

На правах рукописи



Дмитриев Павел Игоревич

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В
БАЗОВЫХ ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

Специальность:

05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2014

Работа выполнена на кафедре инноватики и интегрированных систем качества Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Вершинина Лилия Павловна

Официальные оппоненты: **Осадчий Александр Иванович**,
доктор технических наук, профессор,
директор Санкт-Петербургского филиала
ФГУП «Центральный научно -
исследовательский институт связи
Санкт-Петербургский филиал
«Ленинградское отделение Центрального
научно-исследовательского института
связи»

Соколовский Артем Константинович,
кандидат технических наук,
руководитель группы
ООО «Газинформсервис»

Ведущая организация: ОАО «Информационные
телекоммуникационные технологии»,
г. Санкт-Петербург

Защита состоится 22 декабря 2014 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.233.04 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» по адресу: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» по адресу: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67. Автореферат и текст диссертации размещены на сайте университета <http://guar.ru/dissov>.

Автореферат разослан « 20 » ноября 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.233.04,
кандидат технических наук, доцент



Фролова Е.А.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Сегодня управление знаниями представляет собой новый метод менеджмента, который изменяет подходы организаций к достижению конкурентоспособности на основе обеспечения высокого качества продукции, в которых эффективно функционирует система менеджмента качества (СМК). Знания, интеллектуальный капитал, интеллектуальная собственность рассматриваются как ценный ресурс, определяющий производительность, жизнеспособность и успешность организаций. Эта общая тенденция приобретает особое значение для предприятий – разработчиков программного обеспечения (ПО) в связи с быстрой сменой технологий, большим ростом источников и объема информации и знаний. Предприятия, которые быстрее других получают и генерируют знания, внедряют их в ключевые бизнес-процессы, обеспечивают их хранение и усвоение сотрудниками, в итоге повышают качество производимой программной продукции, обеспечивают себе устойчивый рост и приобретают несомненные конкурентные преимущества. В связи с этим возникает необходимость в эффективном управлении знаниями и создании систем поддержки этого процесса.

Важное место среди процессов предприятия – разработчика ПО занимают базовые процессы жизненного цикла программных средств (ЖЦ ПС), связанные с определением требований, проектированием, разработкой и сопровождением программной продукции, так как они являются наиболее трудоёмкими, и качественное их выполнение во многом определяет способность организации выполнять требования, предъявляемые потребителем к поставляемой продукции. При этом быстрый и удобный доступ к знаниям, которые используются и создаются при реализации конкретных работ (задач), играет первостепенную роль, поскольку позволяет значительно повысить качество и эффективность указанных процессов (уменьшить количество ошибок, затраты на разработку ПС и анализ сообщений от заказчиков и т.д.). Противоречие заключается в том, что существующие методы и средства доступа не могут обеспечить достаточный уровень полноты при поиске необходимых знаний, а изучение специалистами большого объема информационных ресурсов (например, документации на ПС) требует больших временных затрат.

В решение задач повышения качества производственных процессов и управления качеством применительно к продуктам, услугам и процессам, в том числе разработки ПС, большой вклад внесли такие ученые, как А.Г. Варжапетян, Е.Г. Семенова, Г.И. Коршунов, В.А. Липатников, А.П. Ястребов, Н.Н. Рожков, В.В. Бураков, Я.А. Ивакин, В.В. Липаев, А.Н. Терехов, Р. Фатрелл, И. Соммервилл, К. Полк. Проблеме оценки качества и управления качеством ПС посвящены фундаментальные работы Б. Боэма, Т. Джилба, М. Холстеда. Огромный вклад в развитие данной проблематики внесли такие организации, как ISO, SEI, Microsoft, IBM, Oracle и др. Тем не менее, за рамками разработанных подходов остался вопрос использования методов и средств управления знаниями в управлении качеством разработки ПС. Существующие стандарты (как специфические для области разработки ПС, так и общие стандарты по управлению качеством) документально закрепляют используемые в организациях производственные знания и предлагают некоторые действия по управлению ими, однако сам процесс управления знаниями в явном виде не регламентируют.

Сегодня темой большого количества теоретических и практических исследований является тема построения автоматизированных систем управления знаниями (СУЗ), которые реализуют весь комплекс функций работы со знаниями. Большой вклад в разработку подходов для построения СУЗ внесли российские и зарубежные ученые Э.В. Попов, Т.А. Гаврилова, А.Ф. Тузовский, А.С. Клещев, Б.В. Добров, Д. Уотермен, Э. Хант, Р. Майер, А. Гомес-Перес, Т. Грубер, Д. Фенсел, А. Абекер и др. Несмотря на большой и растущий объем публикаций о СУЗ, их проблематика посвящена, в основном,

разработке методов и средств, реализующих отдельные функции и сервисы в операциях с информацией и знаниями узких предметных областей. Анализ литературы по данной тематике показал, что на сегодняшний день не существует СУЗ, которая может быть внедрена в базовые процессы ЖЦ ПС на предприятии – разработчике ПО путем простой инсталляции готового решения, а также недостаточно исследований, посвященных структурам корпоративных СУЗ, которые можно было бы использовать для построения СУЗ на таком предприятии.

Таким образом, исследования, связанные с разработкой и применением методов и средств управления знаниями для повышения качества базовых процессов ЖЦ ПС, безусловно, являются актуальными.

Цель работы. Цель диссертационной работы заключается в повышении качества базовых процессов жизненного цикла программных средств на основе разработки и применения методов и средств управления знаниями.

Задачи исследования. Для достижения цели были поставлены и решены следующие основные задачи:

1. Разработка метода структуризации информации в документации на ПС на основе онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС.
2. Разработка методики создания СУЗ о программной продукции (СУЗПП), обеспечивающей управление знаниями и повышение качества базовых процессов ЖЦ ПС.
3. Разработка модели и прототипа СУЗПП.
4. Разработка методики оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при внедрении СУЗПП.

