Способы сокращения затрат на разработку технической документации

Александр Воронцов, к.т.н. ("Иторум")

Введение

Рост конкуренции на российском и международном рынках приводит к тому, что производителю уже недостаточно выпустить качественный продукт для того, чтобы он пользовался спросом. Современный потребитель, как правило, оценивает будущее приобретение в комплексе, включая и его послепродажную поддержку. Одной из важнейших составляющих такой поддержки является техническая документация, необходимая на стадиях эксплуатации и ремонта изделий. В данной статье автор предпринимает попытку рассмотреть процесс создания технической документации, определить его наиболее трудоемкие составляющие и предложить решения, направленные на оптимизацию затрат с тем, чтобы качественная и современная документация могла стать неотъемлемой частью всех наукоемких изделий, выпускаемых российской промышленностью.

Спецификация ***S1000D*** – это международный стандарт на техническую документацию в аэрокосмической отрасли. Хотя *S1000D* не является стандартом *ISO*, однако во многих странах, особенно технологически развитых, используется как стандарт де-факто, причем не только в аэрокосмической отрасли, но и в других областях, где требуется собирать, систематизировать и публиковать большие объемы технической информации – например, в судостроении и автомобилестроении.

1. Наиболее распространенные виды документации в российской и международной классификациях

Одними из первоочередных задач, решение которых преследует разработчик изделия при создании технической документации, являются:

- информационное обеспечение логистических процессов в цепочках поставок "разработчик – дистрибьютор – дилер – потребитель". При этом преследуются следующие цели: 1) уменьшение времени обработки заявок на закупку (поставку) запасных частей; 2) сокращение количества ошибок при осуществлении заказа запасных частей потребителем (ошибки наименования, обозначения, внешнего вида изделия);
- информационное обеспечение процессов эксплуатации и ремонта техники в сервисных организациях и у потребителя. Цели: 1) предоставить пользователю необходимые данные для правильной эксплуатации изделия, чтобы свести к минимуму количество эксплуатационных отказов; 2) предоставить сервисной организации (а в некоторых случаях и самому потребителю) информацию о выполнении работ по обслуживанию и ремонту изделий (как правило, в виде операционных карт);
- обеспечение обучения специалистов с использованием элементов документации или отдельных её видов. Цели: 1) предоставить максимум наглядной и достоверной информации для качественной подготовки специалистов; 2) сократить затраты на обучение.

Исходя из вышеназванных задач, можно отметить, что наиболее распространенными видами документации являются: КДС (аналог в *S1000D* – *IDP*), РЭ и РР (аналогами в *S1000D* являются информационные наборы, представленные в табл. 1),

Табл. 1. Соответствие видов документов по российской и международной классификации

ЕСКД (ГОСТ 2.601-2006)	*S1000D*
Каталог деталей и сборочных единиц (КДС)	*Illustrated parts data* (*IPD*)
Руководство по эксплуатации (РЭ)	• Информация для экипажа/эксплуатирующего персонала; • Описание и эксплуатация; • Эксплуатационные данные для экипажа/эксплуатирующего персонала; • Техническое обслуживание; • Планирование технического обслуживания; • Данные по загрузке и центровке; • Информация для экипажа/эксплуатирующего персонала по поиску, локализации и устранению неисправностей; • Данные по восстановительным операциям; • Данные о применяемых материалах для технического обслуживания; • Карты проверки для экипажа/эксплуатирующего персонала.
Учебно-технические плакаты (УП)	Обучение

УП (аналог в *S1000D* – публикации, содержащие модули данных обучения и пакеты *SCORM*). Соответствие видов документов и информационных наборов, разрабатываемых с учетом требований отечественной нормативной базы и международной спецификации *S1000D*, отображает табл. 1.

2. Источники затрат при разработке документации каждого вида

На основе опыта и функционально-стоимостного анализа процессов разработки документации сформировано распределение затрат на её создание (рис. 1).

Рис. 1

Очевидно, что каждая составляющая затрат имеет достаточно широкий диапазон изменений. Он зависит как от видов документации и технологии её разработки, применяемой на каждом конкретном предприятии, так и от сложности создаваемых изделий.

Из диаграммы следует, что наибольший вес в структуре затрат на разработку документации имеют:

- разработка графической части;
- разработка текстовой части (для новых документов);
- формирование публикации.

В совокупности эти три вида работ дают порядка 80÷85 % издержек на создание технической документации.

3. Способы формирования структуры и разработки системы кодификации

3.1. Структура документа (*DMRL*, *PM*)

3.1.1. Подходы к формированию структуры документов

Какой бы очевидной ни казалась эта мысль, но при формировании структур документов целесообразно следовать требованиям нормативов. В действующих отечественных и международных стандартах укрупненные структуры документов определены довольно однозначно. Однако множество вопросов возникает на этапе детализации общей структуры документа для конкретного изделия.

