



СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 621.372

В.А. Маклаев

ПОДХОД К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОПЕРАТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ АКТИВОВ ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Маклаев Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, окончил радиотехнический факультет Ульяновского политехнического института. Генеральный директор ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Имеет статьи в области САПР. [e-mail: mars@mv.ru].

Аннотация

В статье представлен подход к созданию и использованию базы опыта проектной организации. Специфику подхода определяет интерпретация базы опыта как системы активов, порождаемых и повторно используемых в проектировании семейства автоматизированных систем (АС) специального назначения. Интерпретация активов и специализация семейства открывают возможность для использования в разработке базы опыта богатейшего потенциала стандартизации семейств систем, профессиональной зрелости, жизненного цикла, архитектурных описаний и других стандартов. Для создания базы опыта выбран инструментарий вопросно-ответного концептуального проектирования, позволяющий интегрировать все полезное из разнородных стандартов и других полезных источников аналогий.

Ключевые слова: проектирование автоматизированных систем, база опыта, вопросно-ответная система, проектный документ.

Vladimir Anatolyevich Maklaev, Candidate of Engineering, graduated from the Faculty of Radio-Engineering at the Ulyanovsk Polytechnic Institute; Director General of Federal Research-and-Production Center Open Joint-Stock Company 'Research-and-Production Association 'Mars'; author of articles in the field of CAD. e-mail: mars@mv.ru.

Abstract

The article presents an approach to the creation and use of design-organization experience base. An interpretation of experience base as a system of assets generated and re-used for the design of special-purpose computer-aided system family, is specific to the approach. The interpretation of assets and specialization of the family contributes to the use of the richest potential of system-family standartization, capability maturity, life cycle, architecture descriptions and other standards for experience-base design. Tools of question-and-answer conceptual design enabling the integration of all the useful things from heterogeneous standards and other useful sources of analogies, are selected to create the experience base.

Key words: design of computer-aided systems, experience base, question-and-answer system, design document.

ВВЕДЕНИЕ

Любая проектная организация со стабильным портфелем заказов на автоматизированные системы, представляющие собой «семейство продуктов», должна создавать комплексы средств для выявления, представления, систематизации и хранения повторно используемых активов.

В предметной области создания «семейств продуктов» накоплен богатейший опыт, который доведен до уровня нормативных схем. Для компаний, производящих семейства автоматизированных систем, интенсивно использующих программное обеспечение (ПО), Институтом программной инженерии (Software Engineering Institute – SEI) университета Карнеги-Меллон разработана обобщающая нормативная схема Framework for Software Product Line Practice-Version 5.0 (FSPLP 5.0) [1], которая регламентирует деятельность по созданию семейств АС. В нормативной схеме FSPLP 5.0 работе с повторно используемыми активами отведено особое место.

Для научно-производственных объединений (НПО), деятельность которых связана с созданием семейств АС, стандарт FSPLP 5.0 применим в полной мере. Его рациональное внедрение в процессы деятельности НПО, в первую очередь, в проектную деятельность, способно привести к увеличению производительности (в разы), существенному повышению качества, уменьшению стоимости (в 1,5–2 раза), уменьшению трудозатрат (на 90%) и т. д. [2].

Преимущества от внедрения стандарта и соответствующие количественные характеристики обусловлены профессионализмом и массовостью в выявлении, извлечении и представлении повторно используемых активов (интеллектуально освоенных стандартов, нормативов, образцов, моделей, руководств и других полезных конструктов), а также в организации доступа к ним. В активах аккумулируется опыт разработок определенного семейства АС, представляющий собой специфический вид ценностей, который следует специально подготавливать к использованию в очередных проектах.

Через выполненные проекты профессионально-предметный опыт их создателей передается разработчикам других проектов и так далее, формируя то, что логично называть «опытом проектной организации».

Для представления (моделирования) опыта проектной организации и его оперативного применения (в текущем состоянии) предлагается использовать вопросно-ответные инструментальные среды [3], обслуживающие коллективную деятельность в корпоративных сетях. Разработки таких сред, осуществляемые специалистами ФНПЦ ОАО «НПО «Марс» совместно с сотрудниками Ульяновского государственного технического университета, привели к созданию ряда вопросно-ответных инструментальных систем [3–5], на основе которых можно построить комплекс «База опыта проектной организации» (далее БАЗА ОПЫТА).

