

Разработка электронной эксплуатационной документации на сложное изделие на примере изделий ОАО “ММЗ”

И.Л. Фетисов, А.В. Снятков (ОАО “ММЗ”)



Игорь Леонидович Фетисов, главный конструктор ОАО “ММЗ”



Андрей Васильевич Снятков, главный конструктор проекта

1. Введение

Современная действительность такова, что потребитель предъявляет всё больше требований к технологиям и процессам, определяющим эффективность использования изделий на постпроизводственных стадиях жизненного цикла. Данная тенденция прослеживается и в повседневной жизни, когда при покупке нового автомобиля мы оцениваем не только его стоимость, но и то, насколько проблемной и затратной будет его эксплуатация. Одним из важных факторов, оказывающих влияние на эффективность эксплуатации, является эксплуатационная документация.

Способам разработки, актуализации и поставки эксплуатационной документации, как неотъемлемой части системы информационной поддержки жизненного цикла изделий, посвящено достаточно большое количество публикаций, научных работ и нормативных документов. Среди таких документов необходимо выделить государственные стандарты **ГОСТ 2.601-2013**, **ГОСТ 2.610-2006**, **ГОСТ 2.611-2011** (для гражданской техники и изделий двойного назначения) и **ГОСТ РВ 0002-601-2008** (для вооружения и военной техники), которые регламентируют порядок разработки и согласования эксплуатационной документации, а также общие требования к документации в бумажной и электронной форме. Эти стандарты широко используются при разработке тактико-технических заданий (ТТЗ) на образцы вооружения и военной техники (ВВТ), в части формирования требований к комплексу эксплуатационной документации (ЭД) на изделие. Зачастую ТТЗ на разработку новейших образцов



Рис. 1. Боевые средства комплекса, используемые на ГМ производства ОАО “Мытищинский машиностроительный завод”

ВВТ уже содержат требования к электронной форме представления ЭД.

ОАО “Мытищинский машиностроительный завод” (ОАО “ММЗ”) занимает лидирующие позиции в том, что касается разработки быстроходных гусеничных машин под монтаж зенитно-ракетных и радиолокационных комплексов. Шасси, производимые нашим предприятием, являются уникальными и не имеют отечественных аналогов. На наших шасси монтируются такие комплексы, как “БУК”, “ТОР”, “ТУНГУСКА” (рис. 1).

Уникальность шасси обуславливается установкой четырехступенчатой реверсивной гидромеханической трансмиссии с блокируемым гидротрансформатором и гидрообъемным механизмом поворота, что обеспечивает плавность хода, бесступенчатый поворот и разворот машины на месте, комфортность и простоту управления. В качестве силовой установки на изделии установлен тяговый двигатель с сухим картером, оснащенный воздушным пуском и предпусковым подогревателем, что позволяет преодолевать уклоны до 30 градусов.

Хотелось бы отметить, что зенитно-ракетные и радиолокационные комплексы, монтируемые на шасси производства ОАО “ММЗ”, пользуются спросом на международном рынке. В последние годы в рамках практически



Рис. 2. Гусеничная машина ГМ 5971

всех международных тендеров на поставку ВВТ предъявляются требования к электронной эксплуатационной документации, как составной части системы интегрированной логистической поддержки изделия.

Одной из последних разработок предприятия является ГМ 5971 (рис. 2) под монтаж радиолокационного комплекса разведки позиции ракет и артиллерии “Зоопарк”, который был поставлен на производство в 2012 году. Позже, в 2013 году, было принято решение о разработке комплекта электронной эксплуатационной документации. Решение было обусловлено высокой заинтересованностью в этом изделии со стороны как МО РФ, так и зарубежных заказчиков.

2. Выбор варианта реализации проекта

После принятия решения о необходимости создания комплекта эксплуатационной документации на ГМ 5971 был определен перечень основных документов, подлежащих разработке/переработке в рамках проекта. Такими документами стали руководство по эксплуатации (РЭ) и каталог деталей и сборочных единиц (КДС).