Например, ГОСТ 2.610 определяет, что каталог должен включать титульный лист, введение, схему деления, иллюстрации и спецификации и алфавитный указатель. Основной объем каталога, как известно, занимают иллюстрации и спецификации. Следовательно, нам необходимо разработать такую структуру, которая позволяет:

- во-первых, наглядно и понятно отобразить группировку сборочных единиц изделия (по конструктивному или функциональному признаку);
- во-вторых, исключить из содержательной части описание тех элементов, которые в соответствии с требованиями стандартов не должны туда попасть (сварные, клепаные, паяные и т.п.) или не задействованы в процессах эксплуатации и ремонта. Например, нет необходимости показывать устройство сборочной единицы, если она при любых работах заменяется полностью – это касается как небольших элементов (манжеты, крепеж), так и отдельных сборочных единиц (указатели, датчики и т.п.);
- в третьих, обеспечить возможность заказа всех составных частей, представленных в каталоге (то есть, все изделия каталога будут иметь обозначения, обеспечивающие их корректную обработку системой управления логистикой).

Для технических руководств необходимо предусмотреть создание модулей данных для всех элементов конструкции или функциональных систем, которые требуют воздействия на этапе эксплуатации и ремонта. Встает вопрос о том, где же можно взять перечень элементов, которые должны попасть в структуру руководства (в соответствии с *S1000D*, это *DMRL – Data Module Requirements List*). Наиболее очевидный ответ – подготовить перечень на основе результатов анализа видов, последствий и критичности отказов (АВПКО) или воспользоваться результатами анализа логистической поддержки (АЛП) (то есть, опереться на те источники, которые нам позволяют сформировать данные о вероятности выхода из строя элементов изделия, необходимости проведения планового обслуживания и его периодичности). Однако, достоверные данные из БД АЛП и результаты АВПКО, как правило, недоступны для новых изделий. Проблематично их получить и тогда, когда данные о стадиях жизненного цикла выпущенных изделий нигде не агрегируются. В этом случае можно использовать метод аналогий и результаты расчетов надежности тех или иных элементов конструкции.

3.1.2. Оптимизация процесса формирования структуры

При использовании систем разработки документации автоматизация процесса создания структур документов может быть осуществлена на основе шаблонов, сформированных по определенным правилам.

В шаблоне могут быть указаны обязательные и необязательные разделы, а также разделы, которые могут располагаться в нескольких

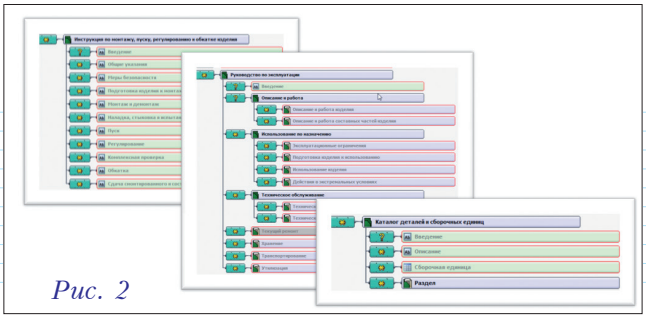

Рис. 2

экземплярах на одном уровне структуры документа. Примеры шаблонов для отдельных видов эксплуатационной документации, создаваемых в соответствии с отечественными стандартами, представлены на рис. 2.

В случае применения шаблонов разработчик лишь корректирует структуру документа в соответствии с тем, какую информацию по изделию необходимо предоставить. С другой стороны, разработчик не может удалить те разделы, которые являются для того или иного документа обязательными.

3.2. Стандартная система нумерации (*SNS*)

3.2.1. Подходы к формированию *SNS*

Для большинства проектов по разработке документации, как правило, можно использовать обозначения *SNS*, приведенные в *S1000D* или в *Авиационном_справочнике* (АС *1.1.S1000DR-2007*).

В то же время, нередко возникает потребность в разработке *SNS* для изделий, для которых нет готовых примеров, представленных в нормативных документах. Что делать в этом случае?

В первую очередь необходимо определить – возможно ли адаптировать какую-либо из существующих *SNS* под требования проекта. Например, для специальных колесных машин при разработке *SNS* частично может быть использована система нумерации для наземных транспортных средств общего назначения (рис. 3).

3.2.2. Оптимизация процесса формирования и присвоения *SNS*

Там, где возможности адаптации существующих *SNS* исчерпаны, необходимо, используя принятую систему классификации объектов, выполнить разработку *SNS* с учетом требований к структуре кода, приведенных в *S1000D*.

