

УДК 681.3

В.С. Мошкин, А.Н. Пирогов, И.А. Тимина, В.В. Шишкин, Н.Г. Ярушкина

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ И ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТРИК В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ¹

Мошкин Вадим Сергеевич, ассистент кафедры «Информационные системы» Ульяновского государственного технического университета, окончил факультет информационных систем и технологий УлГТУ. Имеет более 40 статей в области интеллектуальных систем анализа данных. [e-mail: postforvadim@yandex.ru].

Пирогов Александр Николаевич, аспирант Института авиационных технологий и управления УлГТУ, начальник управления инвестиционных проектов АО «Авиастар-СП». [e-mail: anpirogov@icloud.com].

Тимина Ирина Александровна, ассистент кафедры «Информационные системы» УлГТУ, окончила ФИСТ УлГТУ. Имеет работы в области интеллектуального анализа временных рядов. [e-mail: timina_i@mail.ru].

Шишкин Вадим Викторович, кандидат технических наук, доцент, окончил радиотехнический факультет Ульяновского политехнического института. Директор ИАТУ УлГТУ. Имеет статьи в области интеллектуального анализа данных. [e-mail: shvv@ulstu.ru].

Ярушкина Надежда Глебовна, доктор технических наук, профессор, окончила радиотехнический факультет Ульяновского государственного технического университета. Первый проректор – проректор по научной работе УлГТУ. Имеет более 250 работ в области мягких вычислений, нечеткой логики, гибридных систем. [e-mail: jng@ulstu.ru].

Аннотация

В данной статье рассмотрены особенности взаимодействия участников проектной деятельности на примере крупной проектной организации, а также предложена модель проектной деятельности на основе метрик систем контроля версий. В работе также рассматриваются направления применения предметных OWL-онтологий в проектной деятельности. Помимо этого, приводится пример использования онтологических структур при решении задач формирования унифицированного терминологического окружения проектной деятельности в области самолетостроения, предлагается модель предметной онтологии поточной линии сборки самолетов на примере сборки Ил-76МД-90А.

В работе представлены эксперименты по формированию единого терминологического базиса процесса проектирования посредством извлечения терминологии из учебно-методических материалов по соответствующей тематике в процессе разработки проектной документации для автоматизированной системы управления поточной линией сборки АО «Авиастар-СП».

Ключевые слова: управление проектами, система контроля версий, предметная онтология, терминологическое пространство.

¹ Исследование поддержано Российским фондом фундаментальных исследований в рамках выполнения проекта № 16-47-732120 «Исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, программных систем автоматизированного проектирования и информационно-измерительных комплексов сложных технических и производственно-технологических систем (на примере авиастроения и авиаприборостроения)».

INTELLIGENT ANALYSIS OF PROJECT AND TERMINOLOGICAL METRICS IN PROJECT MANAGEMENT

Vadim Sergeevich Moshkin, Assistant of the Department of Information Systems at Ulyanovsk State Technical University; graduated from the Faculty of Information Systems and Technologies of Ulyanovsk State Technical University; an author of more than 40 papers in the field of intelligent systems. e-mail: postforvadim@yandex.ru.

Aleksandr Nikolaevich Pirogov, Postgraduate Student of the Institute of Aviation Technologies and Managements of Ulyanovsk State Technical University, Head of the Department of Invest Projects at JSC 'Aviastar-SP'. e-mail: anpirogov@icloud.com.

Irina Aleksandrovna Timina, Assistant at the Department of Information Systems at Ulyanovsk State Technical University; graduated from the Faculty of Information Systems and Technologies of Ulyanovsk State Technical University with a specialty of Applied Informatics (in Economics); an author of articles in the field of intelligent analysis of time series. e-mail: timina_i@mail.ru @ulstu.ru.

Vadim Viktorinovich Shishkin, Candidate of Engineering, Associate Professor; graduated from the Faculty of Radioengineering of Ulyanovsk Polytechnic Institute; Head of the Institute of Aviation Technology and Managements of Ulyanovsk State Technical University, an author of articles in the field of automated design of industrial products and Data Mining. e-mail: shvv@ulstu.ru.