Методы исследований. В диссертационной работе использованы методы инженерии знаний, системного анализа, экспертных оценок, процессного подхода, принципов менеджмента качества, управления проектами, теории алгоритмизации и программирования.

Тематика работы соответствует областям исследования: 3. «Методы стандартизации и менеджмента (контроль, управление, обеспечение, повышение, планирование) качества объектов и услуг на различных стадиях жизненного цикла продукции», 4. «Квалиметрические методы оценки качества объектов, стандартизации и процессов управления качеством», 5. «Методы стандартизации и управления качеством в CALS-технологиях и автоматизированных производственных системах» паспорта специальности 05.02.23.

Основные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Метод структуризации информации в документации на программные средства на основе разработанных онтологических моделей представления знаний в базовых процессах жизненного цикла программных средств.
2. Методика создания системы управления знаниями о программной продукции, обеспечивающая управление знаниями и повышение качества базовых процессов жизненного цикла программных средств.
3. Модель системы управления знаниями о программной продукции.
4. Методика оценки качества базовых процессов жизненного цикла программных средств при внедрении системы управления знаниями о программной продукции.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Новизна метода структуризации информации в документации на программные средства на основе онтологических моделей представления знаний в базовых процессах жизненного цикла программных средств состоит в том, что разработанные метод и модели позволяют развить известный аппарат инженерии знаний путем разработки понятийно-смысловой структуры документации на программные средства и обеспечить интеграцию знаний в базовых процессах жизненного цикла программных средств.

2. Впервые разработана и апробирована методика создания системы управления знаниями о программной продукции, основанная на разработанных методе и моделях, позволяющая внедрить процесс управления знаниями в базовые процессы жизненного цикла программных средств для повышения их качества.
3. Разработана модель системы управления знаниями о программной продукции, отличающаяся тем, что в её основе лежит комбинация двух известных типов систем управления знаниями, а также составом компонент, что позволяет учесть семантику информации, находящейся в документации на программные средства, взаимосвязи и взаимозависимости, обеспечить целостность и непротиворечивость знаний, повысить качество поиска информации, обеспечивая тем самым повышение качества базовых процессов жизненного цикла программных средств.
4. Впервые разработана и апробирована методика оценки качества базовых процессов жизненного цикла программных средств при внедрении системы управления знаниями о программной продукции, основанная на применении методов оценки качества процессов, экспертных оценок и оценки качества поисковых систем.

Обоснованность и достоверность. Обоснованность научных результатов обусловлена корректным использованием апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата. Достоверность результатов проведенных исследований обеспечивается использованием современных методик обработки исходной информации и подтверждается совпадением результатов исследования с экспериментальными данными, практической реализацией на предприятиях.

Практическая значимость. Полученные в диссертационной работе результаты обеспечивают:

- повышение качества базовых процессов ЖЦ ПС: для процесса проектирования и разработки ПС (подпроцесс разработки документации на ПС) значение комплексного показателя качества увеличилось на 25%, для процесса сопровождения (подпроцесс мониторинга и анализа сообщений потребителей) – на 21%;
- повышение качества документации на ПС за счет появления новых потребительских свойств (добавлен гипертекст, метаинформация, автоматическое формирование документов);
- повышение качества процесса поиска информации о программной продукции (повышены показатели полноты и точности поиска на 44% и 5% соответственно);
- уменьшение трудозатрат на разработку документации на ПС (по подсистемам до 20%, полностью генерируемой общей документации по группам продуктов до 90%);
- уменьшение трудозатрат на сопровождение (среднего времени на анализ и выработку решения по сообщению с ошибкой на 13%, среднего времени на ответ по сообщению с вопросами по эксплуатации ПС на 42%);
- активизацию обмена знаниями между сотрудниками.

Разработано информационное и программно-алгоритмическое обеспечение подсистем СУЗПП.

Разработан типовой стандарт организации «Система управления знаниями о программной продукции», регламентирующий правила работы с системой, роли пользователей системы и основные операции, которые доступны в рамках роли. Стандарт прошел внедрение и утверждение на предприятии ЗАО «Петер-Сервис» (г. Санкт-Петербург) в 2013 году.

Личный вклад автора состоит в непосредственной разработке метода структуризации информации, находящейся в документации на ПС, комплекса онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС, методики создания СУЗПП, методики оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при её внедрении. Автором также самостоятельно разработаны модель СУЗПП и её прототип, типовой стандарт организации «Система управления знаниями о программной продукции». Основные научные результаты и выводы, содержащиеся в диссертации,

получены автором самостоятельно. Соискатель принимал непосредственное участие в апробации и внедрении результатов исследования, подготовке публикаций по теме диссертации.

Реализация работы. Результаты диссертационной работы были протестированы и внедрены при создании СУЗПП на предприятиях ЗАО «Петер-Сервис» и ОАО «НТЦ ЕЭС» (г. Санкт-Петербург), что подтверждается соответствующими актами.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях и семинарах: XIII Международной научно-практической конференции «Управление качеством» (г. Москва, 2014); XII Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством» (г. Москва, 2013); Научной сессии ГУАП (г. Санкт-Петербург, 2013); XI, XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов «Анализ и прогнозирование систем управления» (г. Санкт-Петербург, 2010, 2012); Международной научно-технической конференции «Системы и процессы управления и обработки информации» (г. Санкт-Петербург, 2010); IV Международном научном конгрессе «Нейробиотелеком 2010» (г. Санкт-Петербург, 2010); VI научно-практической конференции «Информационные технологии в профессиональном образовании, научной и библиотечно-информационной деятельности» (г. Санкт-Петербург, 2010); Семинаре молодых ученых с международным участием «Информационные технологии и вычислительные системы» (г. Улан-Удэ, 2011); I, II Международной научной конференции «Актуальные вопросы технических наук» (г. Пермь, 2011, 2013).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 15 – без соавторов, в том числе 5 работ опубликованы в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 179 наименований, а также 10 приложений. Основной текст диссертации представлен на 185 страницах, включая 11 таблиц и 51 рисунок.

II. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель, основные задачи исследования. Показана научная новизна, практическая значимость выполненной работы. Приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации и внедрении результатов работы.

В **Первой главе** рассмотрены понятия, связанные с процессом управления знаниями, проведен анализ базовых процессов ЖЦ ПС, определена роль процесса управления знаниями в повышении качества базовых процессов ЖЦ ПС. Проведен анализ основных подходов к созданию современных корпоративных СУЗ, методов и моделей представления знаний.

Согласно отрасленезависимой процессной модели APQC Process Classification Framework версии 6.1.1, подразделяющей все существующие бизнес-процессы предприятия на 12 категорий, процесс УЗ (пункт 12.5, номер 11073) относится к группе процессов разработки и управления бизнес-возможностями. Таким образом, процесс УЗ на различных уровнях зрелости имеется на всех предприятиях, в том числе и на предприятии – разработчике ПО. Знания предприятия извлекаются из ресурсов знаний. Под ресурсами знаний предприятия понимаются скрытые знания сотрудников (групп) и разнообразные объекты знаний, содержащие явные знания (текстовые документы, базы данных, медиа-файлы и т.д.). Знания потребляются и создаются при выполнении бизнес-процессов организации и являются условиями эффективного их выполнения.

Проведен анализ основных стандартов в области разработки СМК, оценки качества процессов и уровней зрелости компаний, разрабатывающих ПС, а также совершенствования базовых процессов, методологий разработки: ISO 9000, ISO/IEC 15288, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504, TickIT, CMMI, SWEBOOK, JIS/TR Q 0005, RUP, гибких методологий разработки ПС (SCRUM, XP и др.). Указанные стандарты и методологии документально закрепляют используемые в компании производственные знания и предлагают некоторые действия по управлению ими, однако сам процесс УЗ в явном виде не регламентируют.

В качестве исследуемого предприятия выбрано предприятие ЗАО «Петер-Сервис», являющееся ведущим российским разработчиком решений в области систем класса OSS/BSS для поддержки операционной и бизнес деятельности крупных операторов связи. СМК исследуемого предприятия сертифицирована по международному стандарту ISO 9001. Основными показателями качества производимого ПО являются его соответствие востребованной рынком функциональности, высокая надежность, тиражируемость и конфигурируемость. Процессный подход, реализованный в СМК предприятия, направлен на удовлетворение интересов как внешних, так и внутренних потребителей, что позволяет организации постоянно улучшать свою деятельность. Функционирование процессов СМК базируется на принципах TQM и реализуется в циклах PDCA. Технология поддержки ЖЦ ПС, применяемая при работе с потребителями, базируется на основе ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 и ГОСТ 34.601. Для оценки качества процессов используются соответствующие критерии оценки.

Под ЖЦ продукции понимается совокупность процессов, связанных с последовательным изменением состояния продукции от формирования исходных требований к нему до окончания его эксплуатации. Технологическая цепочка создания ПС начинается с выбора модели ЖЦ продукции, которая соответствует области реализации, объему и сложности разрабатываемой продукции. Большинство программных продуктов разрабатывается по каскадной модели ЖЦ ПС. Базовые процессы ЖЦ ПС включают в себя четыре процесса (рисунок 1): определение требований, проектирование и разработка, поставка и сопровождение.

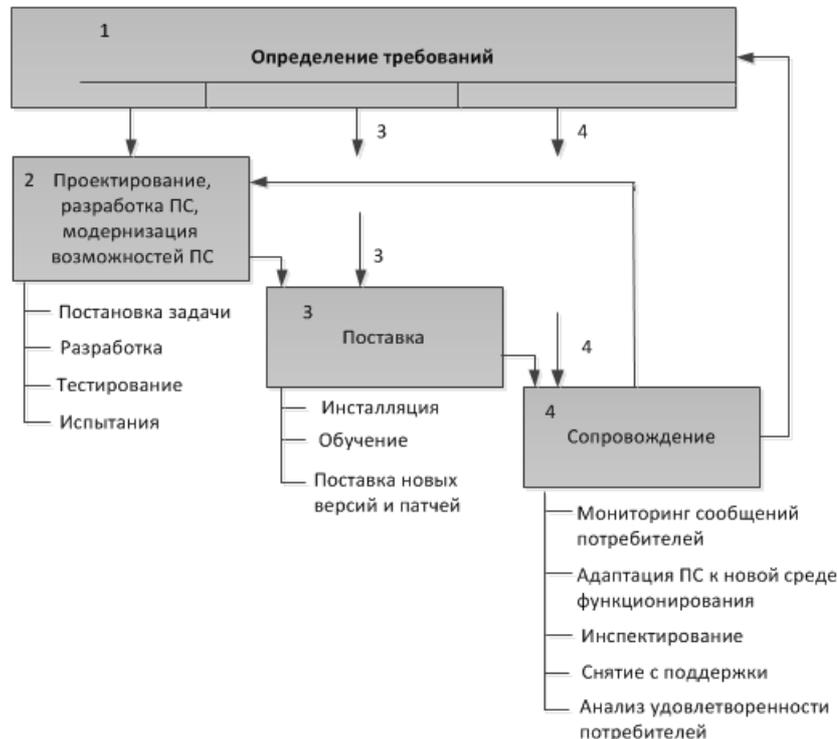


Рисунок 1 – Базовые процессы ЖЦ ПС

Знания являются входными и выходными элементами базовых процессов ЖЦ ПС. Часть знаний и информации становится явной (формализуется в виде определенного набора документов, текстов программ и данных), другая часть остается неформализованной. Показано, что основным ресурсом знаний в базовых процессах ЖЦ ПС является эксплуатационная документация на ПС. Анализ процесса разработки документации на ПС показал, что в настоящее время существуют системы поддержки разработки документации на ПС, позволяющие автоматизировать процесс формирования комплектов документации. Однако такие системы не поддерживают решение задач УЗ, содержащихся в документации на ПС (например, структурирование знаний, поиск информации с учетом семантических свойств и связей).

