

4. *Плаксина, Л. Т.* Применение программы «Система прочностного расчета» для подготовки специалистов в условиях цифрового производства / Л. Т. Плаксина, С. А. Ярошинский. Текст: непосредственный // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве: сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции, 20 мая 2020 г., Екатеринбург / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2020. С. 183–188.

УДК 004.896

Полищук Ю. В.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВИЗУАЛИЗАЦИИ
СТРУКТУРНЫХ СХЕМ СВЯЗИ АСУ ТП**

Юрий Владимирович Полищук

*Канд. техн. наук, доцент кафедры компьютерной безопасности
и математического обеспечения информационных систем, доцент*

youra_polishuk@bk.ru

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия

**AUTOMATION OF THE PROCESS OF VISUALIZATION
OF STRUCTURAL COMMUNICATION SCHEMES OF THE APCS**

Youra Polishuk

*PhD, Associate professor of computer security mathematical software and
information systems, Orenburg state university, Russia, Orenburg*

*Аннотация. Рассмотрен автоматизированный способ формирования
структурных схем связи АСУ ТП на основе их фактографического контента,
который минимизирует время их создания в условиях большой производствен-
ной системы.*

Abstract. *An automated method for the formation of structural communication diagrams of APCS based on their factual content, which minimizes the time of their creation in a large production system, is considered.*

Ключевые слова: *большие производственные системы, структурные схемы связи, АСУ ТП.*

Keywords: *large production systems; structural communication diagrams, APCS.*

Процесс эксплуатации больших производственных систем (БПС) сопряжен с эксплуатацией большого количества различных систем связи, включая системы связи АСУ ТП. Их эксплуатация также включает техническое перевооружение и модернизацию, по завершению которой требуется визуализация их структурных схем.

Схематичное представление структурных схем связи может потребоваться при решении различных задач управления БПС [1]. В этом случае на их получение и актуализацию затрачивается время, которое входит в общее время генерации управленческого решения, которое требует минимизации.

Таким образом, автоматизация процесса визуализации структурных схем связи является актуальной задачей, так как сокращает время на их создание и актуализацию.

Фактографический контент, описывающий структурную схему, представлен квазиструктурированной информацией. В рамках данной работы под квазиструктурированной информацией будем понимать информацию, в которой можно выделить структуру, однако структура эта заранее целиком или частично неизвестна, либо может меняться с течением времени [2]. Для ее описания используем следующую модель:

$$S = \langle root, sObj, LObj, minOccurs, maxOccurs, sMet, Obj_smet \rangle, \quad (1)$$

где *root* — корневой объект (модель может иметь только один корневой объект и он выполняет роль контейнера для всех остальных объектов модели),

$root \in sObj$; $sObj$ — конечное множество объектов, каждый из которых содержит фрагмент информационного наполнения документа (текст, рисунок и т. д.) или выполняет роль контейнера для одного или нескольких объектов. Объект-контейнер включает в себя другие объекты, которые также могут выступать в роли контейнеров, а по отношению к объекту-контейнеру они будут считаться объектами-потомками.

Для объектов-контейнеров доступны следующие метасвойства: $smet_c$ — определяет объект в качестве контейнера; $mixed$ — разрешает использование объектов-потомков в произвольном порядке. $LObj$ — отображение, определенное на множестве $sObj$, такое что $sObj \xrightarrow{LObj} \{obj_1, \dots, obj_{on}\}$, где $obj_{oi} \in sObj$ — дочерний объект; on — количество дочерних объектов; Obj_met — отображение, определенное на множестве $sObj$, такое что $sObj \xrightarrow{Obj_sMet} \{smet_c \mid smet_c, mixed \mid smet_1, \dots, smet_{smn}\}$, где $smet_{smi} \in sMet$ — метасвойство ограничения на содержимое объекта, smn — количество возможных метасвойств ограничений для объекта; $minOccurs$ — функция, определяющая минимально возможное количество раз использования объекта в модели; $maxOccurs$ — функция, определяющая максимально возможное количество раз использования объекта в модели.

Используем XML для реализации процессов моделирования, хранения и последующей визуализации квазиструктурованной информации [3].

Для синтеза модели квазиструктуры структурной схемы применим способ, предложенный автором [4].

Результатом является квазиструктура, которая далее схематично представлена на рисунках 1–4.