Nadezhda Glebovna Yarushkina, Doctor of Engineering, Professor; graduated from the Faculty of Radioengineering at Ulyanovsk State Technical University; First Vice-Rector – Vice-Rector for Scientific Affairs of Ulyanovsk State Technical University; an author of more than 250 papers in the field of soft computing, fuzzy logic, and hybrid systems. e-mail: jng@ulstu.ru.

Abstract

This article describes the features of the interaction of participants in the project activity by the example of a large project organization. The model of activities on the basis of metrics version control systems is proposed. The direction of object OWL ontologies application in project activities is also considered. Moreover, an example of the use of ontological structures in solving problems of constructing the unified terminological environment of the project activity in the field of aircraft construction is given. The model of the object ontology of the aircraft flow assembly line (FAL) is proposed by the example of IL-76MD-90A assembly.

The experiments of constructing the common terminological basis of the design process by terminology extraction from education materials on corresponding topics in the development of project documentation for the FAL automated management system (FAL AMS) of JSC 'Aviastar-SP' are presented.

Key words: project management, version control system, object ontology, terminological environment.

ВВЕДЕНИЕ

У большинства крупных предприятий, занимающихся проектированием, производством и сборкой сложных технических систем, имеются значительные архивы различного рода проектов. Наряду с электронными архивами конструкторско-технологической информации при разработке сложных программно-аппаратных комплексов для хранения проектных документов и программного кода широко используется система контроля версий (СКВ). В СКВ регистрируется множество различных событий, которые касаются сущностей проекта. Некоторые проекты используют ранее разработанные решения, так как это значительно сокращает сроки выполнения. Проекты часто взаимосвязаны между собой. Жизненный цикл сложной системы – продолжительный и включает в себя несколько модернизаций, каждую из которой можно рассматривать как проект. В связи с этим в крупной проектной организации массив действующих активных проектов очень большой. Естественным агрегатором сущностей всех проектов

является СКВ, так как она вбирает в себя всю информацию по работе над проектом. Поэтому в крупных проектных организациях возникает многоуровневая модель управления. Появляется проблема мониторинга состояния проектной деятельности сложных проектов.

Помимо этого, проектная деятельность представляет собой сложный процесс, основанный на последовательности принятия проектных решений, нуждающихся в инструментальных средствах, повышающих эффективность управления проектами. В связи с этим, системы автоматизированного проектирования (САПР), предназначенные для решения проектных задач, должны использовать модели, алгоритмы и методы манипулирования знаниями о предметной области (ПрО), позволяющие учитывать особенности объектов ПрО и их отношений и использовать их с целью повышения качества принимаемых проектировщиком решений. Отсюда встает вопрос формирования общего семантического базиса всех этапов проектной деятельности, нуждающихся в глубокой информационно-аналитической поддержке.

МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТРИК СКВ

Для представления всех этапов прохождения проекта в проектной организации рассмотрим структуру и персонал, участвующий в реализации проектов [1].

На рисунке 1 представлена общая схема взаимодействия между участниками проектной деятельности.

Согласно [2,3], **управление проектами** – в соответствии с определением национального стандарта ANSI (*American National Standards Institute*) PMBoK (Project Management Body of Knowledge) – область деятельности, в ходе которой определяются и достигаются четкие цели *проекта* при балансировании между объёмом работ, ресурсами (такими как деньги, труд, материалы, энергия, пространство и др.), временем, качеством и рисками. Ключевым фактором успеха проектного управления является наличие чёткого, заранее определённого плана, минимизации рисков и отклонений от плана, эффективного управления изменениями.

Необходимо построить эффективное средство управления совокупностью проектов крупной проектной организации на основе анализа и моделирования состояния метрик проектов разрабатываемого программного обеспечения (ПО). Для достижения эффективности управления проектами необходимо исследовать метрики проекта, погруженные в современную СКВ.

Чтобы использовать в процессе управления информацию о ходе проекта, можно воспользоваться метриками о возникновении ошибок, о внесении улучшений и реализации новых функций за определённый период в процессе разработки ПО проекта. В результате будет возможно анализировать полученные временные ряды (ВР) метрик с помощью методов интеллектуального анализа, получить прогноз развития проекта. Архитектура СКВ, включающая в себя новую компоненту анализа метрик, представлена на рисунке 2.