В статье представлен подход к моделированию, формированию и оперативному использованию профессиональных активов, вложенных в БАЗУ ОПЫТА. Подход определяет источники требований и ряд решений, ис-

пользуемых при создании и внедрении БАЗЫ ОПЫТА в производственные процессы НПО «Марс». Отметим, что ценность БАЗЫ ОПЫТА проектной организации существенно зависит от способа представления данного опыта и от степени его доступности проектировщикам.

1 ИСТОЧНИКИ ТРЕБОВАНИЙ К БАЗЕ ОПЫТА

С нормативами создания «семейства продуктов», вложенными в стандарт, свяжем базовый набор требований, определяющих структуру и содержание БАЗЫ ОПЫТА. Базовый набор расширяет учет требований, источником которых является специфика АС, разрабатываемых в НПО.

Учитывая такую специфику, будем исходить из того, что само НПО является совокупностью автоматизированных систем АС^{НПО}, в состав которой входит автоматизированная система АС^П, обеспечивающая проектирование семейства АС. Продолжая системную детализацию, определим БАЗУ ОПЫТА как автоматизированную систему АС^{БО}, вложенную в систему АС^П (рис. 1). Заметим, что системы АС^{НПО}, АС^П и АС^{БО} относятся к классу систем, интенсивно использующих ПО [3].

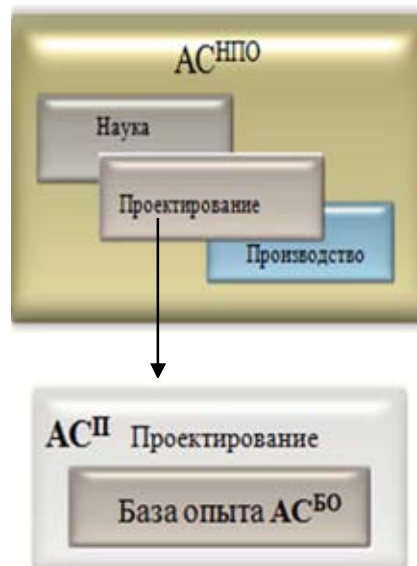


Рис. 1. Системный контекст БАЗЫ ОПЫТА

Подход к процессам в НПО с единых позиций, как к системам, интенсивно использующим ПО, открывает возможность для включения в число источников требований к АС^{БО} следующие стандарты:

- все российские государственные стандарты, относящиеся к автоматизированным системам (стандарты 34-й серии);
- стандарт архитектурного представления IEEE Std 1471-2000 IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Sept. 2000 [6];
- стандарт профессиональной зрелости CMMI-Dev, V1.3 Capability Maturity Model Integrated for Development [7];
- стандарт жизненного цикла программных систем ISO/IEC 12207 Software Life Cycle Process;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем;

– стандарт качества ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering – Product quality.

Среди названных источников особо отметим:

– стандарт IEEE 1471 с его адаптациями DODAF [8] и MODAF [9] к разработке АС, родственных семейству АС, проектируемых в НПО «Марс»;

– стандарт CMMI-Dev, V1.3, определяющий нормативы профессиональной зрелости в проектировании АС, который следует дополнить нормативами профессиональных действий в НПО, с учетом планов их совершенствования;

– стандарт ISO/IEC 12207 с его адаптацией, вложенной в технологию Rational Unified Process (RUP) [10] и технологию Microsoft Solution Framework (MSF) [11].

2 ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ОПЫТА

Определившись с основными источниками требований к БАЗЕ ОПЫТА, необходимо принять в расчет и инструментарий, выбранный для адаптации требований стандартов к специфике БАЗЫ ОПЫТА. Как было отмечено выше и обосновано в [4], функции такого инструментария решено возложить на комплекс средств вопросно-ответного моделирования, получивший название WIQA (Working In Questions and Answers) [3].

Базовый комплект инструментария WIQA предназначен для единообразного моделирования любых задач (предметных задач разрабатываемого проекта, служебных задач технологии проектирования, технологических задач самого инструментария), которые приходится решать

в коллективной разработке сложных АС. Инструментарий, который полезно рассматривать как специализированный процессор, позволяет представить любую решенную задачу в форме, обеспечивающей ее повторное применение, что является принципиальным для повторно используемых активов.

Обобщенная структура базового комплекта процессора WIQA в его версии WIQA.Net, обслуживающего концептуальное решение задач в процессе автоматизированного проектирования АС, представлена на рисунке 2.