Анализ основных стандартов и методологий в области управления информацией и обеспечения документирования ПС (CWA 14924, ISO 26162, ISO/IEC 19506, ISO 15489, ISO 23081, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27002, ISO/IEC/IEEE 26511, ISO/IEC 12207, ISO/IEC/IEEE 26512, ISO/IEC 26514, ГОСТ Р 51904 и др.) показал, что на сегодняшний день крайне мало результатов исследований, посвященных подходам, методам, моделям и средствам управления знаниями, содержащихся в документации на ПС, которые можно было бы использовать в базовых процессах ЖЦ ПС.

Проведен анализ программных средств, которые поддерживают решение задач УЗ: средств доступа к информации (поиска информации), средств совместной работы, систем управления контентом, Web-инструментов для работы со знаниями, средств структурирования знаний. Показано, что СУЗ не может быть внедрена в базовые процессы ЖЦ ПС на предприятии – разработчике ПО путем простой инсталляции готового решения, но может быть построена на базе существующей технологической платформы.

Формализация и представление знаний осуществляется с использованием специальных моделей представления знаний. Сравнительный анализ моделей представления знаний показал, что наиболее перспективной технологией разработки моделей знаний в базовых процессах ЖЦ ПС является онтологический инжиниринг.

На основе проведенного анализа базовых процессов ЖЦ ПС, стандартов и публикаций в области управления качеством разработки ПС и управления знаниями в **Первой главе** сформулированы цель диссертационной работы и задачи, решение которых требуется для достижения поставленной цели.

Вторая глава диссертационной работы посвящена разработке метода структуризации информации, находящейся в документации на ПС, комплекса онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС, методики создания СУЗПП, обеспечивающей управление знаниями и повышение качества базовых процессов ЖЦ ПС.

Разработан метод структуризации информации, находящейся в документации на ПС, который позволяет выделить из документов концепты разрабатываемой информационной системы, свойства и связи между ними, структурировать их формальным способом в виде модулей документации (МД). В качестве рабочего определения понятия «модуль документации» в диссертационной работе используется следующее: «Модуль документации – дискретный фрагмент текста документа в электронном формате, который может содержать как изображения, так и текст с форматированием и гиперссылками». Каждый вид МД описывает соответствующий концепт (понятие) разрабатываемой информационной системы. Например, настроечный параметр, назначение продукта, назначение подсистемы, описание операции (последовательности ручных или автоматических действий), описание процедуры/функции, описание таблицы базы данных, описание визуальной формы (окна) приложения и т.д. Каждый конкретный МД – это описание экземпляра понятия. МД является неделимым с точки зрения хранения и использования фрагментом документации на ПС. МД оформляется как самостоятельный документ (файл). Вместо разработки и

поддержания в актуальном состоянии цельных документов документаторы создают или изменяют МД.

Метод структуризации информации, находящейся в документации на ПС, состоит из следующих этапов:

1. Выявление видов МД, их свойств и связей.
2. Разработка правил идентификации, оформления и описания МД.
3. Перевод документации на модульную структуру.

С функциональной точки зрения основным понятием типовой информационной системы является функциональная возможность. Функциональные возможности (ФВ) – это возможности системы, которые позволяют заказчику реализовывать у себя на площадке соответствующие технологические и бизнес-процессы. Функциональные возможности описываются двумя видами МД: назначение ФВ (текст с ответом на вопрос «Зачем?») и реализация ФВ (текст с ответом на вопрос «Как?»).

У любой системы ФВ могут выстраиваться в многоуровневую систему иерархии. Коренные ФВ, как правило, концептуальны, а их реализация – это перечисление возможностей более низкого уровня, которые, в порядке выполнения могут быть как последовательными, так и параллельными.

В случае ФВ нижнего уровня, описание реализации функциональной возможности представляет собой описание входа (условий для реализации), выхода (результата) и перечень действий пользователя (ручных операций) с упоминанием внутренних процессов (автоматических операций) в порядке, который приведет к реализации возможности. Функциональная возможность, её реализация и операции описываются соответствующими видами МД.

В общем случае информационная система состоит из подсистем, которые могут группироваться в программные продукты, группы продуктов и т.д. На нижнем уровне функциональную возможность может реализовывать одна подсистема, а также несколько подсистем могут реализовывать одну функциональную возможность в рамках продукта. ФВ верхнего уровня реализуются в рамках нескольких продуктов, групп продуктов.

Подсистемы состоят из элементов, описание таких элементов являются соответствующими видами МД. Часть МД участвует в операциях – наборе действий (например, процедура/функция) и настройке (например, настроечный параметр) в рамках одной подсистемы. Другая часть описывает саму подсистему, например, назначение подсистемы, комплектация и т.д.

Алгоритм выявления видов МД, их свойств и связей состоит из следующей последовательности шагов:

1. Формирование иерархии функциональных возможностей.
2. Формирование списка операций для каждой функциональной возможности.
3. Формирование перечня видов МД, участвующих в операциях.
4. Фиксация видов МД, их свойств и связей.