В результате анализа исходных данных было установлено, что основную трудоемкость будут составлять работы, связанные с разработкой графической информации – порядка 70% от всего объема работ. Анализ процессов разработки документации, используемых на предприятии, и зарубежного опыта, определил два возможных подхода (рис. 3):

1) Разработка иллюстраций на основе чертежей – посредством построения аксонометрических проекций деталей и сборочных единиц (классический метод разработки иллюстраций для технической документации).

2) Разработка иллюстраций на основе 3D-моделей.

Оба варианта были оценены по следующим, наиболее важным с нашей точки зрения, параметрам:

✓ Затраты на первоначальную разработку

Одним из определяющих факторов при реализации проекта была трудоемкость работ по созданию комплекта документации.

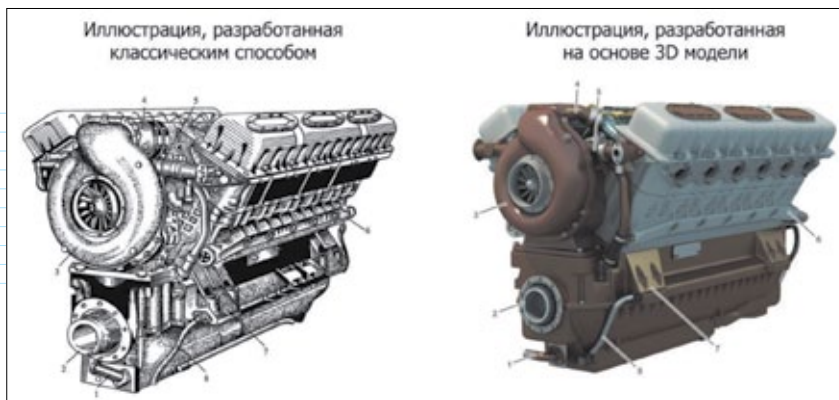


Рис. 3. Пример иллюстраций, разработанных с помощью разных методов

✓ Простота поддержки документов в актуальном состоянии

Трудоемкость внесения изменений в документацию очень важна, поскольку ГМ 5971 – изделие достаточно новое, что определяет большое количество изменений в конструкции в процессе производства и по результатам эксплуатации. При этом, изменения необходимо вносить во все виды конструкторской документации, включая ЭД.

✓ Масштабируемость технологии

Необходимо было выбрать технологию, которая позволит сократить затраты на разработку документации на другие изделия, производимые нашим предприятием, учитывая их высокую унификацию.

В результате анализа были получены экспертные оценки обоих способов разработки иллюстраций, учитывающие вышеуказанные параметры. Результаты анализа представлены в табл. 1.

На основе результатов анализа удалось установить, что трудоемкости работ по созданию графической составляющей ЭД для обоих подходов являются достаточно высокими и сопоставимыми в абсолютных цифрах (по нашим оценкам – от 30 до 70 человеко-месяцев), даже с учетом необходимости разработки 3D-модели изделия для выполнения работ по второму варианту. При этом, трудоемкость внесения изменений в иллюстративную часть ЭД в случае применения классического метода разработки сопоставима с трудоемкостью разработкой новых иллюстраций. При использовании метода разработки иллюстраций на основе 3D-моделей трудоемкость создания документации

Табл. 1. Экспертные оценки способов разработки иллюстраций

Наименование параметра	Разработка иллюстраций посредством построения аксонометрических проекций	Разработка иллюстраций на основе 3D-моделей
Затраты на первоначальную разработку	Высокие	Высокие
Трудоемкость внесения изменений	Высокая	Средняя
Трудоемкость разработки иллюстраций на модификации изделия (составных частей изделия)	Средняя	Низкая

на модификации изделия может быть определена через коэффициент унификации, указывающий степень совпадения базового изделия и его модификации, что дает существенно меньшие трудозатраты, чем классический подход.

Учитывая загрузку сотрудников конструкторских подразделений и отдела технической документации, стало очевидно, что справиться с данной работой своими силами в короткие сроки не представляется возможным. В результате было принято решение привлечь компанию “ИТОРУМ”, которая имеет значительный опыт реализации подобных проектов, в том числе и для военной техники.

3. Реализация проекта и его основные результаты

3.1. Этап 1. Разработка 3D-модели изделия

Разработка 3D-модели выполнялась на основе действующего комплекта конструкторской документации.