Представленная структура раскрывает только основную часть из того, что доступно коллективу проектировщиков в связывающей их корпоративной сети, в которой развернуты компоненты клиент-серверного процессора WIQA.

Общий функциональный потенциал процессора предоставляет возможность для разработки приложений. К числу уже разработанных приложений, встроенных в базовый комплект, относятся «Система проектного документирования» и «Система меточной защиты ресурсов среды концептуального проектирования».

Особо важной составляющей функционального потенциала процессора, способствующей развитию этого потенциала и разработке новых приложений, является псевдокодирование программ проектировщиком, ориентируемое на исполнение псевдокодовых программ проектировщиком, разумеется, с помощью инструментов процессора. В частности, все технологические задачи процессора, а вернее все методики использования его функций представлены псевдопрограммами, для исполнения которых применяется интерпретатор псевдокодовых методик.

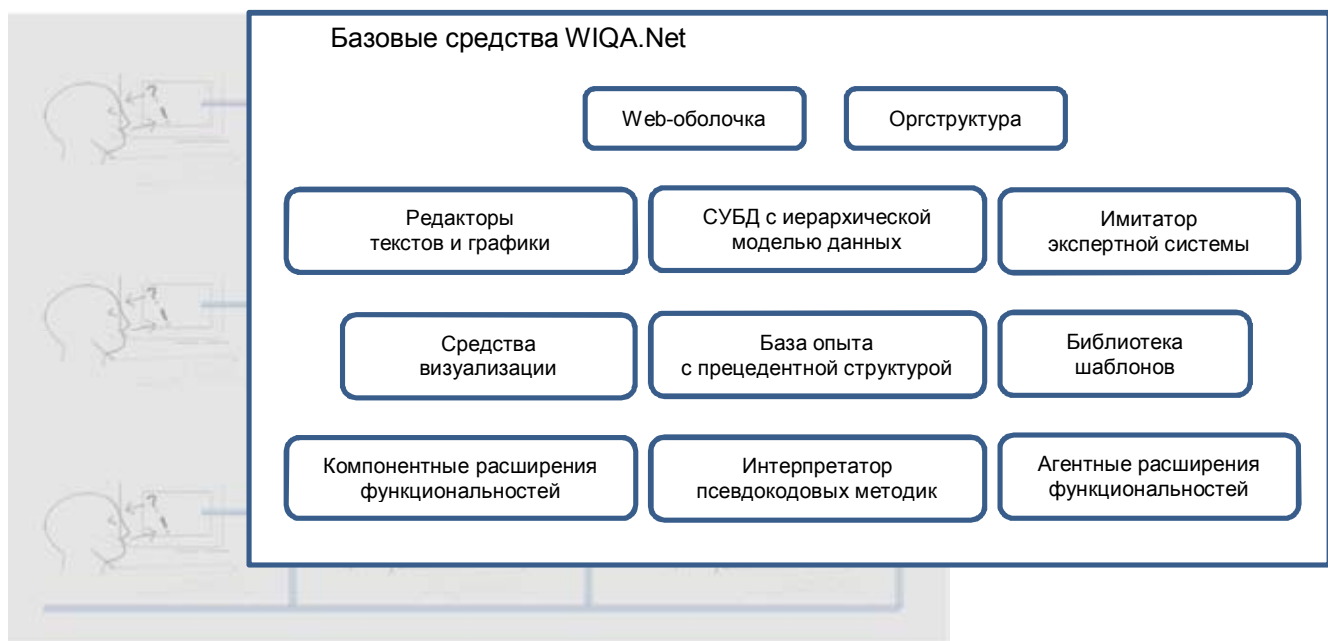


Рис. 2. Структура базового комплекта процессора WIQA.Net

3 КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ БАЗЫ ОПЫТА

БАЗА ОПЫТА как автоматизированная система АС^{Б0} вложена в иерархическую систему систем АС^{НПО} таким образом, что ее информационное содержимое доступно каждой группе проектировщиков и другим лицам, которые подключены к сети рабочих мест АС^{Б0}, выделенных в корпоративной сети АС^{НПО} (рис. 3).

В сети рабочих мест БАЗЫ ОПЫТА для каждой группы проектировщиков развернуто клиент-серверное приложение WIQA.Net, обеспечивающее оперативное взаимодействие группы (как представлено на рисунке 3) и ее членов с «опытом», материализованным в БАЗЕ ОПЫТА.