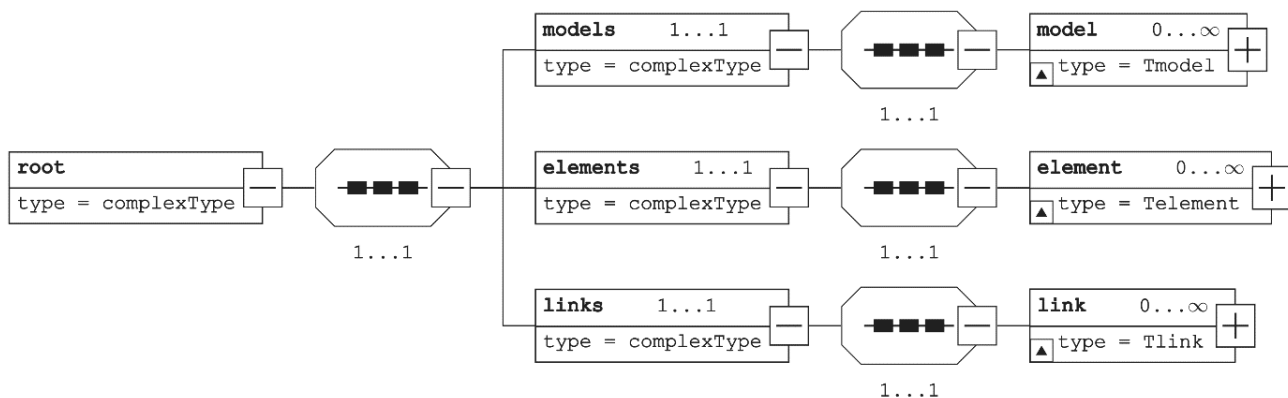


Рисунок 1 — Базовый сегмент квазиструктуры

Квазиструктура формируется на базе 3-х обязательных к использованию сегментов. Сегмент `models` используется для описания используемых в схеме устройств. Для описания структурных элементов схемы используется сегмент `elements`. За описание связей между элементами отвечает сегмент `links`. Для каждого из рассмотренных сегментов определен соответствующий подчиненный сегмент. Рассмотрим их структуру подробнее.

В сегменте `model` определены следующие обязательные к использованию атрибуты (рисунок 2): идентификатор типа оборудования (`id`), класс модели оборудования (`class`), который может принимать такие значения, как устройства связи (`communication`), устройства контроля (`control`), управляющие компьютеры (`pc`), датчики (`sensor`).

Также для сегмента `model` определены следующие обязательные к использованию объекты: имя модели (`name`), краткое описание модели (`description`), а также необязательный к использованию объект: ссылка на подробное описание устройства (`url`) и обязательный к использованию сегмент (`io`), для которого определен подчиненный повторяющийся объект (`port`). Данный объект используется для описания портов ввода-вывода на устройстве, а внутри него определены: числовой идентификатор порта (`id`) и его описание (`iface`).