Как известно, *SNS* может иметь достаточно сложную структуру. При этом трудоемкость процесса присвоения *SNS* и других элементов *DMC* (*Data Module Code*) можно сократить за счет функций специального ПО для создания документации. В частности, такой функцией является возможность ведения классификатора кодов, что позволяет избежать большого количества ошибок и потерь времени при их назначении.

Это же касается и информационного кода (*IC*). В рамках проекта целесообразно определить начальный (минимальный) перечень *IC*, который может быть использован при обозначении модулей данных (МД).

С другой стороны, код *DMC* может быть частично определен в шаблоне документа. Например, для всех разделов, относящихся к хранению, можно заранее задать код, определенный в *S1000D* (рис. 4).

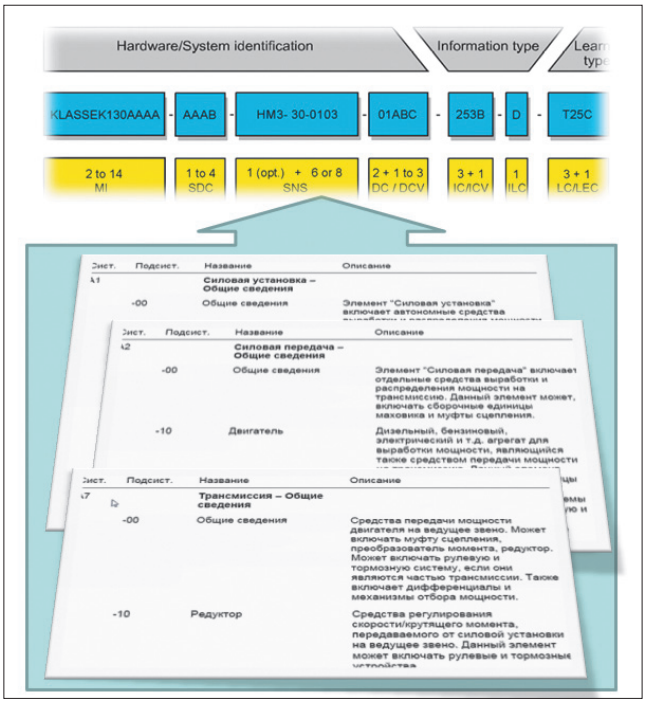

Рис. 3

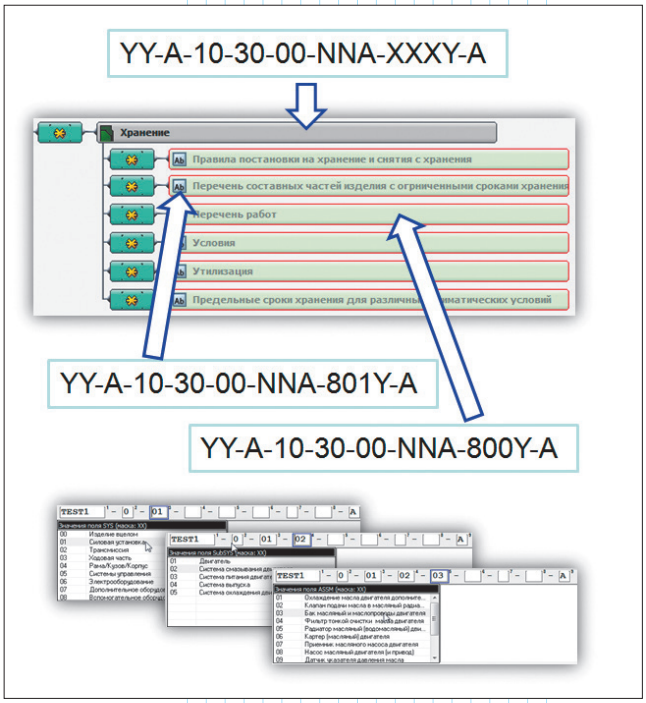

Рис. 4

4. Разработка текстовой части документации

4.1. Типовые работы

При разработке текстовой части технической документации наиболее распространенными являются следующие виды работ:

- сканирование и распознавание (если есть что сканировать);
- набор текста вручную;
- форматирование;
- редактирование.

Объем последнего вида работ во многом зависит от качества предыдущих – то есть, от качества сканирования и количества ошибок, допущенных при распознавании, наборе и форматировании. Соответственно, необходимо оптимизировать начальные процессы ввода текста в программную систему (условно назовем её редактором).

4.2. Способы сокращения трудоемкости разработки текстовой части

Основными направлениями сокращения трудоемкости разработки текстовой информации являются:

- создание текста в той же среде, где будет выполняться формирование финального документа (по некоторым оценкам это позволяет сэкономить до 30% трудозатрат на создание текстовой документации за счет сокращения работ по форматированию текста при переносе из одного редактора в другой);
- использование ПО, которое позволяет упростить процесс повторного применения фрагментов текста (использование репозиториев информации) (рис. 5);
- применение упрощенного языка, такого как Упрощенный технический русский (УТР) или *Simplified Technical English* (*STE*).