Такое взаимодействие осуществляется в процессе реального проектирования, в котором комплекс WIQA.Net, развернутый для группы, выполняет функции инструментария, моделирующего процессы концептуального решения задач проектирования. Методики концептуального решения задач непосредственно связаны с проектным документированием и включены в систему обязательных нормативных методик проектной деятельности НПО.

Общая оргструктура БАЗЫ ОПЫТА материализована в сервисной сети компьютеров, объединенных выделенным комплексом WIQA.Net, обеспечивающим хранение репозитория БАЗЫ ОПЫТА и доступ лицам, зарегистрированным в оргструктуре в рамках предоставленных им полномочий, к информационному содержимому данного репозитория.

Таким образом, общая сеть БАЗЫ ОПЫТА представляет собой связную совокупность сервисной сети с рабочими сетями, в каждой из которых развернут свой инструментальный комплекс WIQA.Net.

Объединение «клиентских» сетей с «серверной» сетью, где размещен репозиторий, информационное содержимое которого структурировано в моделях опыта, требует решения многих вопросов, среди которых особенно важными являются: синхронизация доступа, структуризация ресурсов и их защищенность.

Отметим, что размещение на компьютерах АС^{НПО} клиент-серверных приложений WIQA.Net не ограничивает их использование в других производственных целях.

Схема взаимосвязей рабочей корпоративной сети с сервисной сетью, обеспечивающей хранение репозитория БАЗЫ ОПЫТА и обслуживающей рабочие сети, архитектурно представлена на рисунке 4.

3.1 Типовые активы

Структуризация БАЗЫ ОПЫТА должна отражать разнообразие активов, вложенных в типовые формы репозитория. Разнообразие связано с тем, что к числу активов, обслуживающих создание «семейств продуктов», принято относить стандарты и руководящие принципы, образцы разных типов, схемы моделирования, структуры ПО, пакеты исходного текста, исполняемые компоненты, интерфейсные образцы, схемы протоколов, инструменты, платформы, инфраструктуру. Разумеется, в число активов (как целое с доступом к деталям) входят и уже осуществленные проекты.

Отметим, что активы принято представлять так, чтобы каждый из них имел следующее: имя, версии и варианты; отношения совместимости с предыдущими версиями; определенные, но не слишком многочисленные отношения с другими активами; идентификатор (или другую версию) адресного входа в каталог с разумными сроками

