

Концептуальная модель электронного документооборота технической документации

П. Е. БУЛАВСКИЙ, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматики и телемеханики на железных дорогах
Петербургского государственного университета путей сообщения



Для создания концептуальной модели электронного документооборота технической документации (ЭДТД) на устройства сигнализации, централизации и блокировки было произведено обследование реальных процессов создания, проверки и использования технической документации в системах автоматики и телемеханики. Это позволило выявить сценарии документооборота и протоколы свойств технических документов. В итоге была разработана иерархическая обобщенная формализованная схема описания объектов, участвующих в процессе ЭДТД для систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

При построении концептуальной модели электронного документооборота технической документации множество состояний технических документов (ТД) определено как конечный список состояний документов, характерных для завершения породившего их процесса, с областью допустимых значений для каждого состояния ТД в данном документообороте. Область допустимых значений в общем случае определяется перечнем параметров документов с допустимыми значениями в соответствии с нормативной базой. При этом происходит дискретизация жизненного цикла документа. До-

кумент, который изменяется и движется в реальном времени, представляется в виде дискретной совокупности состояний, в каждом из которых имеется область допустимых значений.

Множество порождающих процессов Π получено путем декомпозиции процессов, производимых в реальной системе документооборота технической документации, на конечную совокупность элементарных процессов. При выполнении каждого процесса происходит изменение состояния одного или нескольких документов из множества Φ . Под процессом понимается множество элементарных на данном уровне представления действий над документом.

Для описания ЭДТД предложена методология, предполагающая разделение его элементов на три категории: участники, состояния документов с допустимыми областями значений и процессы. В качестве участников документооборота рассматриваются сотрудники или организации, которые создают документы, обеспечивают их движение и проверку. Процессы — это список элементарных действий, производимых участниками ЭДТД, выполнение которых приводит к изменению текущего состояния одного или нескольких ТД внутри области допустимых значений или к переходу ТД из одного состояния в другое.

Таким образом, формально процесс ЭДТД представляется в виде трех конечных множеств и связей элементов этих множеств между собой. Математическая нотация этого процесса может быть представлена в виде тройки $D_T = \{U, \Pi, \Phi\}$, где D_T — формальная модель электронного документооборота; U — множество участников; Π — множество процессов; Φ — множество состояний ТД с допустимыми областями значений.

Множество U определяется как конечное множество фактических участников документооборота, Π — как конечное множество процессов, выполнение которых производится в пределах рассматриваемой системы документооборота участниками из множества U . Φ — конечное множество состояний, которые могут принимать ТД после выполнения процессов из множества Π участниками из множества U . Такое представление является расширением концептуальной модели, описанной в [1].