Сама по себе технология цифрового проектирования позволяет получить эффект даже при так называемом “создании 3D-моделей по чертежам” – за счет выявления коллизий элементов конструкции, которые были допущены в процессе проектирования на бумаге, а также за счет более глубокой оценки компоновки систем и агрегатов.

С целью уменьшения трудоемкости моделирования и сокращения затрат на поиск необходимой информации, в системе управления данными об изделии *PDM STEP Suite (PSS)* был построен полный конструкторский состав ГМ 5971 (рис. 4) и загружена отсканированная конструкторская документация. В дальнейшем в PSS были размещены все разработанные 3D-модели. Учитывая сложность изделия, эффект от такого подхода был ощутимым.

Разработка 3D-модели велась в системе автоматизированного проектирования *SolidWorks*. При этом количество объектов в полной модели приближалось к 50 000. Несмотря на то, что бытует

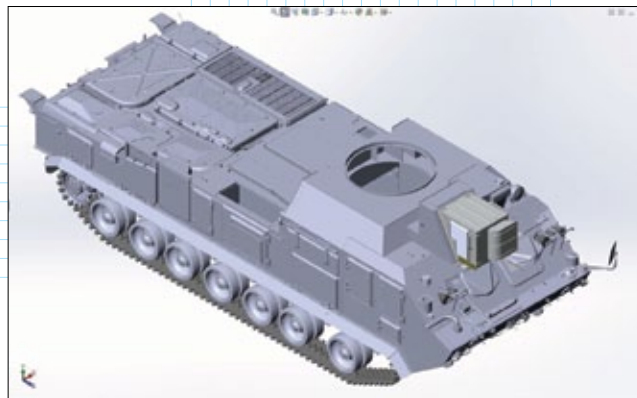


Рис. 5. 3D-модель ГМ 5971, позволяющая оценить внешний вид машины

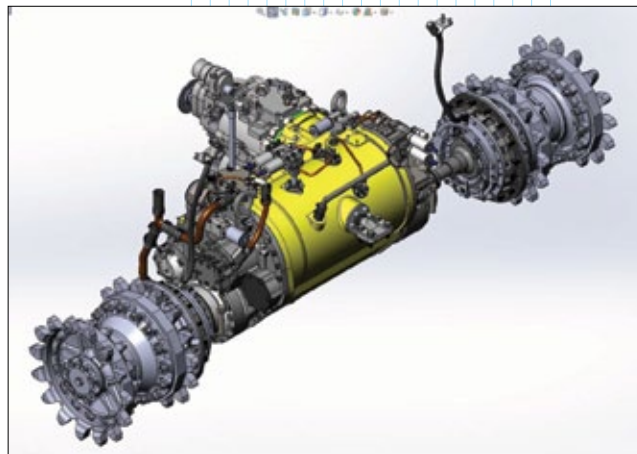


Рис. 6. 3D-модель гидромеханической трансмиссии ГМ 5971

мнение о трудностях работы с большими сборками в данной среде, *SolidWorks* с задачей справился.

На иллюстрациях представлены выполненные средствами *SolidWorks* 3D-модели, отображающие внешний вид машины (рис. 5) и гидромеханическую трансмиссию (рис. 6).

3D-модель изделия, разработанная в рамках первого этапа, была использована при создании всех видов эксплуатационной документации. В качестве основного инструмента для создания 2D- и 3D-иллюстраций послужил функциональный и “проверенный ветром и временем” пакет *CorelDRAW Technical Suite X6*.

3.2. Этап 2. Разработка каталога деталей и сборочных единиц

Перед началом работ по созданию КДС был проведен анализ каталогов, которые были ранее разработаны на предприятии на подобные изделия. Удалось определить, что одна часть иллюстраций этих документов была выполнена в виде аксонометрических проекций, а