В СКВ накоплено большое количество данных в виде определенных сущностей по различным проектам, атрибуты которых принимают значения разных типов: число, дата/время и др. Чтобы выявить ход работы над проектом и предсказать его будущее, проинтегрировав СКВ с сервисом управления проектами, предлагается использовать

метрики проекта, которые показывают количество изменений, количество стабильных выпусков проекта, число ошибок из общего числа изменений, количество улучшений из числа изменений, количество введенных новых функций за заданный период.

В процессе реализации проекта от момента утверждения стабильной версии до выпуска нового релиза ставится определенное количество задач по введению новых функций системы, исправлению соответствующих ошибок по вводу данных функций и добавлению улучшений (исправленных ошибок). Воспользовавшись знаниями эксперта и зная, что существуют пары метрик проекта, имеющие некоторый коэффициент сходства, можно предложить прогнозные значения возникновения, к примеру, ошибки на основе ее предыдущих изменений. Например, метрика «Введение новых функций» оказывает влияние на характеристику «добавление улучшений». Следовательно, переменная «введение новых функций» является предиктором для прогнозирования других метрик. Аналогичная взаимосвязь существует между появлением ошибок и улучшениями. Появившиеся ошибки являются предиктором добавленных улучшений [4–6]. Упомянутые метрики представляются в виде ВР по определенным датам. Одной из задач управления проектом является задача прогнозирования. Прогноз с учетом основных задач ведения проекта (например, прогноз получения ошибок) показывает успешность проекта, ориентир на стабильную версию и позволяет руководителю эффективно распределить задания сотрудникам. Для прогнозирования значений метрик предложено использовать методы нечеткого моделирования ВР [7, 8].

Модель анализа и управления проектами можно представить следующим образом:

$$\{C_t, R_t, B_t, I_t, F_t, R^{BI}, R^{IF}\},$$

где C_t – ВР транзакций (commit),

R_t – ВР версий (release),

B_t – ВР ошибок (bug),

I_t – ВР улучшений (improvement),

F_t – ВР новых функций (New Feature),



Рис. 1. Схема взаимодействия между участниками проектной деятельности

R^{BI} – зависимость ошибок (bug) от улучшений (improvement),

R^{IF} – зависимость улучшений (improvement) от новых функций (New Feature).

Ранее авторами исследования была предложена модель анализа и управления проектами в [9], не учитывающая концептуализацию, формализацию и реализацию сущностей ПрО.

Улучшения, новые функции и смысловые ошибки проекта определяются через концептуализацию, формализацию и реализацию сущностей проекта, отражаемых в общем информационном пространстве проекта на основе методов современного онтологического инжиниринга. Для концептуализации сущностей проектов предложено использовать ограниченные онтологии в форме тезаурусов, построенных на основе динамически формируемой терминсистемы.

Онтологии как общий семантический базис сложных итеративных процессов, нуждающихся в глубокой информационно-аналитической поддержке, применимы на различных этапах проектирования сложных технических систем. Именно поэтому при решении задачи оценки эффективности разработанных моделей и алгоритмов необходима адаптация условий проведения экспериментов под специфику решаемых задач.

В широком смысле, онтологии – это форма представления знаний о ПрО в виде семантических информационно-логических сетей взаимосвязанных объектов, где в качестве главных элементов выступают понятия ПрО с их свойствами и отношениями между объектами. Онтологии выполняют интегрирующую функцию, обеспечивая общий семантический базис в процессах принятия решений и единую платформу для объединения разнообразных информационных систем [10].

Ядро онтологии в контексте управления проектами предполагает следующую структуру:

$$O = (T, R^D, F),$$

где T – термины прикладной области, которую описывает онтология. Множество терминов представлено в виде:

$$T = \{Obj, Is, Proc, Doc, St\},$$

где Obj – множество базовых элементов;

Is – множество объектов онтологии, перечисляющих классы и базовые модули информационных систем, автоматизирующие представленные технологические процессы;

$Proc$ – множество категорий технологических процессов, выполняемых в процессе сборки технической системы;

Doc – множество категорий документации, предоставляемой в рамках проекта;

St – множество стандартов, регулирующих порядок и структуру необходимой проектной документации;

R^D – множество отношений между объектами онтологии:

$$R^D = \{R_{DTP}, R_{OP}\},$$

где R_{DTP} – множество отношений типов данных (DataType Properties);

R_{OP} – множество отношений между объектами онтологии (Object Properties);

F – множество функций интерпретации (аксиоматизации), заданных на терминах и/или отношениях онтологии. При разработке ядра представленной OWL-онтологии функции аксиоматизации играют роль ограничений по типу данных при определении отношений типов данных (Datatype Properties) и отношений между объектами онтологии (Object Properties).