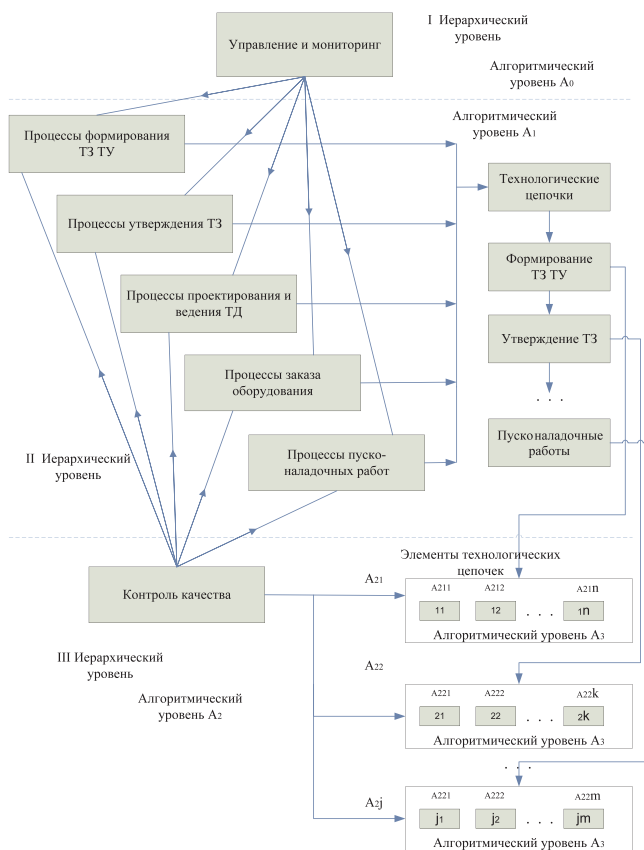


Рис. 1. Иерархическая структура ЭДТД

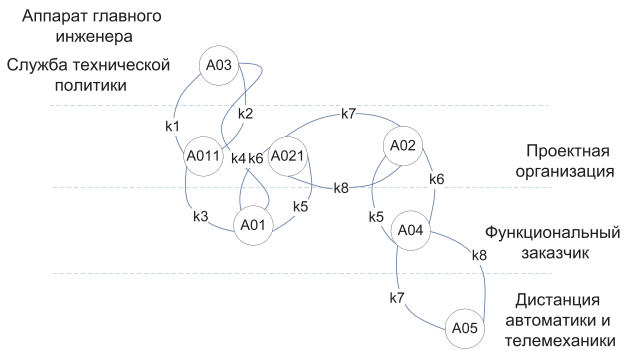


Рис. 2. Граф технологической цепочки процесса ЭДТД верхнего уровня

На основе предложенной концептуальной модели построена иерархическая структура технологии ЭДТД службы автоматики и телемеханики при проектировании проектно-сметной документации (ПСД), строительстве систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) и производстве пусконаладочных работ (рис. 1).

Для синтеза системы, обеспечивающей повышение эффективности работы хозяйства автоматики и телемеханики, т. е. реализацию мониторинга, управления и контроля качества выполнения работ на основе ЭДТД, необходимо выделить технологические цепочки по стадийности выполнения работ от их начала до завершения процессов строительства систем и их ввода в эксплуатацию. Это можно осуществить, проанализировав взаимодействие субъектов структуры управления дороги, последовательность этапов выполнения работ, согласования и утверждения документов. При этом уровень формализации этапов технологического цикла должен быть достаточен для мониторинга и контроля качества их выполнения. Для увеличения полноты контроля отдельные стадии и этапы работ, в свою очередь, могут быть представлены как детализированные технологические цепочки, уровень подробности отображения информации в которых соответствует полноте контроля качества.

Технологические цепочки представляют собой детализацию процессов последовательностью операций по выполнению однородной технологической функции, соответствующей рассматриваемому уровню иерархии. Алгоритмы являющиеся формализованной записью элементов технологических цепочек и их взаимосвязей.

Уровни иерархии рассматриваемых процессов ЭДТД соответствуют уровням управления и детализации технологических цепочек. Алгоритмические уровни представления отражают степень детализации элементарных операций для рассматриваемых элементов технологических цепочек на данном иерархическом уровне. Элементарные операции могут, в свою очередь, быть представлены как алгоритмы на следующем (нижшем) алгоритмическом уровне.

Таким образом, иерархия процессов отражает уровни управления, а иерархия алгоритмов — степень детализации процессов, необходимую для данного уровня управления.

Разработка автоматизированной технологии ЭДТД предполагает применение формализованных методов представления документооборота технической документации. С этой целью разработана обобщенная формализованная схема (ОФС) описания объектов, участвующих в процессе ЭДТД для СЖАТ. Для описания уровней иерархии процессов ЭДТД введем следующие обозначения $\pi_n \in \Pi$: $n = 1, N$, где π_n — процесс n -го уровня иерархии представления процессов.

Набор N процессов образует множество N уровней иерархии представления, рассматриваемых для данного ЭДТД.

Процесс ЭДТД верхнего уровня ($N=0$) для службы автоматики и телемеханики при организации электронного документооборота ПСД включает в себя следующие алгоритмы:

- A03 — выдача ТЗ и ТУ по запросам;
- A011 — проектирование утверждаемой части ПСД;
- A021 — проектирование ПСД; A02 — проектирование, отправка и экспертиза ПСД;
- A01 — согласование и утверждение утверждаемой части ПСД; A04 — изготовление, строительство и проведение пусконаладочных работ;
- A05 — ведение и архивирование ТД.

Граф технологической цепочки процесса ЭДТД верхнего уровня для службы автоматики и телемеханики представлен на рис. 2. Информационная совместимость процессов ЭДТД обеспечивается в данном случае использованием отраслевого формата технической документации (ОФ-ТД) на устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) [2].

Для определения множеств допустимых значений состояний ТД предлагается следующий подход. Все электронные ТД, участвующие в ЭДТД, разбиваются на типы с учетом процессов разработки, согласования, проектирования, проверки технической документации, а также принимая во внимание происходящие в реальном документообороте и производимые над документами участниками ЭДТД действия. Для всех типов электронных ТД, участвующих в электронном документообороте, разрабатываются формальные порождающие грамматики с последующим синтезом на их основе формальных языков описания технической документации.