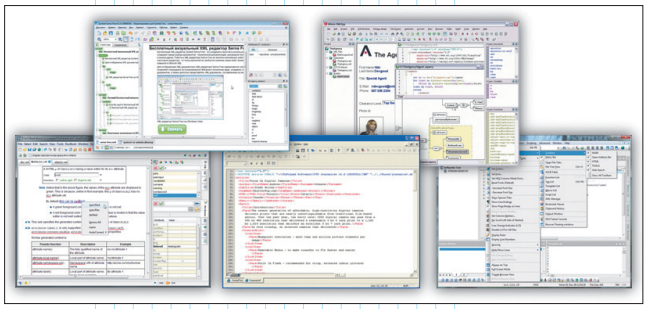

Рис. 5

5. Разработка графической информации

5.1. Технические иллюстрации, анимации и трехмерные графические объекты

В качестве иллюстративной части в документации могут быть использованы следующие объекты (рис. 6):

- векторные иллюстрации (формат *CGM*);

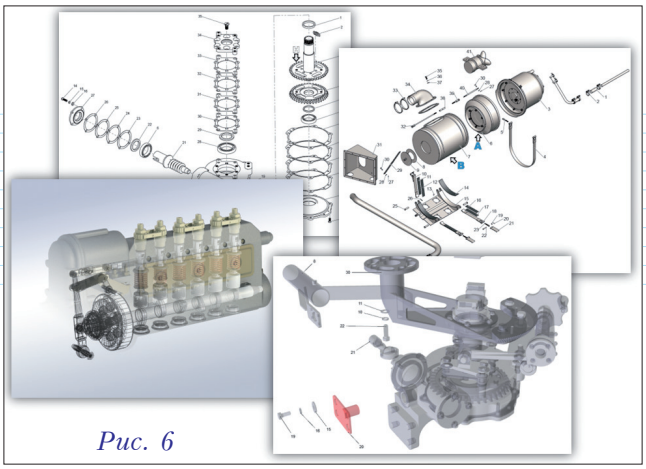

Рис. 6

- растровые иллюстрации (*TIFF, GIF, PNG, JPEG* и т.д.);
- мультимедийные объекты (видео, аудио);
- трехмерные интерактивные объекты и анимации.

Создание графической информации является одним из самых затратных этапов разработки технической документации. Наиболее распространенными методами создания графических объектов являются следующие:

1. исходная *3D*-модель → обработка модели в специальном ПО → готовая иллюстрация;
2. чертежи из комплекта КД → обработка чертежей в специальном ПО → готовая иллюстрация;
3. исходные фотографии → обработка фотографий в графических редакторах → готовая иллюстрация;
4. чертежи, фотографии, внешний вид изделия → разработка графики художником-конструктором → готовая иллюстрация.

В первом и втором вариантах под готовой иллюстрацией понимается графический объект в любом виде из перечисленных выше.

5.2. Способы сокращения затрат на разработку графической информации

Принципиальный способ сокращения затрат при создании графических объектов заключается в применении в качестве исходной информации *3D*-моделей, разработанных средствами САПР (рис. 7).

Это позволяет:

- обеспечить полное соответствие графической информации реальному изделию;

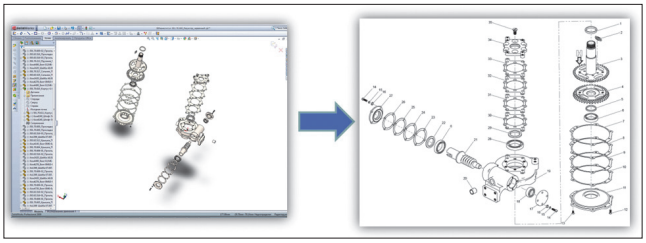

Рис. 7

• существенно сократить затраты на разработку и актуализацию графических объектов;

• использовать одни и те же исходные данные для разработки графической информации для разных видов технической документации и обучающих материалов.

Технологический процесс преобразования модели в графический объект можно рассмотреть как последовательность операций, выполняемых при помощи различного ПО.

Однако, даже для такого, на первый взгляд логичного и рационального способа разработки графической информации, есть много нюансов. В основном, они заключаются в самой технологии создания графических объектов на основе *3D*-моделей, а также в том, какое ПО для этого применяется.

Например, для составных иллюстраций, включающих несколько моделей (рис. 8), потребуется САПР и программы для создания иллюстраций (*3DVia Composer, IsoDraw, SAP Visual Enterprise Author, CorelDRAW Technical Suite* и т.п.).