Выявления видов МД, их свойств и связей выполняется экспертами-документаторами с возможным привлечением для этого других экспертов в области соответствующего направления разработки ПС (аналитиков, разработчиков и т.д.).

Для МД вводится уникальная идентификация. Правила оформления регламентируют стили заголовков и текста МД. МД могут комбинироваться для создания различных документов и Web-представления, поэтому изложение текста в МД должно подразумевать возможность использования этого текста вне конкретного контекста – текста модулей, расположенных перед и после рассматриваемого МД. Правила описания регламентируют содержание МД. Правила идентификации, оформления и описания МД разрабатываются редакторами совместно с инженером по знаниям.

Перевод документации на модульную структуру выполняется документаторами в процессе выполнения рабочих заданий на создание или модификацию ПС. Хорошо структурированные документы легко разбиваются на МД соответствующего вида.

Неструктурированные документы требуют предварительной переработки перед переводом на модульную структуру (создание недостающих описаний).

Очевидна невозможность мгновенного внедрения модульной структуры на всём массиве документации на ПС. Сначала МД включаются в цельные документы. Постепенно выделяются новые виды МД до полного перевода документации на модульную структуру. Вся новая документация на ПС сразу создается модульной. При этом часть МД может быть сгенерирована из программного кода (например, таблица базы данных, процедура/функция) и при необходимости дополнена документатором.

Всю совокупность разрабатываемой на предприятии программной продукции можно рассматривать как основной компонент единой информационной системы, в которой информационные процессы и методы работы с информацией осуществляются с применением средств вычислительной техники и средств телекоммуникаций. Онтология информационной системы – формализованное представление такой системы, которое включает описание понятий системы (концептов) и логические связи между ними (отношения). Онтология вместе с набором экземпляров образует базу знаний информационной системы. При таком подходе онтология может быть представлена в виде следующего кортежа:

$$O = \langle C, R \rangle, \quad (1)$$

где C – совокупность концептов информационной системы; R – совокупность отношений между ними.

Онтология информационной системы содержит три дополняющие друг друга составляющие, которые образуют комплекс онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС:

$$O = \langle O_D, O_\Phi, O_P \rangle, \quad (2)$$

где O_D – онтология документации на ПС; O_Φ – онтология функциональностей информационной системы; O_P – онтология продукции.

В онтологию документации на ПС выделены концепты, относящиеся к документации на ПС (виды МД). Предложена следующая модель концепта онтологии документации на ПС:

$$C_D = \langle A_D, F_D, L_D \rangle, \quad (3)$$

где C_D – концепт онтологии документации на ПС; A_D – конечное множество атрибутов, описывающих свойства концептов C_D и отношения R_D между ними; F_D – множество ограничений на значения атрибутов; L_D – МД, связанные с концептом. Для каждого концепта (класса) выделяется подмножество ключевых атрибутов, служащих для однозначной идентификации экземпляров.

Концепт C_Φ онтологии функциональностей информационной системы рассматривается как пара: сигнатура (термин – функциональная возможность) из иерархии бизнес-процессов S и множество W ключевых слов, синонимов и сокращений к сигнатуре:

$$C_\Phi = \langle S, W \rangle \quad (4)$$

Иерархия в онтологии функциональностей O_Φ строится на основе отношения типа «класс-подкласс». Между O_Φ и O_D устанавливается прямая связь при помощи концептуального отношения «управляет функциональностью» – отношение между МД и функциональной возможностью.

В онтологию продукции O_P выделены концепты, относящиеся к программным продуктам (например, подсистема, продукт, группа продуктов и т.д.). Предложена следующая модель концепта онтологии продукции:

$$C_P = \langle A_P, F_P \rangle, \quad (5)$$

где C_P – концепт онтологии продукции; A_P – конечное множество атрибутов, описывающих свойства концептов C_P и отношения R_P между ними; F_P – множество ограничений на значения атрибутов. Таксономия в O_P строится на основе отношения типа «часть-целое» (включения). Между онтологией документации на ПС и онтологией

продукции устанавливаются прямые связи при помощи концептуальных отношений «принадлежит подсистеме», «принадлежит продукту» и т.д.

Фрагмент комплекса онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Фрагмент комплекса онтологических моделей представления знаний

Разработана методика создания СУЗПП, позволяющая внедрить процесс управления знаниями в базовые процессы ЖЦ ПС и состоящая из следующих этапов:

1. Предпроектный этап:

- обследование документации на ПС и других ресурсов знаний предприятия:
 - определение основных ресурсов знаний, содержащих явные знания: текстовые документы, базы данных, медиа-файлы и т.д.;
 - анализ процессов создания и использования ресурсов знаний;
 - анализ взаимосвязи ресурсов знаний на разных этапах ЖЦ ПС;
- формирование требований к СУЗПП;
- разработка технического задания.

2. Проектный этап:

- разработка онтологий информационной системы (выделение понятий, свойств и отношений между ними);
 - наполнение онтологий:
 - создание экземпляров онтологий, заполнение свойств и формирование отношений между экземплярами;
 - перевод документации на ПС на модульную структуру;
 - программная реализация (организация автоматизированной обработки и поиска информации по запросу, разработка шаблонов документов);
 - разработка документации на СУЗПП;
 - разработка документированных процедур и инструкций для пользователей СУЗПП на основе типового стандарта «Система управления знаниями о программной продукции» и предложений по изменению существующих стандартов организации в связи с внедрением СУЗПП.
3. Этап внедрения (проведение опытных испытаний, обучение персонала, ввод в действие стандартов, ввод системы в промышленную эксплуатацию).
4. Этап сопровождения (анализ функционирования, выявление проблем, внесение изменений в СУЗПП и стандарты организации).