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОЙ ОНТОЛОГИИ ПРО «РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕОРУЖЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛС САМОЛЕТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЯЖЕЛОГО ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОГО САМОЛЕТА Ил-76МД-90А В АО «АВИАСТАР-СП»

Использование онтологий особенно эффективно на начальных этапах проектирования сложных систем (при разработке начальной документации на систему, технического задания) для формирования единого терминологического пространства, используемого на последующих этапах проектной деятельности. В связи с этим, были разработаны алгоритмы извлечения терминологии из проектных документов и проведены эксперименты по формированию терминологического окружения процесса разработки рабочей документации по объекту «Реконструкция и техническое перевооружение для созданияточной линии сборок (ПЛС) самолетов для производства



Рис. 2. Архитектура СКВ с компонентой анализа метрик (КТД – конструкторско-техническая документация)

тяжелого военно-транспортного самолета Ил-76МД-90А в АО «Авиастар-СП» на основании анализа документации по тематике авиастроения.

Автоматизированная система управления поточной линией сборки (АСУ ПЛС) создаётся как составная часть в составе интегрированной автоматизированной системы (АС) информационной поддержки жизненного цикла воздушного судна (ВС) гражданской и транспортной авиации на основе электронного определения изделия на основе действующих в АО «Авиастар СП» подсистем конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) АС и развития подсистем управления комплектацией сборочного производства и системы технологического моделирования процессов.

В общем случае, АС предназначена для автоматизации деятельности структурных подразделений, реализующих бизнес-процессы в соответствии с таблицей 1:

1. Служба главного конструктора;
2. Службы главного технолога и главных специалистов;
3. Дирекция по производству и цехи сборочного производства;
4. Цехи производства технологического оснащения;
5. Подразделения коммерческих служб, занимающиеся закупками и размещением заказов на проектирование, изготовление средств технологического оснащения (СТО) и другими видами кооперации;

6. Дирекция по качеству и сертификации.

Целями работы АСУ ПЛС являются:

1. Управление ПЛС в автоматизированном режиме;
2. Повышение качества процессов сборки изд. ИЛ-76-МД;
3. Обеспечение сокращения времени на подготовку процессов окончательной сборки изд. ИЛ-76-МД;
4. Повышение эффективности сборочных работ на рабочих станциях ПЛС по изд. ИЛ-76-МД.

Объектом автоматизации являются основные бизнес-процессы, связанные с функционированием рабочих станций ПЛС самолета ИЛ-76-МД.

Отдельные рабочие станции, как объекты в составе линии сборки, могут иметь встроенные средства автоматизации в виде специальных управляющих контроллеров или систем числового программного управления (ЧПУ). Описание встроенных средств автоматизации, систем программного управления рабочими станциями, программных средств и входных данных, необходимых для разработки управляющих программ на ПО, входят в состав документации конкретных рабочих станций.

Разрабатываемая АС в соответствии с описанием рабочих станций должна обеспечивать подготовку необходимых данных на вход управляющих контроллеров или систем ЧПУ автоматизированных рабочих станций, а также обеспечивать приём и хранение соответствующих выходных данных.

Основными функциями АСУ ПЛС являются:

- планирование обеспечения ресурсами рабочих станций;
- контроль над расходом ресурсов;
- графическая индикация и контроль подачи комплектующих для сборки на рабочую станцию;
- генерация необходимой отчетности.

Каждая рабочая станция, являющаяся звеном в единой цепи сборки агрегатов, на вход получает массив данных, на основании которых специалист принимает решение о возможности запуска процесса сборки на конкретной рабочей станции. Схематично данный процесс представлен на рисунке 3.