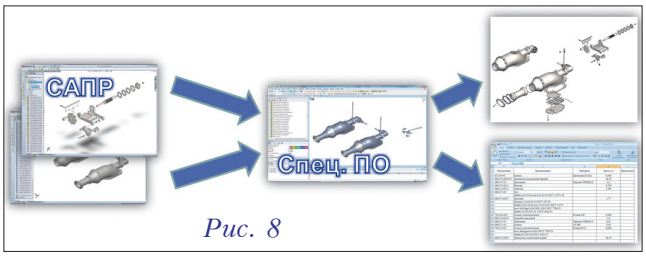

Рис. 8

Использование подобного ПО позволяет упростить создание практически любых иллюстраций и, что самое главное, частично автоматизировать процесс их обновления при изменении исходной *3D*-модели. Можно поменять структуру (группировку) элементов модели, не изменяя исходных данных в САПР. Недостатки этого подхода: необходимость покупки лицензий ПО и затраты на обучение специалистов.

Второй вариант создания *2D*-иллюстраций – это использование только функционала САПР (рис. 9). Как правило, для создания большинства иллюстраций возможностей САПР бывает достаточно.

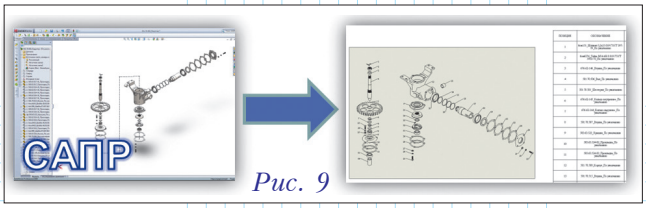

Рис. 9

Особенно это актуально для иллюстраций, используемых в каталогах.

Достоинство: затраты на ПО и обучение меньше, чем в первом варианте. Недостатки: при помощи САПР сложно создавать комбинированные иллюстрации с внешними по отношению к модели объектами (внешняя обстановка, люди).

Создание трехмерных интерактивных объектов и анимаций мы рассмотрим совместно. Связано это с тем, что для разработки этих графических объектов может быть использовано одно и тоже ПО.

Подготовка *3D*-моделей для технической документации включает следующие этапы:

• импорт исходной *3D*-модели, созданной в САПР, в приложение, предназначенное для создания интерактивного *3D*-объекта;

• оптимизация модели (уменьшение уровня детализации, удаление/срытие объектов, которые не нужны для иллюстраций);

• “настройка” модели (группировка элементов в соответствии с эксплуатационным составом изделия; разнесение, расстановка выносок, создание анимации, настройка интерактивности);

• экспорт интерактивного *3D*-объекта в формат, воспринимаемый системой разработки документации.

Для мультимедийных объектов экспорт осуществляется в видеоряд, в соответствии с требованиями *S1000D*.

Выбор технологии разработки графических объектов предлагаю рассмотреть на примере расчета окупаемости создания графики для условного машиностроительного изделия, состоящего из 30-ти систем (конструкторских групп).

При расчете использованы показатели, определенные опытным путем, рассчитанные на основе нормативов и результатов хронометража.

Табл. 2. Трудоемкость разработки иллюстраций для условного изделия из 30 систем

Вид графической информации	Количество графических объектов на систему	Трудоемкость создания одного графического объекта, ч	Суммарная трудоемкость создания графических объектов на одну систему, ч	Суммарная трудоемкость создания графических объектов на изделие, ч	Трудоемкость обновления одного графического объекта, ч	Суммарная трудоемкость обновления графических объектов на одну систему, ч	Суммарная трудоемкость обновления графических объектов на изделие, ч
3D-модель	1	160	160	4 800	16	16	480
2D-иллюстрации	7	20	140	4 200	7	49	1 470
Рисованная иллюстрация	7	23	161	4 830	15	105	3 150

Нормативным документом, на который можно опереться при расчете трудоемкости разработки иллюстраций художником-конструктором, являются "Типовые нормы времени на разработку конструкторской документации (проектирование технологического оснащения)", утвержденные постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС от 17.03.1986 № 93/6-6.

Из расчета следует, что наибольшая трудоемкость соответствует разработке графических объектов художниками-конструкторами, а также в виде *3D*-моделей (табл. 2).

Расчет трудоемкости обновления графической информации выполнен с учетом того допущения, что изменения вносятся в каждую систему и должны быть отражены на всех иллюстрациях системы (для *2D*-представления) или в *3D*-модели.

При расчете полных затрат принято следующее:

- начальные затраты складываются из постоянных затрат на приобретение инструментов разработки графических объектов и работ по их созданию;
- переменные затраты учитывают только работы по обновлению графических объектов;
- в течение года изменения конструкции затрагивают все системы изделия.

Исходя из этого, определены начальные и совокупные издержки первого периода разработки графических объектов на изделие (табл. 3).