Третья глава диссертационной работы посвящена разработке модели и прототипа СУЗ о программной продукции, разработке и апробации методики оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при внедрении СУЗПП.

Разработана модель СУЗПП, основными компонентами которой являются: онтология информационной системы (используется для описания информационных ресурсов с учетом семантики обрабатываемой информации); подсистема поиска (выполняет поиск информации по запросам, навигацию, рубрицирование и визуализацию экземпляров онтологии информационной системы, обеспечивает обмен знаниями между пользователями СУЗПП при помощи механизмов комментирования и тегирования МД); подсистема компоновки документов (выполняет формирование требуемых цельных документов в определенных форматах); подсистема разграничения доступа (обеспечивает разграничение доступа к информационным ресурсам); подсистема целостности онтологии (обеспечивает целостность онтологии). Ключевым компонентом СУЗПП является подсистема поиска, обеспечивающая оперативный отбор и выдачу релевантной информации по запросам. Поиск информации производится не в хранилище документов, а в онтологической базе знаний, что позволяет учесть семантику информации, находящейся в документации на ПС, взаимосвязи и взаимозависимости, обеспечить целостность и непротиворечивость знаний, повысить качество поиска. Модель СУЗПП, участники процесса УЗ и их виды деятельности представлены на рисунке 3. Модель ЖЦ ПС после внедрения СУЗПП представлена на рисунке 4.

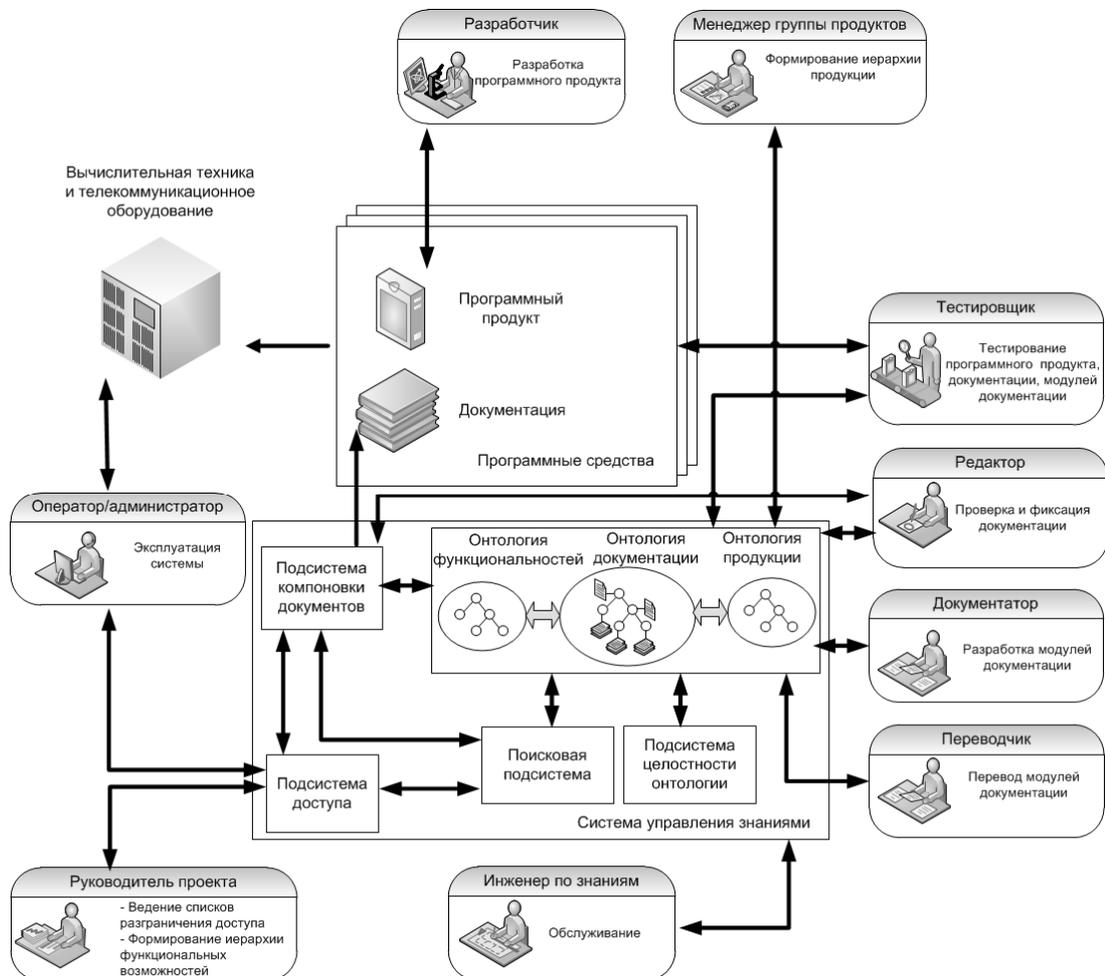


Рисунок 3 – Модель СУЗПП и участники процесса УЗ

Прототип СУЗПП реализован на платформе продукта Microsoft SharePoint. Предложен состав информационного и программно-алгоритмического обеспечения подсистем СУЗПП. Информационное обеспечение реализовано на основе библиотеки документов и списков Microsoft SharePoint. В состав программно-алгоритмического обеспечения подсистем СУЗПП входят алгоритмы и совокупность программных средств, реализованных при помощи языков JavaScript, VBA, XML, XSLT, библиотек jQuery и AJAX, Web-служб Microsoft SharePoint, сценариев WSH.



Рисунок 4 – Модель ЖЦ ПС после внедрении СУЗПП

Разработана методика оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при внедрении СУЗПП, состоящая из следующих этапов:

1. Расчет комплексного показателя качества процесса.
2. Оценка трудозатрат.
3. Оценка качества процесса поиска информации о программной продукции.