Как видно из данной схемы, на вход АСУ ПЛС рабочей станции, помимо комплектующих и агрегата, подается информация об обеспеченности необходимыми ресурсами в соответствии с комплекточной картой, а также непосредственное сборочное задание.

На самом нижнем уровне системы управления технологическим процессом на каждой конкретной станции находится программируемый контроллер сбора данных с датчиков станции в виде сигналов. Далее полученная контроллером информация обрабатывается системой SCADA, которая решает следующие задачи:

Таблица 1

Автоматизированные процессы

Автоматизируемые бизнес-процессы	Структурные подразделения					
	1	2	3	4	5	6
Конструкторская подготовка производства	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Централизованная технологическая подготовка производства		ДА	ДА	ДА		ДА
Проектирование, изготовление и эксплуатация СТО		ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Технологическая подготовка в цехах сборочного производства		ДА	ДА	ДА		ДА
Производственно-технологическое моделирование	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Управление комплектацией сборочного производства ВС			ДА	ДА	ДА	ДА
Планово-предупредительное обеспечение рабочих мест	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Мониторинг и анализ состояния конструкторского, технологического, производственного процессов	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА
Взаимодействие с предприятиями-кооперантами	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА	ДА

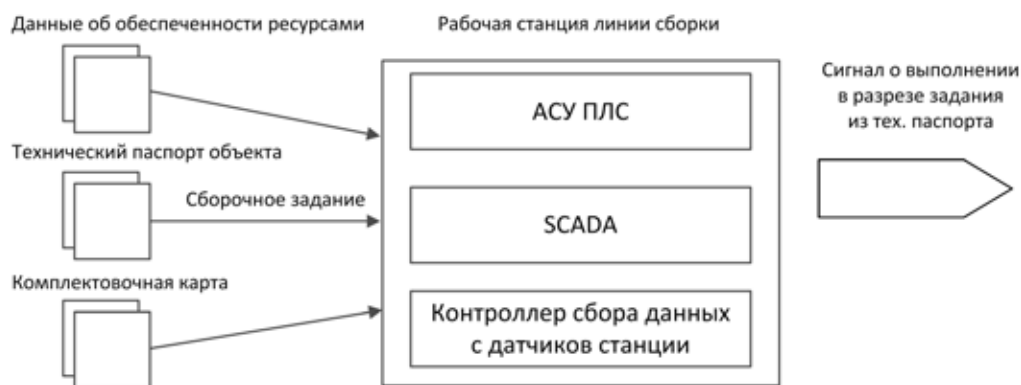


Рис. 3. Схема потоков данных в АСУ ПЛС конкретной рабочей станции

- обмен данными с «устройствами связи с объектом» (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода-вывода) в реальном времени через драйверы;
- обработка информации в реальном времени;
- логическое управление;
- отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- осуществление сетевого взаимодействия между SCADA-сервером;
- обеспечение связи с внешними приложениями (системы управления базами данных, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

Верхний уровень системы занимает АСУ ПЛС, целью которой является окончательная обработка и формализация поступивших с нижних уровней данных, управление конкретными операциями и процессами, выполняемыми данной станцией, а также обеспечение человеко-машинного интерфейса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОНТОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА СМЫСЛОВЫХ ОШИБОК ПРОЕКТА

При проектировании сложных технических систем, таких, как АСУ ПЛС, по мере накопления опыта решения задач на отдельных этапах проектирования и управления разработками появляется возможность всё ближе подходить к использованию интегрированных САПР с полным информационным обеспечением в виде некоторого информационного тезауруса. В связи с тем, что разработка унифицированной документации по АСУ ПЛС предполагает наличие глубоких знаний в области самолетостроения, разработка информационного тезауруса по процессу сборки самолета обеспечивает удовлетворение одного из важных требований при использовании САПР в

практике проектирования – наличие полной информации о проектируемом объекте. Разными специалистами, в зависимости от квалификации и технического кругозора, названные выше процедуры формулируются по-разному, а интерпретации одного и того же термина напрямую зависят от сложившегося за многие годы понятия.