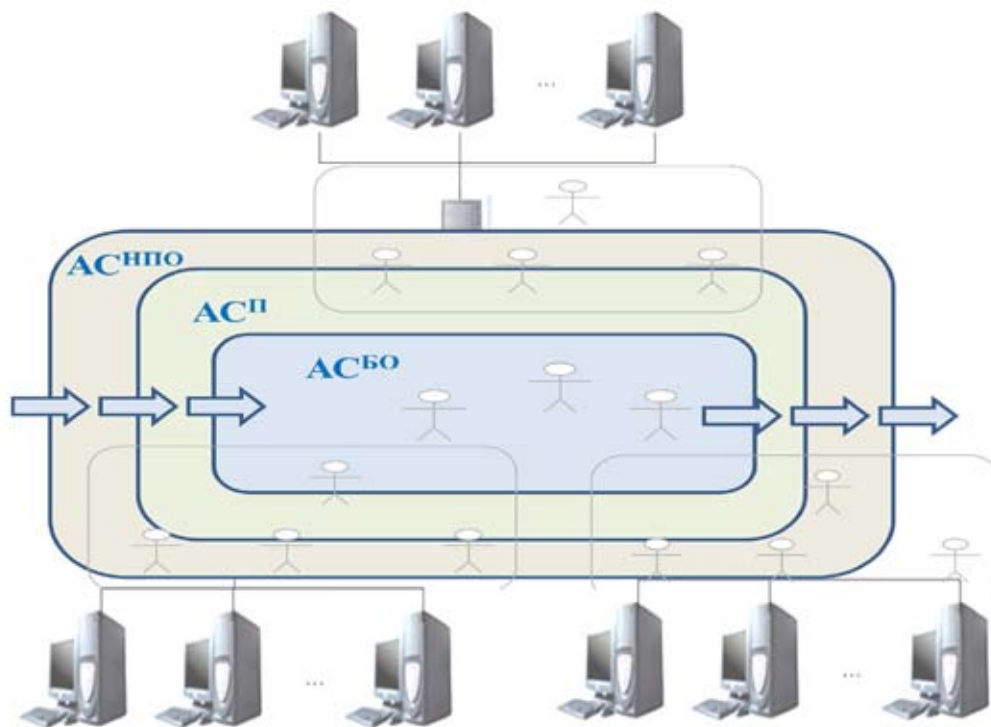


Рис. 3. Место АС^{Б0} в системе систем АС^{НПО}

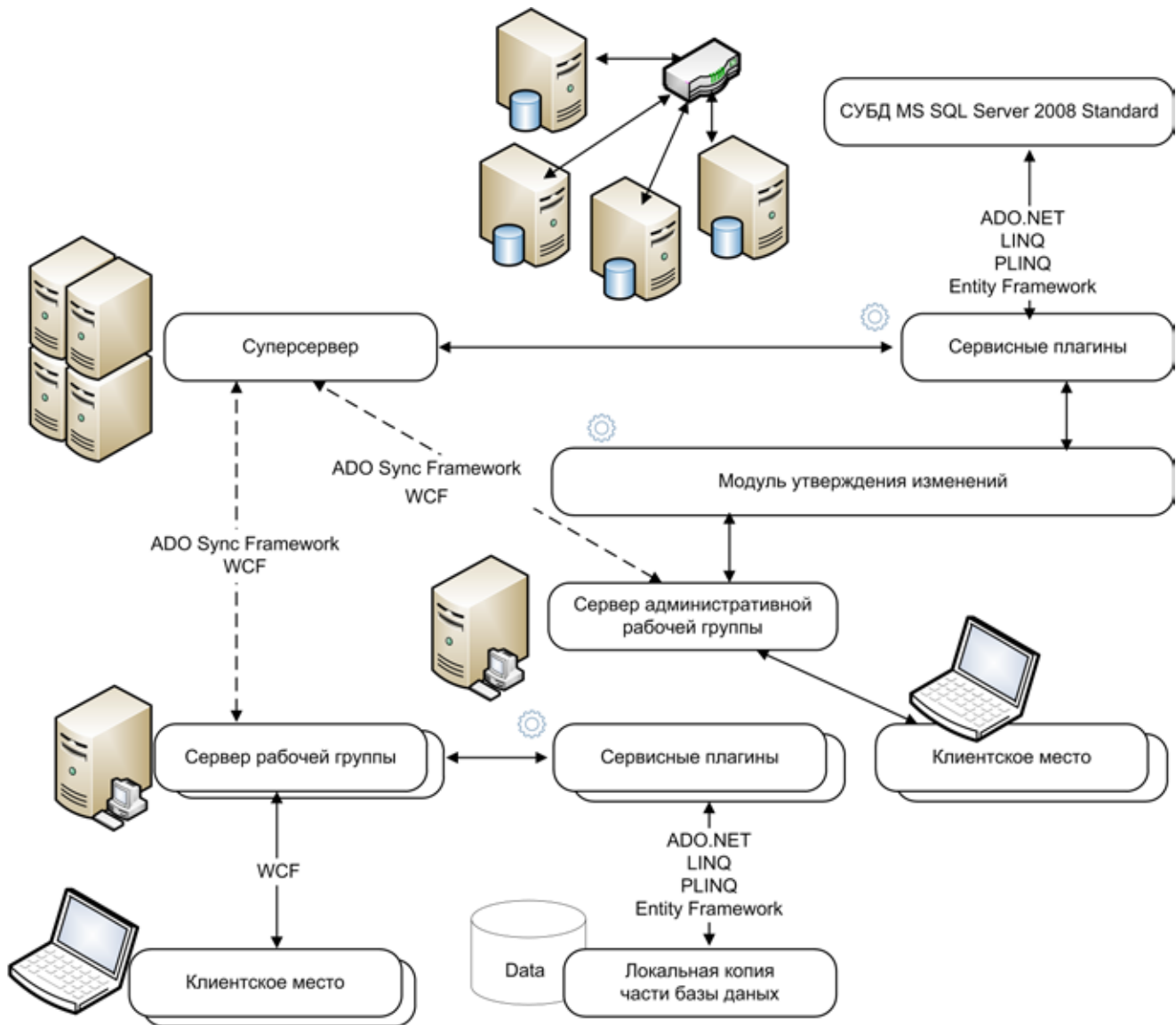


Рис. 4. Распределение серверов корпоративной сети БАЗЫ ОПЫТА

поиска (так, чтобы проектировщики могли найти актив); документация для пользователей; удобный интерфейс; образцы тестовых проверок в условиях комплексирования с другими активами.