При расчете точки безубыточности в денежном выражении (*BEP – break-even point*) и срока окупаемости проекта (*PBP – Pay-Back Period*) использованы следующие исходные данные:

- количество активных клиентов – 500;
- стоимость годового абонентского обслуживания – 5 000 руб.;
- годовая выручка равна произведению количества активных клиентов на стоимость абонентского обслуживания.

На основе принятых допущений и исходных данных определено следующее:

- при использовании *3D*-моделей в качестве графических объектов документа, срок окупаемости составляет менее двух лет при значении точки безубыточности, равном 4.4 млн. рублей (рис. 10);
- при использовании *2D*-иллюстраций в качестве графических объектов документа срок окупаемости составляет два года при значении точки безубыточности 5.1 млн. рублей (рис. 11);
- при использовании рисованных иллюстраций в качестве графических объектов документа срок окупаемости составляет 12 лет при значении точки безубыточности более 30 млн. рублей (рис. 12).

Несмотря на незначительную разницу срока окупаемости для графических *3D*- и *2D*-объектов, необходимо обратить внимание на совокупную прибыль, которая обозначена на графиках закрашенным треугольником с синей буквой **P**. Площади этих треугольников, а соответственно и значения прибыли, отличаются почти в два раза (рис. 13). Эта разница обусловлена меньшими затратами на актуализацию *3D*-моделей по сравнению с *2D*-иллюстрациями.

Отсюда можно сделать следующий вывод. В среднесрочной перспективе достижение максимального эффекта (прибыли) опирается на использование *3D*-моделей. В то же время разработка графических объектов в виде *2D*-иллюстраций позволяет сократить первоначальные вложения. Это выгодно для изделий, выпускаемых малыми партиями на непродолжительном временно́м интервале. Применение рисованных иллюстраций оправданно при

Табл. 3. Затраты на разработку иллюстраций для условного изделия

Вид графической информации	Постоянные затраты		Переменные затраты	Первоначальные затраты на создание графических объектов на всё изделие	Переменные затраты на обновление иллюстраций для всего изделия	Итого постоянных и переменных затрат на проект
	Используемое ПО, инструменты	Ориентировочная стоимость лицензии, руб.	Стоимость нормо-часа специалиста, руб.			
3D-модель	САПР	180 000	700	3 390 000	340 000	4 120 000
	ПО для разработки интерактивной *3D*-графики (*Deep Exploration, 3Dvia Composer, Internet Model Optimizer*)	210 000				
2D-иллюстрации	*Adobe Photoshop, Corel Technical Illustration*	40 000	700	2 970 000	1 040 000	4 050 000
Рисованная иллюстрация	Карандаш, бумага, линейка, тушь	300	700	3 400 000	2 220 000	5 620 300