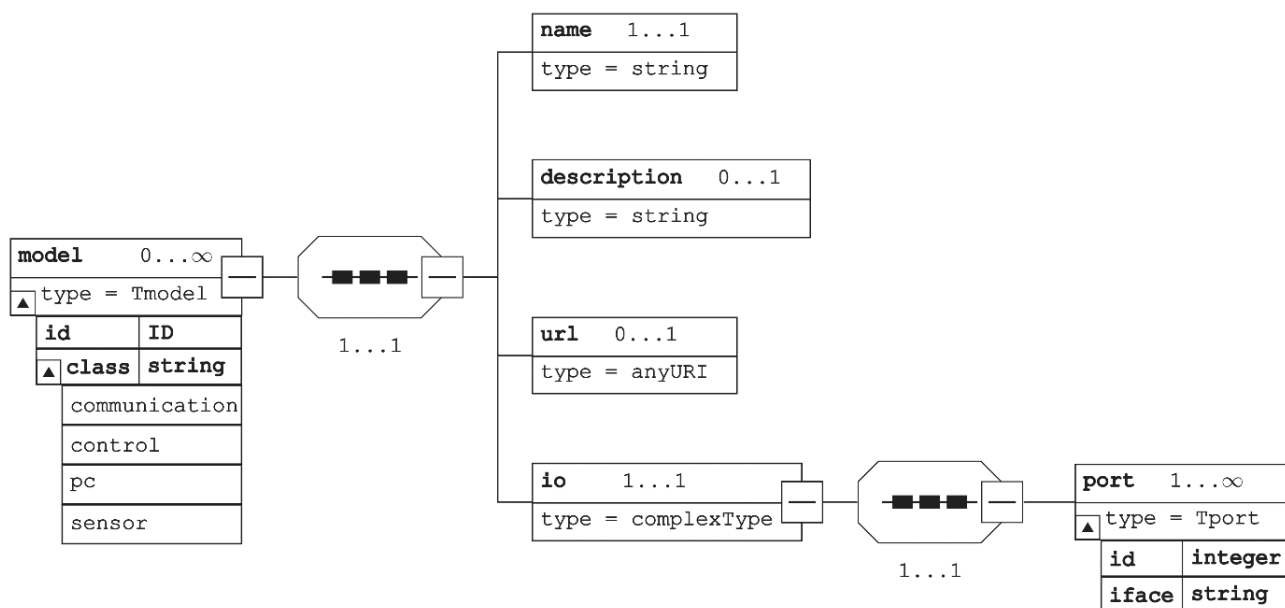


Рисунок 2 — Сегмент model квазиструктуры

Сегмент квазиструктуры `element` может использоваться неограниченное количество раз для описания устройств, входящих в состав структурной схемы (рисунок 3).

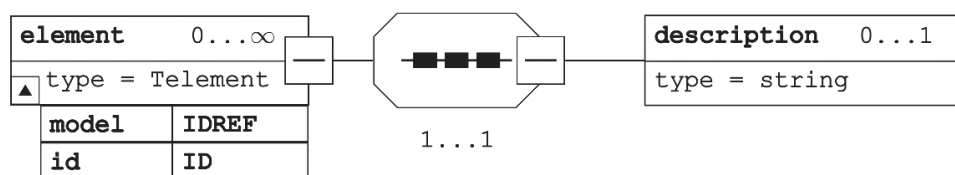


Рисунок 3 — Сегмента element квазиструктуры

У рассматриваемого сегмента заданы следующие обязательные атрибуты: ссылка на описание модели устройства (`model`) и его идентификатор (`id`). Также в нем определен необязательный к использованию объект для краткого описания элемента (`description`).

В квазиструктуре задан повторяющийся сегмент `link`, который применяется для описания связей между элементами структурной схемы (рисунок 4).

У рассматриваемого сегмента должны быть заданы следующие атрибуты: ссылки на объекты `element`, между которыми организована связь (`from`, `to`) (обязательные атрибуты), номера портов связанных элементов (`from-port`, `to-port`) (обязательные атрибуты) и необязательный атрибут (`protocol`), который содержит информацию о протоколе передачи данных между двумя элементами.

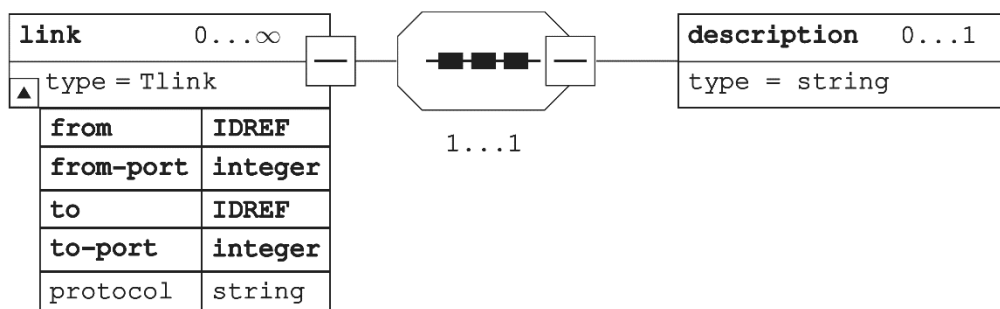


Рисунок 4 — Сегмент link квазиструктуры

Также в состав данного сегмента входит необязательный к использованию объект (description), который используется для описания связи.

Предложенная квазиструктура хранит фактографические данные структурной схемы, а для ее визуализации может быть использован язык преобразований XSLT [5].

Таким образом, фактографическая информация, характеризующая структурную схему, формируется с учетом требований разработанной квазиструктуры в виде XML-документа. Для визуализации структурной схемы исходный XML-документ трансформируется в графический файл формата SVG посредством применения шаблона преобразования XSLT.

Формирование исходного XML-документа, хранящего фактографические данные структурной схемы, происходит с учетом ограничений, определенных в квазиструктуре. Это позволяет минимизировать появление ошибок в описании структурной схемы, а также реализует возможность преобразования фактографической информации в ее графическое представление.

Рассмотрим в качестве примера визуализации структурную схему АСУ ТП сбора и транспортировки газа Оренбургского газоконденсатного месторождения (рисунок 5).