Для разрабатываемой БАЗЫ ОПЫТА принято решение об использовании в репозитории активов следующих типовых форм: проекты, документы и прецеденты, каждая из которых будет представлена ниже. Для связывания активов в единое целое принято решение о включении в БАЗУ ОПЫТА онтологии проектов.

3.2 Проекты

Для включения проектов в БАЗЕ ОПЫТА решено сохранить их форму представления в процессоре WIQA (рис. 5), очищенную от технологических задач и оперативной информации, использовавшейся в проектировании конкретной АС.



Рис. 5. Типовая форма представления проектов

3.3 Документы

Обязательной составляющей активов типа «Проект» являются документы (рис. 6), для работы с которыми в процессоре WIQA открыто использование «Системы проектного документирования».

Процесс составления шаблонов и экземпляров документа состоит в следующем:

- Формирование шаблонов данных документа (модуль QA-шаблоны) осуществляется один раз для каждого документа проектной организации. На этом этапе формируются типовые вопросно-ответные структуры для каждого документа – по сути, определяется содержательная часть типового документа: разделы, главы, абзацы.

- Формирование шаблона оформления документа производится один раз для проектной организации. На этом этапе формируется внешний вид документа, определяются точки вставки содержательных частей в документ, их представление (шрифт, цвет, список и т. д.).

- Перенесение шаблонов данных в вопросно-ответный протокол текущего проекта, внесение текущих данных – для каждого проектного решения. На этом этапе шаблоны содержательной части переносятся в область данных реального проекта (QA-протокола), вместо шаблонных данных вносятся реальные данные конкретного проекта.

- Формирование документа в плагине «Проектные документы» (для каждого экземпляра документа) осуществляется в следующем порядке:

1. Выбор задачи документирования в вопросно-ответном протоколе.



Рис. 6. Формы документов и их связность

2. Выбор шаблона оформления.
3. Определение имени документа, его описания.
4. Генерация документа.
5. Просмотр документа, передача в систему документооборота, печать.

Связующим звеном между данными документа и его представлением выступают контекстные характеристики (рис. 7), которые приписываются содержательным частям документа и местам в шаблонах оформления, куда они должны быть вставлены.

Контекстные характеристики вводятся в процесс документирования как дополнительные атрибуты вопросно-ответных единиц, структурирующих содержание документа.