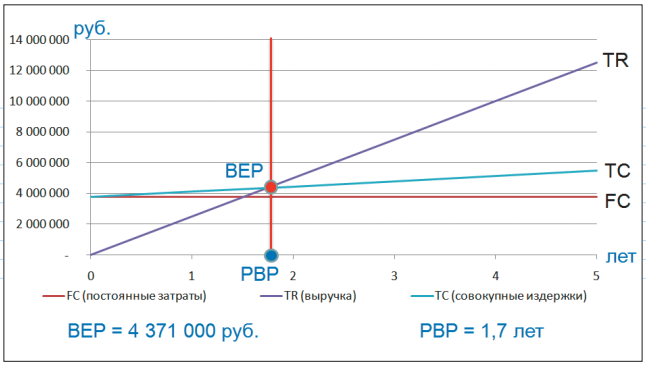

Рис. 10

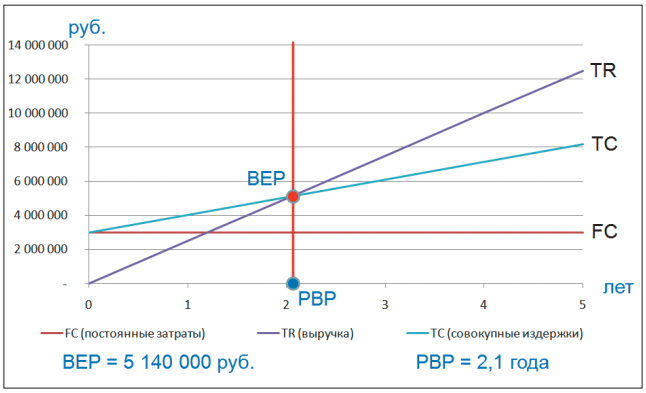

Рис. 11

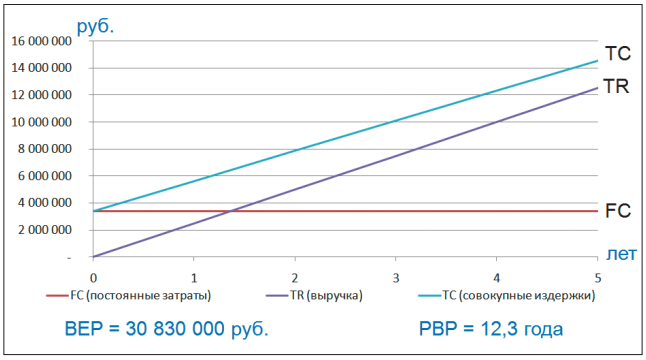

Рис. 12

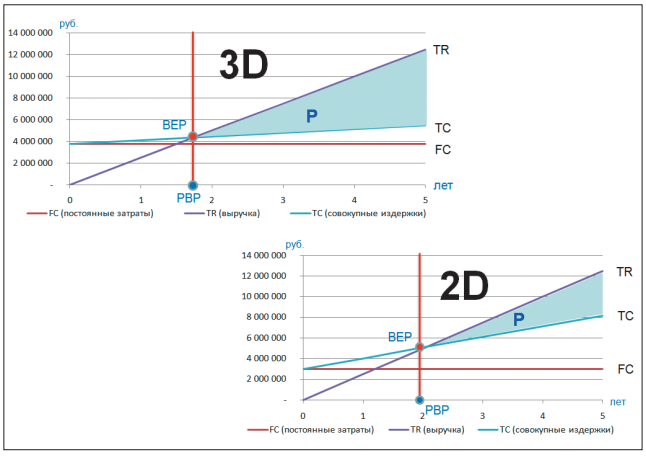

Рис. 13

единичном выпуске изделий, когда постоянные затраты на внедрение новых технологий создания иллюстраций значительно превышают стоимость разработки графических объектов и не могут окупиться даже в долгосрочном периоде.

6. Применение специализированных систем разработки документации

6.1. Требования к системам разработки документации

На данный момент на рынке представлено достаточно большое количество ПО, позволяющего разрабатывать техническую документацию – в том числе, в соответствии с требованиями *S1000D*. Конечно, не все эти программные продукты равнозначны по своим функциональным возможностям. Одни представляют собой простые редакторы, другие – клиент-серверные системы, обеспечивающие распределенную разработку документации, хранение и управление репозиторием объектов, используемых при разработке, а также управление доступом, публикацией и пр.

Перед автором не стоит задача рекомендовать конкретное ПО для разработки документации. Целью является определение основных характеристик, на которые следует обратить внимание при выборе такой системы.

На наш взгляд, основными из характеристик являются:

- как это ни кажется очевидным, но всё же – поддержка стандартов;
- наличие графического интерфейса редактора МД, обеспечивающего ввод и форматирование текста в соответствии со стандартами (*S1000D*, ГОСТ ЕСКД), вставку различных графических объектов (*2D*, *3D*, мультимедиа);
- наличие функции формирования и управления *PM* (*Publication Module*), *DMRL*;
- возможность публикации документа (информационного набора) – как для автономного просмотра, так и для размещения в интернете – с возможностью полноценной работы с документом посредством стандартных интернет-браузеров;
- возможность вывода документа на печать, причем полученный бумажный документ также должен отвечать действующим стандартам;
- наличие функций для управления доступом к объектам *CSDB* (*Common Source Data Base*);
- возможность ведения нескольких *SNS*, автоматизированное назначение кода;
- поддержка распределенной разработки документации в клиент-серверной среде;
- желательно наличие функций планирования работ и управления процессами разработки документации (*workflow*);

6.2. Рациональная организация процесса разработки технической документации

При выборе ПО, удовлетворяющего вышеназванным характеристикам, рациональная схема

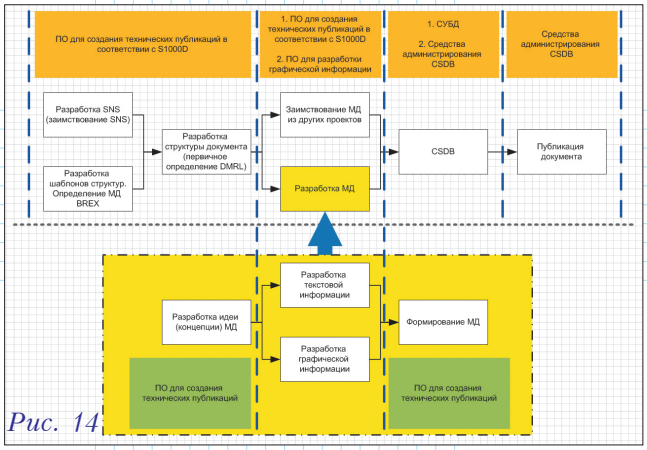

Рис. 14

процесса разработки документации может иметь вид, представленный на рис. 14.