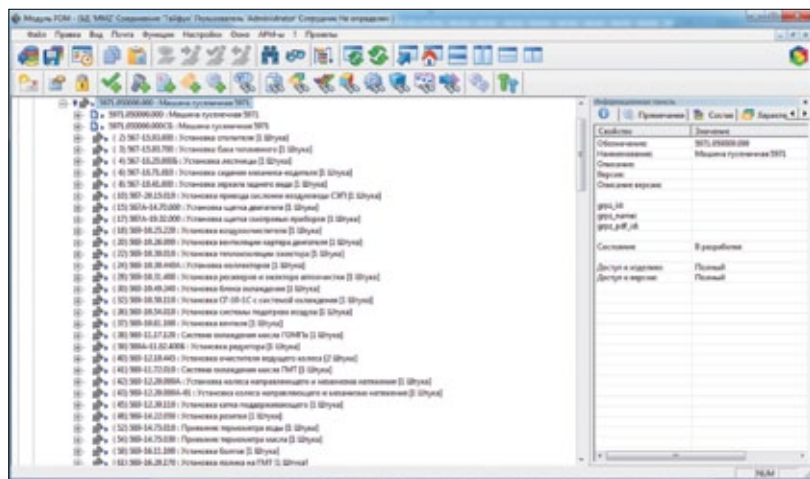


Рис. 4. Конструкторский состав изделия в PSS

другая – в виде ортогональных проекций на основе сборочных чертежей. Объем информации таких каталогов (порядка 150÷200 иллюстраций), как правило, не охватывал всю номенклатуру изделий, которые могут быть заменены на стадии эксплуатации и/или ремонта.

Разработка КДС ГМ 5971 осуществлялась в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 2.611-2011, ГОСТ 2.601-2013, ГОСТ 2.610-2006.

Учитывая большой объем данных, которые были включены в КДС (примерно 14 000 позиций), выбор способа разработки и формы представления каталога в виде интерактивного электронного документа в системе *Technical Guide Builder (TG Builder)* позволил существенно повысить удобство использования и эффективность работы с информацией.

Структурно электронный КДС состоит из следующих разделов:

- введение, содержащее информацию о назначении, порядке использования и другие сведения, необходимые для эффективного использования электронного КДС;
- схема разбиения изделия на составные части, позволяющая идентифицировать расположение конструкторской группы в изделии (рис. 7). При этом можно одним нажатием клавиши мыши перейти от схемы, показывающей размещение конструкторской группы, к детализации этой группы;
- иллюстрации и перечень сборочных единиц и деталей. Этот раздел составляет основное содержание каталога и представляет собой иллюстрации, на которых изображены детали и сборочные единицы изделия в разнесенном виде, и спецификации, соответствующие данным иллюстрациям. Иллюстрации и спецификации разработаны на все составные части изделия, которые могут быть разобраны/заменены в процессе эксплуатации и ремонта (рис. 8).

Большинство разделов каталога содержит не только 2D-иллюстрации, но и 3D-модели, что, как показывает практика, позволяет значительно повысить информативность документа и расширить возможность его применения (рис. 9).

Созданный электронный каталог включает более 700 модулей данных, содержащих информацию по всем заменяемым/ремонтируемым составным частям ГМ 5971.

3.3. Этап 3. Разработка руководства по эксплуатации

Параллельно с реализацией второго этапа работ были запущены работы по разработке электронного руководства по эксплуатации. В рамках проекта были уточнены структура и содержание ранее разработанного бумажного РЭ.

Так же, как и для электронного КДС, для формирования интерактивного электронного руководства была