Опытная проверка и внедрение СУЗПП выполнялось на предприятии ЗАО «Петер-Сервис» в 2013 году. Для оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при внедрении СУЗПП были выбраны данные из системы учета трудозатрат и системы учета и обработки дефектов. Анализ данных выполнялся за одинаковые периоды (первое полугодие 2012 года (T_1) и первое полугодие 2013 года (T_2)) до и после внедрения СУЗПП в разрезе аналогичных по сложности и структуре двух групп продуктов, имеющих примерно равные проектные команды: группа продуктов (ГП_1), в которой документация переведена на модульную структуру, и группа продуктов (ГП_2), в которой документация продолжала разрабатываться в виде цельных документов. В таблице 1 представлены значения показателей качества процесса проектирования и разработки в части документации на ПС до и после внедрения СУЗПП.

Комплексный показатель качества рассчитан по следующей формуле:

$$Q = - \sum_{i=1}^n \alpha_i Q_i, \quad (6)$$

где Q_i – значение i -го частного показателя качества; α_i – весовой коэффициент i -го частного показателя; n – число показателей. Весовые коэффициенты определены на основе метода экспертных оценок.

Состав частных показателей качества (Q_i) определен на основе критериев оценки соответствующего базового процесса ЖЦ ПС.

Как видно из таблицы 1, после внедрения СУЗПП по группе продуктов ГП_1 наблюдается повышение качества процесса проектирования и разработки в части документации на ПС – значение комплексного показателя качества увеличилось на 25%. Тогда как для группы продуктов ГП_2 значение показателя осталось практически на том

же уровне. При этом других кардинальных мер по улучшению процесса по группе продуктов ГП_1 не предпринималось.

Таблица 1 – Значения показателей качества процесса проектирования и разработки ПС до и после внедрения СУЗПП

Наименование показателя, единица измерения	ГП_1			ГП_2			α_i
	T_1	T_2	Q_i	T_1	T_2	Q_i	
Среднее количество ошибок, найденных на этапе тестирования, шт./месяц	94,5	66,5	-0,30	69,5	66	-0,05	0,12
Среднее количество ошибок, найденных на этапе контрольной инсталляции, шт./месяц	8,5	6,75	-0,21	4,5	5	0,11	0,24
Среднее количество сообщений об ошибках в документации, полученных от заказчиков, шт./месяц	4,5	3,5	-0,22	5,75	5	-0,13	0,40
Среднее количество сообщений с вопросами по эксплуатации ПС, полученных от заказчиков, шт./месяц	26,5	18,5	-0,30	19,5	18,5	-0,05	0,24
Комплексный показатель качества (Q)	0,25			0,04			
Коэффициент конкордации (W)							0,792

Аналогичные результаты были получены для процесса сопровождения в части мониторинга и анализа сообщений потребителей. После внедрения СУЗПП по группе продуктов ГП_1 наблюдается повышение качества процесса сопровождения – значение комплексного показателя качества увеличилось на 21% (снижение количества сообщений от заказчиков и времени на их анализ). Оценка качества по остальным базовым процессам ЖЦ ПС не проводилась ввиду небольших изменений в данных процессах, связанных с внедрением СУЗПП. Однако положительный результат применения СУЗПП при решении задач в остальных процессах ЖЦ ПС достигается за счет более быстрого и полного поиска информации и знаний о уже реализованной программной продукции.

Снижение затрат в процессе проектирования и разработки в части документации на ПС достигается за счет использования единого источника, создания генераторов документов и справочной системы. Анализ данных о трудозатратах сотрудников, занимающихся разработкой и поддержанием в актуальном состоянии документации на ПС, показал снижение затрат на разработку документации по подсистемам до 20%, на разработку полностью генерируемой общей документации по группам продуктов до 90%. Снижение затрат на сопровождение подтверждается уменьшением времени, которое требуется сотруднику отдела технического сопровождения, на анализ, выработку решения и ответ по сообщению потребителя. За анализируемый период по данным группы продуктов ГП_1 уменьшение среднего времени на анализ и выработку решения по сообщению с ошибкой в компонентах ПС составило 13%, среднего время на ответ по сообщению с вопросами по эксплуатации ПС – 42%.

Для оценки качества процесса поиска информации используются показатели качества поисковых систем: полнота и точность поиска. Для получения результатов поиска использованы система поиска Microsoft Search и подсистема поиска СУЗПП. Для оценки результатов использованы запросы по ключевым словам и значениям семантических свойств и связей. Полученные показатели полноты и точности оказались выше у подсистемы поиска СУЗПП на 44% и 5% соответственно.

В Заключение перечисляются основные результаты диссертационной работы.

В Приложениях приведены описания концептов онтологии документации на ПС и онтологии продукции, стандарт организации «Система управления знаниями о программной продукции», примеры реализации обращений к Web-службам Microsoft SharePoint, таблица XSLT-стилей для преобразования XML-документа МД, шаблон для

формирования руководства системного программиста в HTML-формате, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертационной работе достигнута цель, имеющая важное хозяйственное значение – повышение качества базовых процессов ЖЦ ПС на основе разработки и применения методов и средств УЗ.