Целью прикладной онтологии является создание модели данных, которая должна:

- обеспечивать общую терминологию для ПрО, для совместного использования и понимания всеми пользователями;
- давать точное и непротиворечивое определение значения каждого термина;
- обеспечивать задание семантики с помощью множества аксиом, которые автоматически позволяют получать ответ на множество вопросов о ПрО.

Онтология определяет язык, при помощи которого выражается семантическая часть словаря.

С целью унификации терминологии в процессе разработки технической документации АСУ ПЛС АО «Авиастар-СП» была разработана предметная онтология, состоящая (на данный момент) из 140 классов и их объектов, а также 26 свойств типа данных и свойств объектов.

Порядок проведения экспериментов:

1. Без помощи разработанной системы была составлена начальная версия технического задания (ТЗ) по соответствующему проекту.

2. Было разработано ядро OWL-онтологии, по ПрО АСУ ПЛС тяжелых самолетов.

Фрагмент разработанного ядра онтологии представлен на рисунке 4.

3. Были выбраны наиболее часто используемые в процессе обучения специалистов в данной области ресурсы и учебные пособия, среди которых:

- учебное пособие «Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки» (Колганов И.М., Филиппов В.В.) [11];

- учебник для студентов авиационных специальностей вузов «Технология сборки самолётов» (Ершов В.И., Павлов В.В., Каширин М.Ф., Хухорев В.С.) [12].

4. С целью исправления семантических ошибок и расширения терминологической составляющей ТЗ, к данным ресурсам, а также к текущей версии ТЗ, были применены

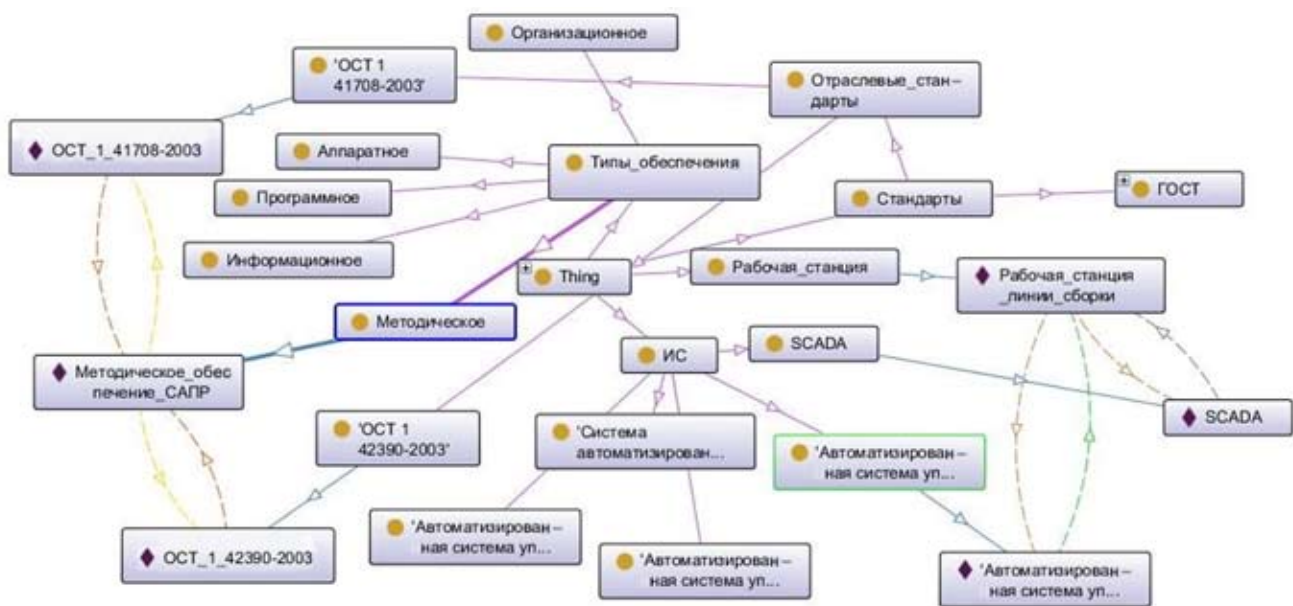


Рис. 4. Фрагмент разработанного ядра онтологии

разработанные алгоритмы онтологического расширения ядра онтологии на основе извлечения терминов. Лучшие результаты показал тезаурусный алгоритм [13], эффект использования результатов применения которого в процессе разработки промежуточных и конечных версий ТЗ приведен в таблице 2. В качестве характеристик, определяющих семантическую адекватность разработанного ТЗ, были выделены следующие показатели: количество используемых в тексте ТЗ аббревиатур, количество определений и число исправленных смысловых ошибок.