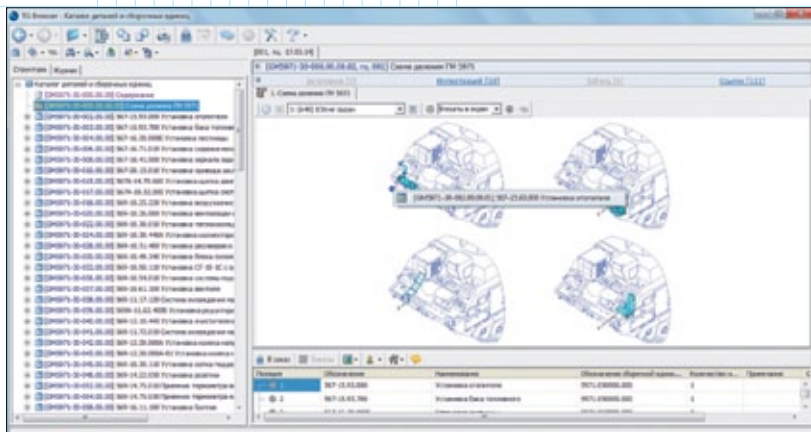


Рис. 7. Схема разбиения изделия на составные части

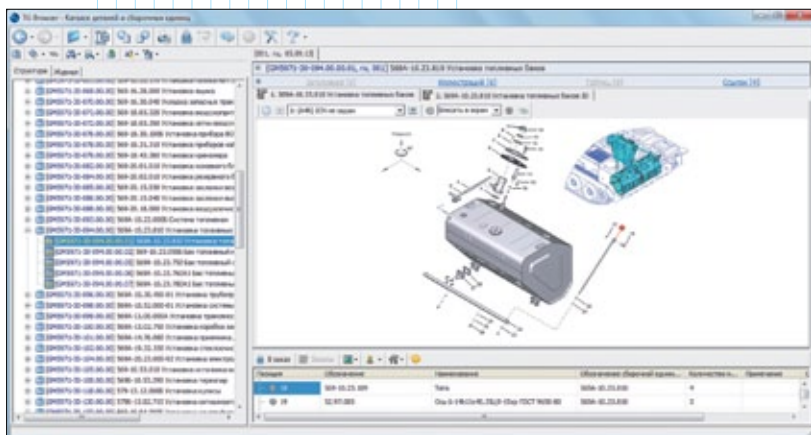


Рис. 8. Иллюстрация и спецификация электронного каталога деталей и сборочных единиц

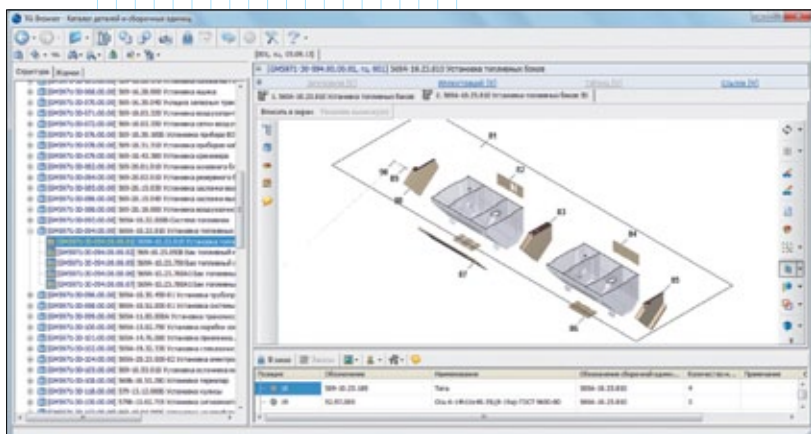


Рис. 9. Пример использования 3D-модели в качестве иллюстрации каталога

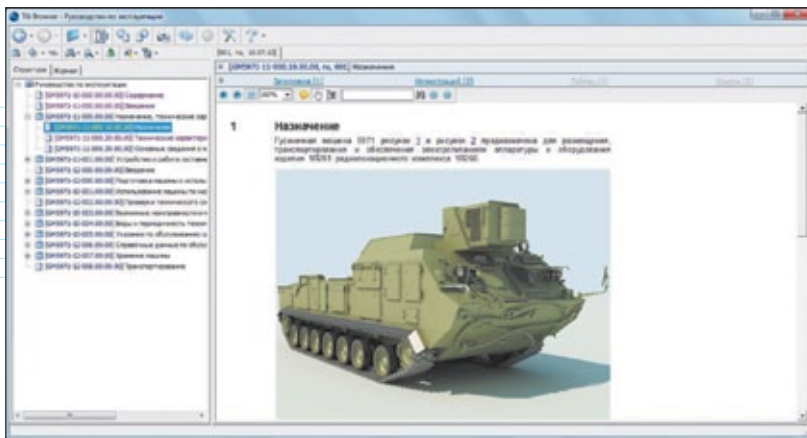


Рис. 10. Интерактивное электронное руководство по эксплуатации ГМ 5971

использована система разработки технической документации *TG Builder* (рис. 10).