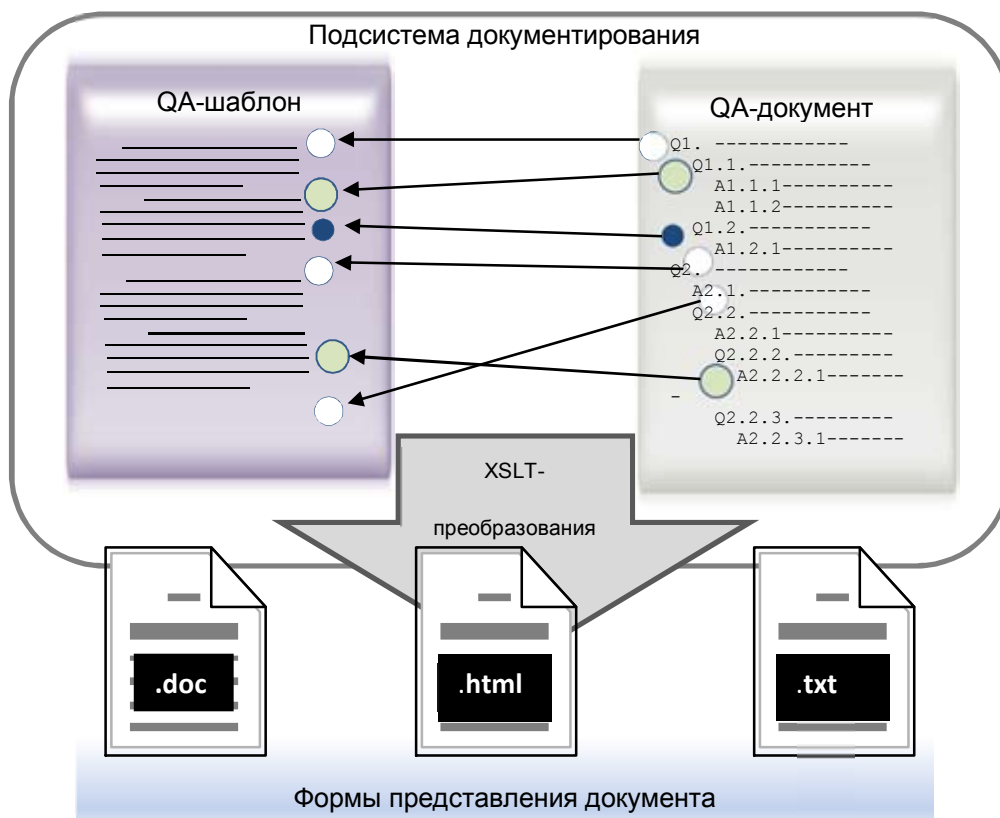


Рис. 7. Схема преобразования документов

3.4 Прецеденты

Опыт и его модели структурируются единицами деятельности, получившими название «прецеденты». Любой прецедент – это активность человека или группы лиц, созданная в результате решения или поведения, осуществленных в прошлом, полезная как образец для повторных использований.

Для того чтобы определенный прецедент повторить, он должен быть интеллектуально освоен, то есть представлен моделью, способствующей повторению активности по образцу, вложенному в модель. Для БАЗЫ ОПЫТА модели прецедентов являются основной формой представления, хранения и использования активов как единиц опыта.

В использовании моделей прецедентов всегда явно или неявно представлена следующая логика: «Если сложилось условие U'_i , соответствующее условной части U_i модели прецедента «если условие U_i , то исполнима активность A_j », то можно применить A_j ».

Для представления активов в форме моделей прецедентов выбраны как явная, так и неявная формы представления условий и их оценки. В неявной форме код условия U_i отсутствует и за оценку применимости прецедента несет ответственность проектировщик, который должен знать, что для условия U'_i ему следует активизировать A_j .

К числу прецедентов с неявным условием относятся уже названные выше «проекты» и «документы», а также полезные шаблоны, методики различного назначения, псевдокодовые программы прецедентов и другие полезные образцы, доступ к которым определяется навыками.

Функции полезной и достаточно универсальной формы представления моделей прецедентов с явными условиями способна выполнить модель прецедента, реализованная в процессоре WIQA.Net и представленная на рисунке 8.

В структуру модели прецедента включены:

- текстовая версия P^T , представленная в форме, соответствующей тексту задачи Z_k , решение которой вложено в прецедент;
- вопросно-ответная версия P^{QA} , состоящая из двух частей – части «если», определяющей вопросно-ответный опрос проектировщика по условию, и части «то», содержащей вопросно-ответное представление решения Z_k ;
- логическая версия P^L , в которой условие задано списком ключевых слов, открывающим предварительный доступ к модели прецедента в задаче выбора;

– графическая версия P^G , представленная «block and line» схемой решения Z_k с индексированием имен, позволяющим динамически переключаться в схемах типа P^G , объединенных в группы;

– версия P^I в форме совокупности образцов исходного кода, которую можно использовать как аналог создаваемого исходного кода;

– версия P^E в форме исполняемого кода, которую можно порождать с помощью средств динамической компиляции кода P^I на языке C#.

С каждой версией связаны определенные функции в реализации экспертных механизмов, часть из которых раскрыта в монографии [3].

Модель прецедента подтвердила свою полезность в разработке ряда приложений. Она использовалась для представления правил предупреждения столкновения судов, семантических правил в задаче контроля проектных решений, метрик применимости стандарта ИСО/МЭК 9126 и метрик информационной безопасности стандарта ИСО/МЭК 15408.

Так, например, для метрики стандарта информационной безопасности «FDP_IFC.1 Ограниченное управление информационными потоками» ее текстовая производная версия хранит следующую постановку задачи:

PT(FDP_IFC.1) Специфицировать список субъектов, информации и операций, вызывающих перемещение управляемой информации к управляемым субъектам и от них, на которые распространяется данная политика функции безопасности.