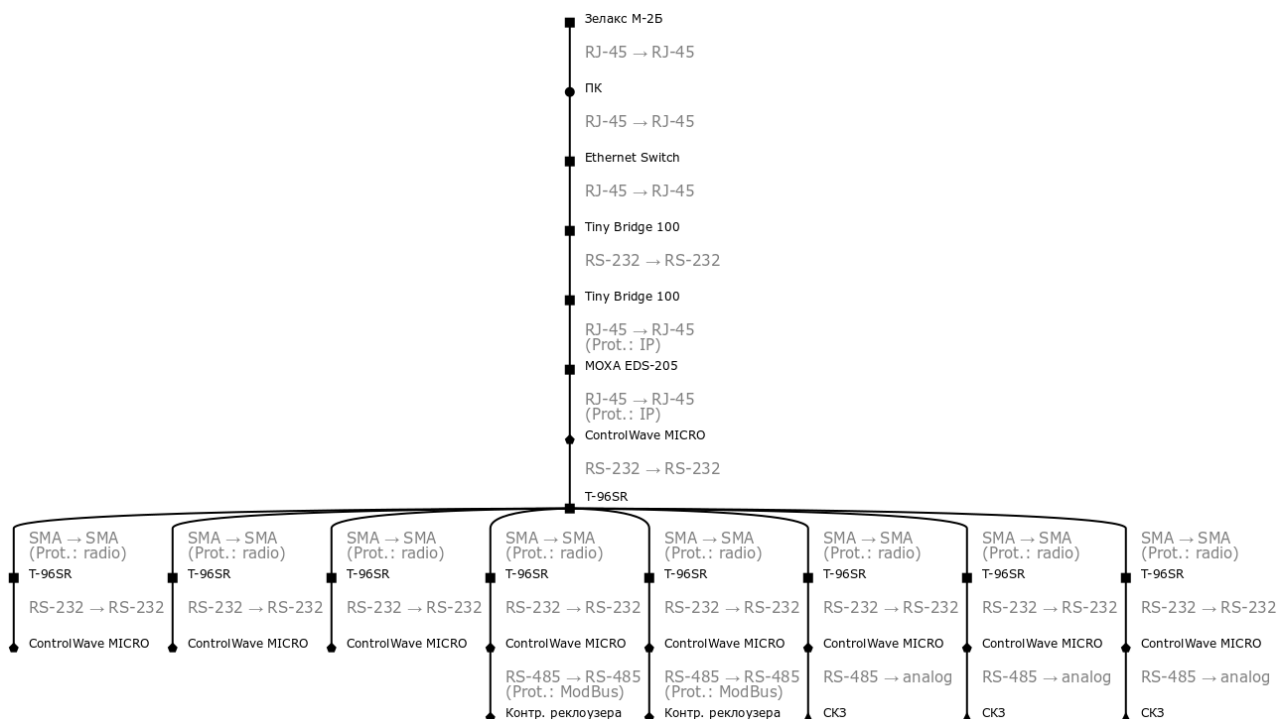


Рисунок 5 — Визуализация фактографических данных квазиструктуры

При модернизации оборудования структурной схемы для ее актуализации достаточно обновить фактографические данные в ее квазиструктуре, а визуальное представление генерируется автоматизировано в виде графического файла формата SVG.

Предложенный в работе подход реализует возможность организации хранения фактографических данных структурных схем связи АСУ ТП с возможностью их визуализации, что позволяет минимизировать время их генерации и актуализации. При этом визуальное представление всех генерируемых структурных схем будет стандартизировано в соответствии с правилами шаблона преобразований XSLT. Последнее повышает удобство их анализа и восприятия.

Список литературы

1. *Полищук, Ю. В.* Способ визуализации квазиструктурированной информации больших производственных систем / Ю. В. Полищук. Текст: непосредственный // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2020. № 9. С. 25–34.
2. *Палей, Д.* Моделирование квазиструктурированных данных / Д. Палей. Текст: непосредственный // Открытые системы. 2002. № 9. С. 57–64.

3. *Спенсер, П.* XML. Проектирование и реализация / П. Спенсер. Москва: Лори, 2001. 510 с. Текст: непосредственный.

4. Патент 2517428 Российская Федерация, МПК⁷ G06F 17/00 G06F 7/00. Способ формирования квазиструктурированных моделей фактографического информационного наполнения документов / Полищук Ю. В.; заявитель и патентообладатель Самар. гос. ун-т путей сообщения. № 2012124446/08; заявл. 13.06.2012; опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15. 8 с. Текст: непосредственный.

5. *Тидуэлл, Д.* XSLT / Д. Тидуэлл. Москва: Символ-Плюс, 2010. 960 с. Текст: непосредственный.