Извлечение схожих синтагматических структур из проверенных учебных и методических пособий и текущей версии ТЗ позволило провести оценку семантической адекватности и целостности разрабатываемой документации.

Как видно из результатов экспериментов, применение разработанных алгоритмов уже после первой итерации позволило значительно снизить количество семантических ошибок в тексте ТЗ, а количество аббревиатур и определений, включенных в структуру ТЗ, возросло в 3,5 и 2,2 раза соответственно. Благодаря расширению списка

терминов, описание и разъяснение которых приводится во вводной части ТЗ, определяется семантическое пространство процесса дальнейшего проектирования системы, которое предполагает использование перечисленной терминологии только в указанных контекстах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены взаимодействия участников проектной деятельности, а также решена актуальная научно-техническая задача, имеющая важное значение для развития и применения в системах автоматизированного проектирования средств математического моделирования, численных методов, а именно: построение модели прогнозирования ВР метрик совокупности проектов крупной проектной организации на основе их анализа и моделирования.

Помимо этого, результаты проведенных исследований на реальном проекте разработки документации в процессе проектирования сложной технической системы на примере АСУ ПЛС показали, что использование онтологического представления ПрО позволяет значительно повысить семантическую точность и актуальность проектной документации, касающейся областей, для которых характерно большое количество специализированной терминологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по управлению проектами в области информационных технологий. – URL: <http://pandia.ru/text/78/208/45555.php> (дата обращения: 10.11.2016).
2. Свод знаний по управлению проектами. – URL: http://gruzdoff.ru/wiki/Свод_знаний_по_управлению_проектами (дата обращения: 10.11.2016).
3. Управление проектами. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Управление_проектами (дата обращения: 10.11.2016).

Таблица 2

Результаты экспериментов
по использованию тезаурусного алгоритма
в процессе разработки ТЗ АСУ ПЛС

Характеристика	Начальная версия	v4	v9	v13	v16
Количество аббревиатур	11	31	32	36	39
Количество определений	9	15	16	18	20
Количество смысловых ошибок	13	3	2	3	-

4. Интегральный метод принятия решений и анализа нечетких временных рядов / В. Новак, И. Перфильева, Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева // Программные продукты и системы. – 2008. – № 4. – С. 18.

5. Ярушкина Н.Г. Методы нечетких экспертных систем в интеллектуальных САПР. – Саратов, 1997.

6. Ярушкина Н.Г., Перфильева И.Г., Афанасьева Т.В. Интеграция нечетких моделей для анализа временных рядов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 4–2. – С. 506–509.

7. Ярушкина Н.Г. Нечёткие нейронные сети (часть 1) // Новости искусственного интеллекта. – 2001. – № 2–3. – С. 47–52.

8. Бионические информационные системы и их практические применения / В.В. Курейчик [и др.]. – М., 2011.

9. Ярушкина Н.Г., Тимина И.А. Модель и средства управления проектированием автоматизированной системы на основе динамики метрик программного кода // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41). – С. 73–81.

10. Наместников А.М., Филиппов А.А. Реализация системы кластеризации концептуальных индексов проектных документов // Автоматизация процессов управления. – 2011. – № 3 (25). – С. 46–50.

11. Колганов И.М., Филиппов В.В. Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки : учеб. пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – 99 с.

12. Технология сборки самолётов : учебник для студентов авиационных специальностей вузов / В.И. Ершов, В.В. Павлов, М.Ф. Каширин, В.С. Хухорев. – М. : Машиностроение, 1986. – 456 с.

13. Оценка терминологичности лексических единиц на основе онтологии предметной области / И.А. Андреев, В.А. Башаев, В.В. Клейн, В.С. Мошкин, Н.Г. Ярушкина // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2015) : матер. V Междунар. научн.-техн. конф. (Минск, 19–21 февраля 2015 г.) / редкол. : В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУИР, 2015. – С. 395–400.