При таком подходе достигается формализация проверки корректности технической документации, получаемой и изменяемой в процессе ЭДТД; исключаются ошибки на основе синтаксического и семантического анализа технической документации; формализуются процессы разработки и проектирования ТД, процессы контроля качества ТД на всех уровнях управления, а также процессы контроля правильности выполнения всех этапов работ в проектных организациях, службе автоматики и телемеханики.

К особенностям систем ЭДТД относится то, что основным результатом их работы являются технические документы, от качества которых непосредственно зависит эффективность строительства, производства пусконаладочных работ и безопасность эксплуатации СЖАТ. Поэтому ОФС ЭДТД на всех уровнях должна обеспечивать количественную оценку качества ТД на основе методики расчета показателей качества технической документации на устройства СЦБ.

Для примера рассмотрим один из алгоритмов ОФС ЭДТД первого уровня A02 — проектирование, отправка и экспертиза ПСД. В него входят следующие алгоритмы:

- A26 — формулировка замечаний по составу и качеству проектно-сметной документации;
- A21 — проектирование двухниточного плана станции; A22 — проектирование кабельных сетей; A23 — проектирование принципиальных и монтажных схем, заказных спецификаций, сметной документации; A24 — передача проектно-сметной документации функциональному заказчику (служба СЦБ); A28 — доработка проектно-сметной документации по замечаниям функционального заказчика; A210 — передача проектно-сметной документации поставщику;
- A25 — экспертиза проектно-сметной документации функциональным заказчиком; A27 — возврат проектно-смет-

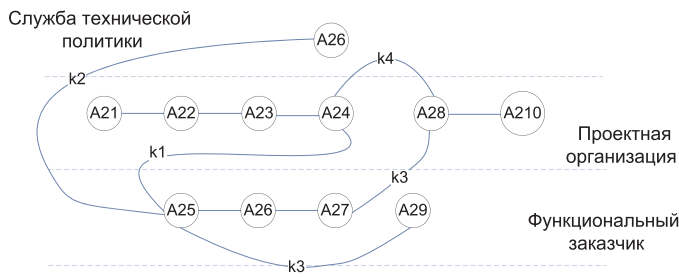


Рис. 3. Граф технологической цепочки проектирования, отправки и экспертизы ПСД

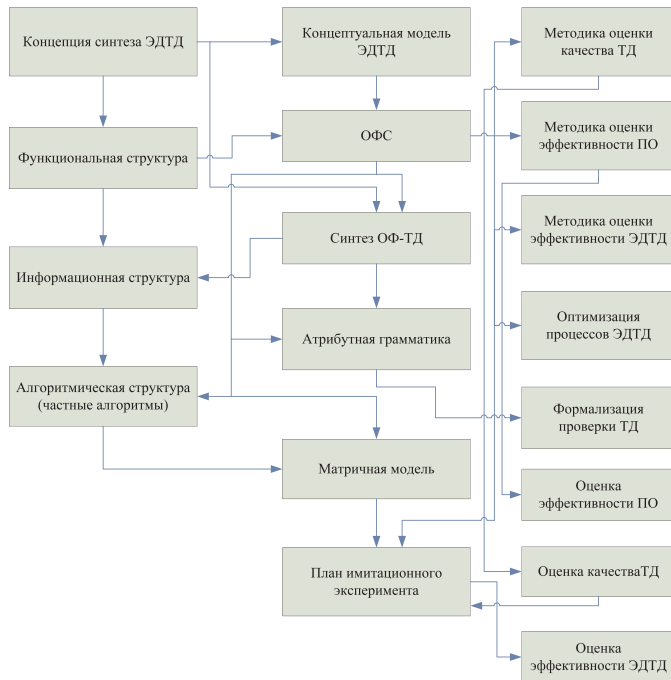


Рис. 4. Теория и методы ЭДТД

ной документации проектной организации; A29 — передача проектно-сметной документации подрядчику.

Граф технологической цепочки (рис. 3) отражает взаимосвязь алгоритмов указанного процесса на первом уровне представления.

Синтезируем OFC иерархии процессов ЭДТД с использованием параллельных логических схем алгоритмов (ПЛСА).

Процесс ЭДТД будем описывать следующим образом:

$$d_j \in D, j=1, J,$$

$$r_{j,m} \in R_j, m=1, M,$$

где d_j — ТД j -го типа. Набор J ТД образует множество D всех ТД, рассматриваемых для данного ЭДТД;

$r_{j,m}$ — m -й параметр ТД j -го типа. Набор M параметров ТД образует множество R_j всех рассматриваемых параметров j -го ТД.