В работе получены следующие новые научные результаты:

1. Разработан метод структуризации информации в документации на ПС на основе разработанных онтологических моделей представления знаний в базовых процессах ЖЦ ПС, позволяющий развить известный аппарат инженерии знаний путем разработки понятийно-смысловой структуры документации на ПС и обеспечить интеграцию знаний в базовых процессах ЖЦ ПС.
2. Разработана и апробирована методика создания СУЗПП, основанная на разработанных методе и моделях, позволяющая внедрить процесс управления знаниями в базовые процессы ЖЦ ПС для повышения их качества.
3. Разработана модель СУЗПП, отличающаяся тем, что в её основе лежит комбинация двух известных типов СУЗ (с использованием компонент информационно-поисковых систем и систем искусственного интеллекта), а также составом компонент, что позволяет учесть семантику информации, находящейся в документации на ПС, взаимосвязи и взаимозависимости, обеспечить целостность и непротиворечивость знаний, повысить качество поиска информации, обеспечивая тем самым повышение качества базовых процессов ЖЦ ПС.
4. Разработана и апробирована методика оценки качества базовых процессов ЖЦ ПС при внедрении СУЗПП, основанная на применении методов оценки качества процессов, экспертных оценок и оценки качества поисковых систем.

Опытная проверка и применение результатов диссертационного исследования на предприятиях ЗАО «Петер-Сервис» и ОАО «НТЦ ЕЭС» дало практические результаты в виде роста показателей качества базовых процессов ЖЦ ПС и снижения трудозатрат, что подтверждается соответствующими актами.

IV. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях:

1. Дмитриев, П.И. Автоматизация процесса формирования комплектов технической документации на основе онтологического подхода / П.И. Дмитриев // Информация и космос. – 2011. – № 1. – С. 90-93.
2. Дмитриев, П.И. Внедрение процесса управления знаниями в базовые процессы жизненного цикла программных средств / П.И. Дмитриев, Л.П. Вершинина // Качество. Инновации. Образование. – 2012. – № 10. – С. 24-28.
3. Дмитриев, П.И. Онтологическая модель системы управления знаниями инфокоммуникационной системы / П.И. Дмитриев // Телекоммуникации. – 2011. – № 12. – С. 8-13.
4. Дмитриев, П.И. Повышение качества и эффективности процессов жизненного цикла программных средств на основе методов и средств управления знаниями / П.И. Дмитриев // Качество. Инновации. Образование. – 2013. – № 09. – С. 62-66.
5. Дмитриев, П.И. Управление знаниями в системе менеджмента качества предприятия – разработчика программного обеспечения / П.И. Дмитриев, Л.П. Вершинина, Н.И. Лычагин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». – 2012. – № 4. – С. 61-66.

Свидетельство на программу для электронных вычислительных машин

6. Дмитриев, П.И. Система управления знаниями о программной продукции: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014613465,

Рос. Федерация / П.И Дмитриев ; заявитель и правообладатель П.И Дмитриев ". – №2014611043 ; заявл. 12.02.2014 ; зарегистр. 26.04.2014. – 1 с.

Статьи в сборниках научных трудов и материалов конференций:

7. Дмитриев, П.И. Оценка результативности и эффективности применения системы управления знаниями о программной продукции / П.И. Дмитриев // Материалы тринадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством». – М.: МАТИ, 2014. – С. 102-103.
8. Дмитриев, П.И. Улучшение процессов жизненного цикла программных средств на основе методов и средств управления знаниями / П.И. Дмитриев // Материалы двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством». – М.: МАТИ, 2013. – С. 123-125.
9. Дмитриев, П.И. Управление знаниями в базовых процессах жизненного цикла программных средств / П.И. Дмитриев // Научная сессия ГУАП: сб. докл.: в 3 ч. Ч. I. Технические науки. – СПб.: ГУАП, 2013. – С. 152-155.
10. Дмитриев, П.И. Основные возможности Microsoft SharePoint 2010 для построения корпоративной системы управления знаниями / П.И. Дмитриев // Молодой ученый. – 2011. – №4. – Т.1. – С. 86-88.
11. Дмитриев, П.И. Разработка системы управления знаниями инфокоммуникационной системы / П.И. Дмитриев // Труды XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов «Анализ и прогнозирование систем управления» I ч. – СПб.: СЗТУ, 2010. – С. 135-140.
12. Дмитриев, П.И. Основные ресурсы системы управления знаниями инфокоммуникационной системы / П.И. Дмитриев // Труды Международной научно-технической конференции «Системы и процессы управления и обработки информации» I ч. – СПб.:СЗТУ, 2010. – С. 182-189.
13. Дмитриев, П.И. Использование модели eTOM в системе управления знаниями инфокоммуникационной системы / П.И. Дмитриев // Сборник научных трудов IV международного научного конгресса «Нейробиотелеком 2010». – СПб.: СПбГУТ, 2010. – С. 55-59.
14. Дмитриев, П.И. Онтологическое моделирование знаний / П.И. Дмитриев // Материалы 60-ой научной конференции аспирантов и студентов СПбГУКИ. – СПб.: СПбГУКИ, 2011. – С. 70-73.
15. Дмитриев, П.И. Система управления знаниями предприятия – разработчика программного обеспечения для телекоммуникационной отрасли / П.И. Дмитриев // Актуальные вопросы технических наук: материалы международной заочной научной конференции. – Пермь: Меркурий, 2011. – С. 37-41.
16. Дмитриев, П.И. Системы управления знаниями современных предприятий / П.И. Дмитриев // Информационные технологии и вычислительные системы: материалы семинара молодых ученых с международным участием. – Улан-Удэ: ВСГАКИ, 2011. – С. 59-63.
17. Дмитриев, П.И. Моделирование знаний инфокоммуникационной системы на основе онтологического подхода / П.И. Дмитриев, Л.П. Вершинина // Труды XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов «Анализ и прогнозирование систем управления». – СПб.: ПГУПС, 2012. – С. 377-383.
18. Дмитриев, П.И. Методика создания системы управления знаниями о программной продукции / П.И. Дмитриев // Актуальные вопросы технических наук (II): материалы международной заочной научной конференции. – Пермь: Меркурий, 2013. – С. 5-7.

Подписано в печать __.__.2014. Формат 60x84 1/16.

Печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ ____.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, г. Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 67