Если проектировщик принял решение о встраивании метрики в исполняемый им проект, он может воспользоваться (как образцом) исходным кодом P^E (FDP_IFC.1):

```
List<object> managedObjects;
// Просматриваем каждый, добавляем утверждения
foreach (object obj in GetAllObjects()) {
    if (MessageBox.Show("Add " + obj + "?",
        "Add?", MessageBoxButtons.YesNo).Result ==
        MessageBoxButtons.Yes) {
        managedObjects.Add(obj);
    }
}
```

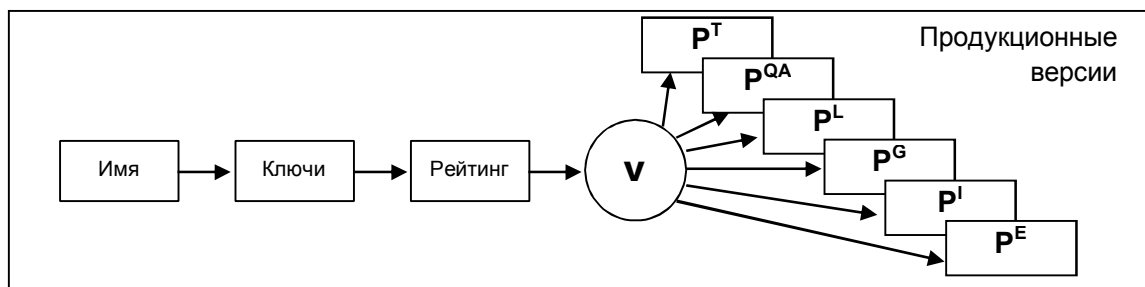


Рис. 8. Структура модели прецедента

Заметим, что текст стандарта ИСО/МЭК 15408 содержит около 800 страниц, включая том описания метрик. Пример с этим стандартом демонстрирует, что его интеллектуальное освоение, материализованное в базе прецедентов, будет включено в разрабатываемую БАЗУ ОПЫТА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание предложенной в статье БАЗЫ ОПЫТА, аккумулирующей модели активов проектной организации, и ее рациональное внедрение в проектную деятельность способно привести к увеличению производительности труда проектировщиков, существенному повышению качества проектов, уменьшению их стоимости. Внедрение БАЗЫ ОПЫТА в процессы проектирования согласовано с современными стандартами и практикой разработки семейств систем, которая подтверждает достижимость отмеченных целей.

К специфике БАЗЫ ОПЫТА относится комплексирование требований, извлекаемых из российских и международных стандартов, для систем, интенсивно использующих ПО, а также применение для комплексирования инструментария вопросно-ответного моделирования задач.

Основные проектные решения, которые будут вложены в БАЗУ ОПЫТА, прошли проверку на задачах концептуального проектирования АС, проектного документирования, информационной безопасности, контроля и диагностики изделий, технологической подготовки производства, а также на предметных задачах многоагентного моделирования и экспертного мониторинга окружающей обстановки морского судна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Framework for Software Product Line Practice. – URL: <http://www.sei.cmu.edu/productlines/tools/framework/index.cfm>.
2. Clements, P. and L. Northrop. Software Product Lines: Practice and Patterns. – Addison-Wesley, 2002. – 326 p.
3. Соснин П.И. Вопросно-ответное моделирование в разработке автоматизированных систем. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 333 с.
4. Маклаев В.А., Соснин П.И. Инструментально-технологическая среда формирования и использования опыта проектной организации // Автоматизация процессов управления. – 2009. – № 2 (16). – С. 8–13.
5. Маклаев В.А., Соснин П.И. Средства коммуникации в потоке работ «Взаимодействие с опытом» // Интеллектуальные САПР : тр. межд. конф. – М. : Физматлит, 2006. – С. 257–265.
6. IEEE. IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Sept. 2000. IEEE Std 1471-2000.
7. CMMI for Development. – URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/tools/dev/index.cfm>.
8. DOD Architecture Framework and Software Architecture Workshop Report. March 2003. – URL: <http://www.ichnet.org/DODAF%20SEI%20report.pdf>.
9. MODAF: Ministry of Defence Architecture Framework. – URL: www.telelogic.com/standards/modaf.cfm.
10. Крачтен Ф. Введение в Rational Unified Process. – М. : Вильямс, 2002. – 240 с.
11. Microsoft Solution Frasmework. – URL: www.microsoft.com.