Совокупность выполняемых в определенной последовательности операций и проверок логических условий в процессе ЭДТД j -го ТД назовем алгоритмом ЭДТД A_j .

Операцией v_i назовем элементарное действие над ТД из множества D на данном уровне представления. Все операции, выполняемые в процессе ЭДТД $d_j \in D$, образуют множество $V = \{v_i\}, i = 1, I$.

Основными элементами описания являются операторы, соответствующие операциям v_i , логические условия α_k , $k = 1, K$, помеченные стрелками $\alpha_k \uparrow^p$, $p = 1, P$, где p — индекс стрелки. Переход ТД при ложном значении α_k осуществляет-

ся к элементу ПЛСА, помеченному стрелкой с тем же индексом \downarrow^p .

Для обеспечения строчной записи ПЛСА используются вспомогательные операторы и логические условия [3].

Использование языка ПЛСА для выявления и описания процессов ЭДТД на железнодорожном транспорте позволило разработать методику обследования, направленную на выявление структурно-алгоритмического и параметрического отображения системы ЭДТД.

Кроме того, при описании процессов ЭДТД для имитационного моделирования СЖАТ необходимо учитывать, что основным результатом выполнения элементарных операций является изменение свойств технических документов, от качества которых непосредственно зависит эффективность ЭДТД.

Для учета качества ТД, участвующих в электронном документообороте, введем следующие обозначения:

τ_{ij} — операции, длительность которых зависит от качества ТД;

K_{ij} — операции, порождающие качество ТД с заданной вероятностью;

C_{ij} — операции, повышающие качество ТД;

α_{ijk} — вероятностные логические условия (вероятность 0 или 1 в которых зависит от качества ТД).

Рассмотрим алгоритм проектирования, отправки и экспертизы проектно-сметной документации СЖАТ (процесс 02). Обозначим элементарные операции, выполняемые при реализации указанного процесса:

V_1 — проектирование двухниточного плана станции;

V_2 — проектирование кабельных сетей;

V_3 — проектирование принципиальных и монтажных схем, заказных спецификаций, сметной документации;

V_4 — передача проектно-сметной документации функциональному заказчику (служба СЦБ);

V_5 — экспертиза проектно-сметной документации функциональным заказчиком;

V_6 — формулировка замечаний по составу и качеству проектно-сметной документации;

V_7 — возврат проектно-сметной документации проектной организации;

V_8 — доработка проектно-сметной документации по замечаниям функционального заказчика;

V_9 — передача проектно-сметной документации подрядчику;

V_{10} — передача проектно-сметной документации поставщику.

Множество включает следующие логические условия:

$$\alpha_1 = \begin{cases} 1 & \text{— проектирование закончено} \\ 0 & \text{— в противном случае} \end{cases}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} 1 & \text{— проектная документация передана} \\ 0 & \text{— в противном случае} \end{cases}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} 1 & \text{— замечания есть} \\ 0 & \text{— в противном случае} \end{cases}$$

$$\alpha_4 = \begin{cases} 1 & \text{— замечания по наполнению оборудования есть} \\ 0 & \text{— в противном случае} \end{cases}$$

$$\alpha_5 = \begin{cases} 1 & \text{— замечания по принципиальным схемам есть} \\ 0 & \text{— в противном случае} \end{cases}$$

Основываясь на разработанном алфавите, в результате анализа процессов проектирования, отправки и экспертизы проектно-сметной документации получена ЛСА:

$$A_{\text{ЭДТД}} = \downarrow^1 V_1 K_{11} \alpha_1 \uparrow^1 \downarrow^2 V_2 K_{12} \alpha_1 \uparrow^2 \downarrow^3 V_3 K_{13} \alpha_1 \uparrow^2 \downarrow^4 V_4 \alpha_2 \uparrow^4 V_5 \tau_{11} V_6 \tau_{12} \Pi_{11} \Pi_{12} \Pi_{13} \alpha_{4k4} \uparrow^1 \alpha_{5k3} \uparrow^3 \alpha_{3k4} \uparrow^5 V_9 \omega \uparrow^6 \downarrow^5 V_7 V_8 \tau_{13} \downarrow^6 V_{10}$$

Каждая элементарная операция алгоритма $A_{ЭДТД}$ в свою очередь может быть представлена алгоритмом нижнего уровня в своем алфавите операторов. Таким образом достигается построение иерархической структуры описания ЭДТД, ОФС процесса ведения заказных спецификаций для третьего уровня представления ЭДТД службы автоматизации и телемеханики подробно описана в [3].