Для повышения информативности РЭ было создано свыше 200 иллюстраций. Наибольший

4. Выводы

В результате реализации данного проекта были получены следующие основные результаты:

- создана 3D-модель изделия, которая успешно используется конструкторами нашего предприятия в процессе разработки новых компоновочных решений, и заложены основы цифрового проектирования;
- сформирован комплект качественной электронной эксплуатационной документации на изделие (руководство по эксплуатации, каталог деталей и сборочных единиц), обеспечивающий современный уровень информационной поддержки стадий эксплуатации и ремонта с учетом требований как МО РФ, так и зарубежных заказчиков;
- определены основные этапы технологии разработки электронной эксплуатационной документации, которая может быть масштабирована на другие выпускаемые изделия.

Информативность созданного комплекта электронной ЭД позволяет расширить возможность его применения, в том числе и внутри предприятия. В первую очередь, это использование такой документации в качестве учебного материала для обучения новых специалистов ОАО «ММЗ» по таким вопросам, как конструктивные особенности изделия.

Есть планы и по развитию данного подхода в рамках других проектов с последующим внедрением новых способов доставки ЭД конечным пользователям при помощи портала электронной документации ОАО «ММЗ», который обеспечит оперативный доступ эксплуатантов к качественной и актуальной эксплуатационной документации из любого места, где есть доступ в интернет. 🌐

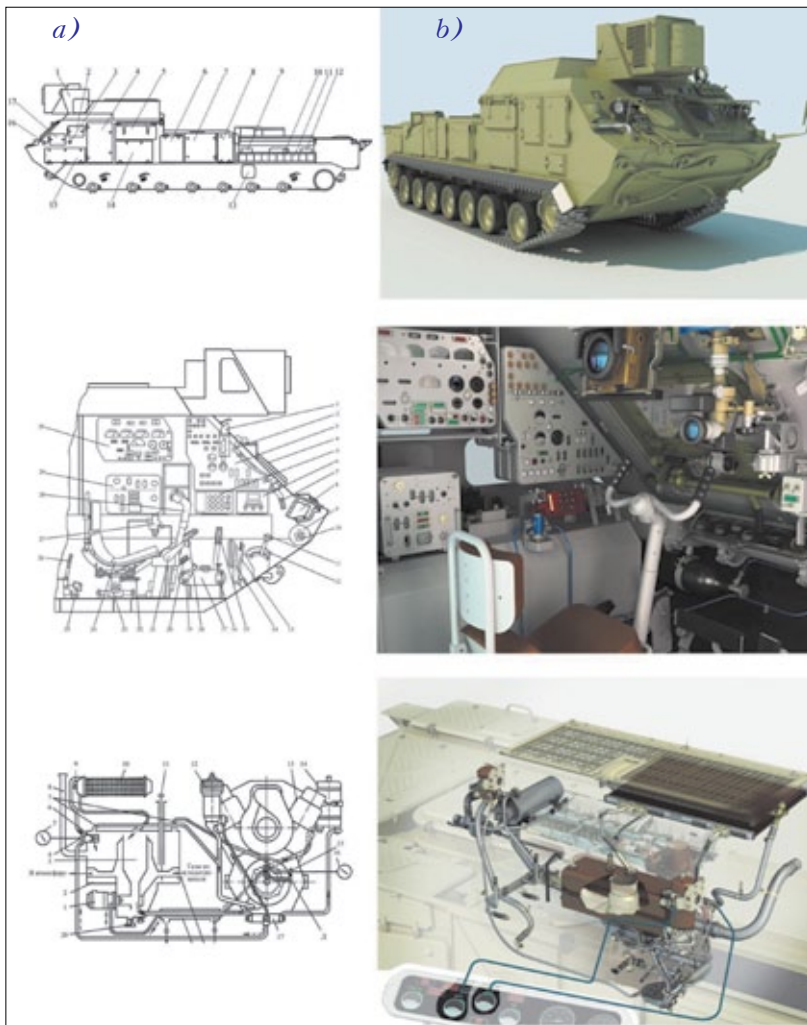


Рис. 11. Примеры иллюстраций из электронного руководства ГМ 5971: а – разработанные ранее; б – созданные в рамках проекта