REFERENCES

1. *Metodicheskie rekomendatsii po upravleniiu proektami v oblasti informatsionnykh tekhnologii* [Guidelines for Project Management in the Field of Information Technologies]. Available at: <http://pandia.ru/text/78/208/45555.php> (accessed: 10.11.2016).

2. *Svod znaniy po upravleniiu proektami* [Body of Knowledges on Project Management]. – Available at: http://gruzdoff.ru/wiki/Svod_znaniy_po_upravleniyu_proektami (accessed: 10.11.2016).

3. *Upravlenie proektami* [Project Management]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Upravlenie_proektami (accessed: 10.11.2016).

4. Novak V., Perfileva I., Yarushkina N.G., Afanaseva T.V. Integralnyi metod priiniatia reshenii i analiza nechetkikh

vremennykh riadov [The Decision-Making Technique and Analysis of Fuzzy Time Series]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems], 2008, no. 4, p. 18.

5. Yarushkina N.G. *Metody nechetkikh ekspertnykh sistem v intellektualnykh SAPR* [Methods for Fuzzy Expert Systems in Intellectual CAD-Systems]. Saratov, Saratov University Publ., 1997. 107 p.

6. Yarushkina N.G., Perfileva I.G., Afanaseva T.V. *Integratsiia nechetkikh modelei dlia analiza vremennykh riadov* [Fuzzy Models' Integration in Time Series Analysis]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk* [Proc. of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2010, vol. 12, no. 4–2, pp. 506–509.

7. Yarushkina N.G. *Nechetkie neironnye seti (chast 1)* [Fuzzy Neural Network (Part 1)]. *Novosti iskusstvennogo intellekta* [Artificial Intelligence News]. 2001, no. 2–3, pp. 47–52.

8. Kureichik V.V. et al. *Bionicheskie informatsionnye sistemy i ikh prakticheskie primeniia* [Bionic Information Systems and Their Practical Application]. Moscow, 2011. 287 p.

9. Yarushkina N.G., Timina I.A. *Model i sredstva upravleniia proektirovaniem avtomatizirovannoi sistemy na osnove dinamiki metrik programmno koda* [Automated System Model and Control Tools on the Base of Program Code Metrics History]. *Avtomatizatsiia protsessov upravleniia* [Automation of Control Processes], 2015, no. 3 (41), pp. 73–81.

10. Namestnikov A.M., Filippov A.A. *Realizatsiia sistemy klasterizatsii kontseptualnykh indeksov proektnykh dokumentov* [Implementation of Clustering System for Conceptual Indexes of Design Documents]. *Avtomatizatsiia protsessov upravleniia* [Automation of Control Processes], 2011, no. 3 (25), pp. 46–50.

11. Kolganov I.M., Filippov V.V. *Proektirovanie prispособlenii, prochnostnye raschety, raschet tochnosti sborki. Ucheb. posobie* [Designing the Devices, Calculations of Strengthening, Assembling Accuracy Analysis. Textbook]. Ulyanovsk, USTU Publ., 2000. 99 p.

12. Ershov V.I., Pavlov V.V., Kashirin M.F., Khukhorev V.S. *Tekhnologii sborki samoletov. Uchebnik dlia studentov aviatsionnykh spetsialnostei vuzov* [Aircraft Assembly Technology. Textbook for the Students of Aviation Specialties of Higher Educational Institutions]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986. 456 p.

13. Andreev I.A., Bashaev V.A., Klein V.V., Moshkin V.S., Yarushkina N.G. *Otsenka terminologichnosti leksicheskikh edinits na osnove ontologii predmetnoi oblasti* [The Estimation of Lexical Units Termhood on the Basis of the Domain Ontology]. *Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniia intellektualnykh sistem (OSTIS-2015). Mater. V Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. (Minsk, 19–21 fevralia 2015)* [Proc. of the 5th Int. Sci. Conf. Open Semantic for Intelligence Systems. OSTIS-2015, (Minsk, February 19–21, 2015)]. Minsk, BGUIR Publ., 2015, pp. 395–400.