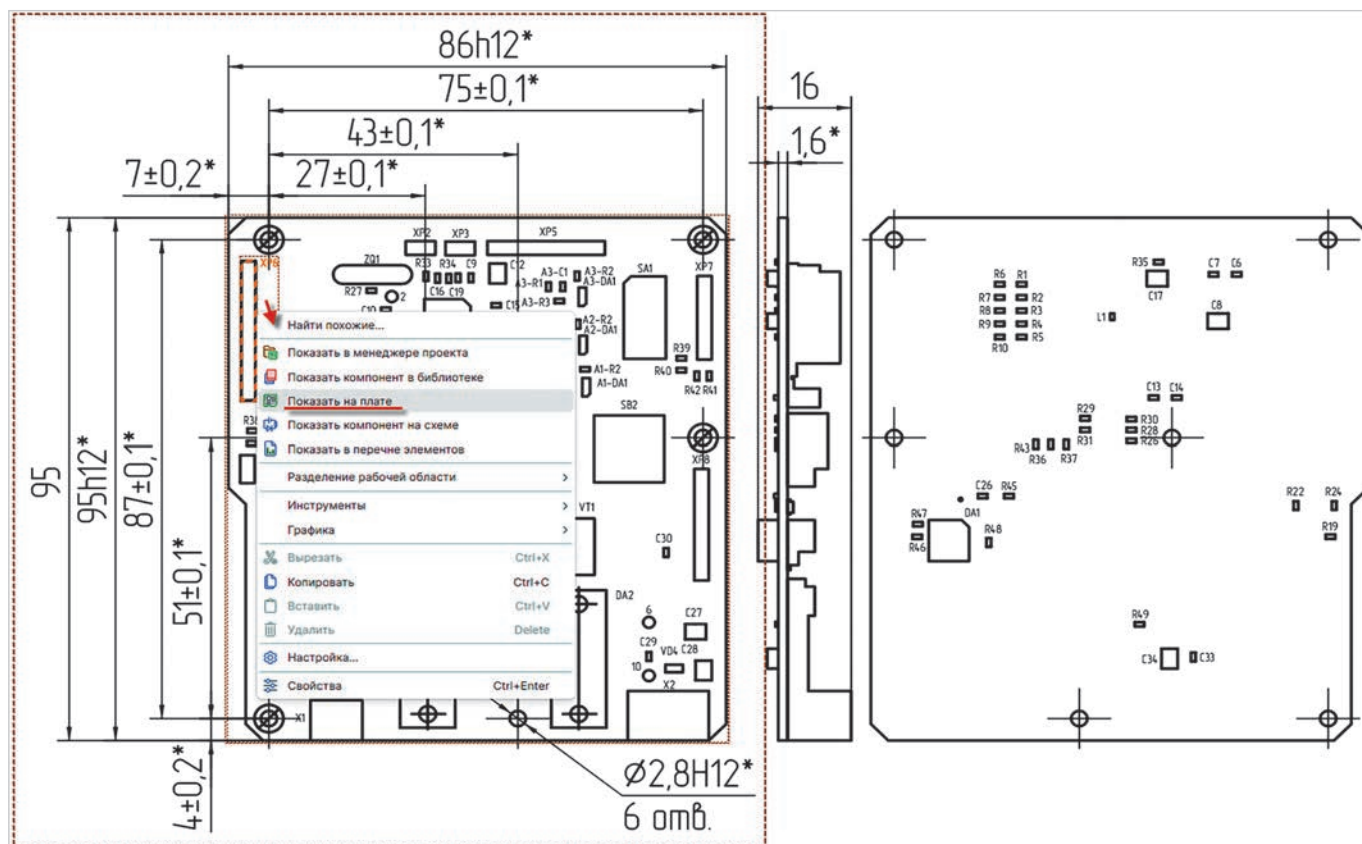


Рис. 12. Сборочный чертёж ПУ. Виды печатной платы с компонентами

автоматически. И конечно, в Настройках отчётов можно к каждому отчёту добавить Лист регистрации изменений.

Графические документы. Чертежи

При генерации чертежей из основного комплекта раскладка по видам, образмеривание, проставление допусков происходят автоматически.

Все шаблоны технических требований (ТТ), размещаемые на чертежах, доступны для редактирования. Они создавались на основе усреднённых требований предприятий разработчиков и предприятий изготовителей печатных плат. Сами шаблоны находятся в Стандартах нашей программы, и их всегда можно изменить под себя. Все установленные настройки типов линий чертежей соответствуют ГОСТ и тоже доступны для редактирования в Стандартах нашей программы.

Набор размещаемых объектов на чертеже печатной платы зависит от настроек чертежа при его генерации и от того, является ли сама плата одним материалом или сборкой (МПП) (рис. 2).

Многослойная плата или нет, автоматически определяет Мастер по принципу наличия в стекe более двух электрических слоёв.

Таблица сверловки размещается автоматически, и если выбрано создание чертежей топологии, то отверстиям в ней присваиваются символы. Также таблицу сверловки можно разместить в ручном режиме, определив свои настройки её представления и выбрав необходимые столбцы (рис. 11).

Автоматически сгенерированный Сборочный чертёж печатного узла содержит раскладку его по видам и технические требования. Направление раскладки, вверх или вниз, на нескольких листах или на одном и другие настройки задаются в стартовом окне. Масштаб в нём можно задать вручную, если масштаб не задан, Мастер определяет его самостоятельно кратно шагу 0,5, исходя из возможности размещения видов на формате чертежа А2.

Компоненты вида Сборочного чертежа ПУ поддерживают связь с проектом (рис. 12). Также раскладка по видам возможна и на основе 3D-модели ПУ.

Заключение

Автоматизация формирования конструкторской документации в Delta Design позволяет перейти от фрагментированного ручного оформления к сквозному цифровому процессу.

Отсутствие конвертации данных при переходе в другую САПР, использование проекта в качестве единого источника исходных данных, ассоциативная связь чертежей и отчётов с проектной базой, а также встроенные шаблоны, соответствующие требованиям ЕСКД, минимизируют риски несогласования и сокращают трудоёмкость подготовки КД на 70–80%.

Модуль автоматизации КД не только сокращает время разработки, но и высвобождает инженерные ресурсы для решения задач проектирования и оптимизации. В данный момент развитие модуля происходит в направлении расширения функционала. В том числе готовим к следующему выпуску построение выносных видов проекций от 3D-моделей, новые чертёжные инструменты, генерацию на проект комплекта Карт рабочих режимов, упрощённое размещение из библиотеки в Стандартах Delta Design деталей крепления на плате с автоматическим занесением в документацию.

Наша цель – максимально автоматизировать разработку конструкторской документации, поскольку в современных реалиях автоматизация инженерных процессов имеет ключевую роль в цифровой трансформации предприятий электронной отрасли.