На основе концепции синтеза ЭДТД хозяйства автоматизации и телемеханики разрабатываются функциональная, информационная и алгоритмическая структуры ЭДТД. Концептуальная модель ЭДТД предполагает процессный подход к формализации ЭДТД на всех уровнях иерархии (рис. 4).

В соответствии с концептуальной моделью строится обобщенная формализованная схема (ОФС) описания объектов, участвующих в процессе ЭДТД для систем железнодорожной автоматизации и телемеханики. ОФС формализует описание всех процессов ЭДТД со степенью детализации, соответствующей выбранному уровню иерархии.

На основе ОФС осуществляется синтез методики оценки качества ТД, методики оценки эффективности программного обеспечения (ПО) средств организации ЭДТД [4], методики оптимизации процессов ЭДТД по приоритетным параметрам [5].

ОФ-ТД обеспечивает информационную совместимость ПО средств проектирования и ведения ТД, организации ЭДТД, мониторинга и контроля качества ТД. Атрибутные грамматики, синтезируемые на основе ОФ-ТД, обеспечивают формализацию проверки корректности ТД.

Матричная модель ЭДТД обеспечивает оценку эффективности ЭДТД и качества ТД для различных вариантов структур организации ЭДТД.

Предложенная иерархическая структура ОФС ЭДТД позволяет описывать процессы, происходящие в рамках элементов технологических цепочек верхнего уровня с помощью синтеза ПЛСА составляющих их алгоритмов, с учетом эффективности рассматриваемой системы ЭДТД, качества создаваемой и обрабатываемой технической документации и эффективности программного обеспечения составляющих частей. Иерархическое представление алгоритмов обеспечивает необходимый уровень детализации элементарных операций для каждого процесса.

Иерархическая структура описания ЭДТД может быть представлена с помощью матричного метода моделирования ЭДТД как сложной системы массового обслуживания на основе результатов, изложенных в [6], и объединения процессов ЭДТД при помощи организации взаимодействия множества матриц в одной модели по последовательной или иерархической структуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Круковский М. Ю. Методология построения композитных систем документооборота // Математические машины и системы. – 2004. – № 1. – С. 101–114.
2. Василенко М. Н., Трохов В. Г., Булавский П. Е., Максименко О. А. Отраслевой формат технической документации на устройства СЦБ // Автоматика, связь, информатика. – 2003 – №4. – С. 9–11.
3. Обобщенная формализованная схема ведения заказных спецификаций / П. Е. Булавский, Д. С. Марков, Д. Х. Баратов // Известия ПГУПС. – 2010. – Вып. № 2. – С. 63–74.
4. Булавский П. Е. Методика выбора и оценки качества графических программных пакетов для проектирования систем сигнализации централизации и блокировки (СЦБ) // VII Санкт-Петербургская конференция «Региональная информатика – 2000». 5–8 декабря 2000 г. – С. Петербург. – С. 48–51.
5. Василенко М. Н., Булавский П. Е., Баратов Д. Х. Технологии документооборота для оптимизации заказов // Мир транспорта. – 2009. – № 4. – С. 110–115.
6. Булавский П. Е., Марков Д. С. Матричный метод формализации имитационных моделей сложных систем массового обслуживания // Известия ПГУПС. – 2010. – Вып. № 4. – С. 63–74.

?

КАК ПОВЫСИТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ ПассажиРОВ?
УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ?
ПРИВЛЕЧЬ НОВЫХ КЛИЕНТОВ?

КТО ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ, МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РФ, ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ ФС РФ, РУКОВОДИТЕЛИ ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ», ЛОГИСТИЧЕСКИХ, ФИНАНСОВЫХ И СЕРВИСНЫХ КОМПАНИЙ, ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ДИРЕКТОРА ОПЕРАТОРОВ ГОРОДСКОГО, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВИА-ТРАНСПОРТА, КОМПАНИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ.

ГДЕ МОСКВА, КОНФЕРЕНЦ-ЦЕНТР «SWISSHOTEL КРАСНЫЕ ХОЛМЫ»
29 МАРТА 2011

ПАССАЖИРСКИЙ ФОРУМ

Организаторы



При поддержке



Стратегический партнер



При участии



Генеральные информационные партнеры



+7 (495) 988 1800
info@businessdialog.ru
www.businessdialog.ru

+7 (495) 625 3340
conf@aif.ru
www.events.aif.ru

РЕКЛАМА