7. Способы распространения документации

7.1. Способы, применяемые на практике

Как оперативно и с минимальными затратами доставить документацию потребителю? Я думаю, что этот вопрос задавали многие. При поставке документации с новым изделием такой вопрос, как правило, не возникает, потому что бумажный или электронный документ входит в состав комплектации изделия. Но когда через некоторое время появляется необходимость актуализации документации, то проблема доставки документов до потребителей проявляется в другом свете.

Если речь идет об обновлении бумажной документации, то выбор способов доставки небольшой. Они, в основном, сводятся к двум: отправить почтой (курьером) посылку с документами, либо передать электронную копию документа факсом или электронной почтой, чтобы потом его на другом конце "провода" можно было бы вывести на бумагу.

Что касается электронной документации, то здесь возможности актуализации гораздо шире: документ можно передать не только в виде файлов, записанных на какой-то носитель, но и предоставить к нему доступ через интернет. Во втором случае пользователь скачивает себе обновление – часть документа или весь документ целиком – и пользуется его новой версией.

7.2. Перспективные способы

Наименее затратным способом будет являться не передача документации пользователю в виде архива (дистрибутива), а предоставление онлайн-доступа. При этом отпадает необходимость отслеживать обновление локальных копий документов на предмет их актуальности и достоверности. Однако здесь необходимо помнить про ограничения, накладываемые на документы, имеющие определенный гриф секретности.

8. Результаты оптимизации процессов разработки документации

Мы рассмотрели основные составляющие затрат, возникающих в процессе разработки

Используемые решения	ПО для создания технических публикаций S1000D		САПР, ПО для создания графической информации	ПО для создания технических публикаций S1000D	Internet, электронные носители информации
Затраты по отношению к традиционным технологиям	50-60 %	60-80 %	65-70 %	70-80 %	10-50 %
Перспективные технологии разработки документации					
Схема процесса разработки документации	PM, DMRL, DMC (SNS): •Создание предварительной структуры •Разработка (заимствование) SNS	Текст: •Создание текста •Ввод текста •Редактирование текста	Графика: •Создание 2D иллюстраций •Создание 3D иллюстраций и анимаций	Формирование DM: •Ввод (форматирование) текста •Вставка графических объектов	Распространение: •Передача публикаций на носителях •Распространение через internet
Традиционные технологии разработки документации					
Распределение затрат по процессам разработки документации	11 %	28 %	39 %	17 %	5 %
Используемые решения	XML редакторы, офисные приложения		Рисование, сканирование, графические редакторы, САПР	XML редакторы, офисные приложения	Бумага, электронные носители информации

Рис. 15

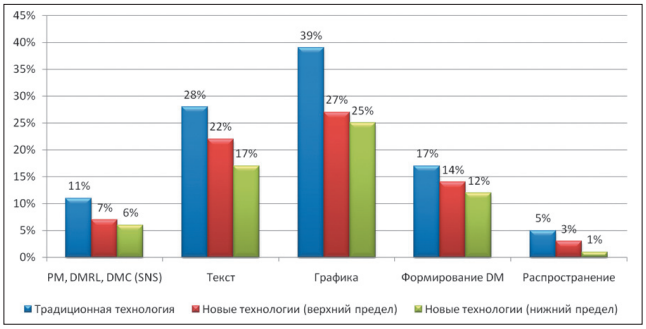

Рис. 16

документации, и способы их оптимизации. Что же получается в итоге? Учитывая лучший опыт, накопленный в данной области, можно утверждать, что применение способов, представленных в статье, позволяет сократить затраты на 20÷90 % на различных этапах разработки документа (рис. 15).

При этом суммарное сокращение издержек всего процесса разработки может составлять 30÷40% (рис. 16).

Конечно, все представленные способы и подходы, которые позволяют сократить затраты на выпуск технической документации и повысить её качество, требуют определенных ресурсов: временны́х, финансовых, человеческих. И, на первый взгляд, вложения в создание стройной и эффективной системы разработки документации – это дело скорее затратное, чем выгодное. Но, давайте не будем забывать, что это является инвестицией средств в стратегический актив предприятия, который позволяет компаниям достаточно уверенно чувствовать себя в конкурентной среде не только отечественного, но и мирового рынка (не будем забывать про рост конкуренции со вступлением России в ВТО!).

При рациональном подходе к организации системы разработки документации, издержки процесса внедрения позволяют себя окупить в среднесрочной перспективе (на протяжении от года до трех лет). Конечно, здесь многое зависит от масштаба предприятия, выпускаемой продукции, кадрового потенциала и, не в последнюю очередь, от грамотного консалтинга со стороны внешних подрядчиков.