

INFORMATION SUBSYSTEM ARCHITECTURE OF THE META-MODEL OF KNOWLEDGE ORGANIZATION IN THE SUBJECT-ORIENTED PROJECT AREA (CONSIDERED BY THE EXAMPLE OF THE EDUCATIONAL AND PRODUCTION ENVIRONMENT)

A. A. Kuznetsov ^{1a}, A. Yu. Sapozhnikov ^{1b}, G. G. Kulikov ^{2c}

¹ PJSC "UEC-UMPO" (Ufa Engine Industrial Association)

² Ufa State Aviation Technical University (UGATU)

^a kuznecovopkr@gmail.com, ^b axl_mail_box@mail.ru, ^c gennadyg_98@yahoo.com

Submitted 2022, August 18

Abstract. The article discusses the knowledge accumulation method in the joint implementation of knowledge-intensive projects in the educational and industrial environment based on the "model hypothesis of knowledge", the participants of which are universities and enterprises of various corporations. Based on the theory of categories, the relationship between the significant classes of objects used for the organization of the knowledge management system (KMS) is revealed. The main functions of the KMS are determined taking into account the requirements, software products are analyzed according to the selected criteria. The developed structural diagram of KMS is implemented on the basis of free software. The novelty of the solution is the algorithm developed by the authors for adding and verifying formalized knowledge, as well as the developed article verification plugin that flexibly implements the Workflow procedure with functionality close to PLM systems.

Keywords: knowledge management system; TOGAF meta-model; category theory; digital transformation.

АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТАМОДЕЛИ ЗНАНИЙ В ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПРОЕКТНОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ)

А. А. Кузнецов ^{1a}, А. Ю. Сапожников ^{1b}, Г. Г. Куликов ^{2c}

¹ ПАО «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение»

² ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

^a kuznecovopkr@gmail.com, ^b axl_mail_box@mail.ru, ^c gennadyg_98@yahoo.com

Поступила в редакцию 18.08.2022

Аннотация. Рассматривается метод накопления знаний при совместной реализации наукоемких проектов в образовательно-производственной среде, участниками которой выступают вузы и предприятия различных корпораций, на основе «модельной гипотезы знаний». Базируясь на теории категорий, выявляется взаимосвязь между значимыми классами объектов, используемых для организации системы управления знаниями (СУЗ). Определяются основные функции СУЗ с учетом предъявляемых требований, производится анализ программных

продуктов по выделенным критериям. Разработанная структурная схема СУЗ реализуется на базе свободно-распространяемого программного обеспечения. Новизной решения является разработанный авторами алгоритм занесения и проверки формализованных знаний, а также разработанный модуль проверки статей, гибко реализующий процедуру Workflow с функционалом близким к PLM-системам.

Ключевые слова: система управления знаниями; метамодель TOGAF; теория категорий; цифровая трансформация.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка и производство инновационной высокотехнологичной продукции в условиях цифровой трансформации, переход к Industry 4.0 [1] требует решения новых задач, являющихся технологическими вызовами, обязательного привлечения научно-исследовательского потенциала вузов.

Ключевая роль отводится процессам выявления, накопления и обмена знаниями, т.е. наличие системы управления знаниями становится одним из критериев эффективности при переходе высокотехнологичных предприятий в новое (целевое) состояние.

Данный переход логично осуществлять на основе методологии TOGAF (The Open Group Architectural Framework), базирующейся на международном стандарте ISO 42010:2011 «Системная и программная инженерия. Описание архитектуры», наиболее универсальной и часто используемой для разработки корпоративных архитектурных решений, создаваемых систем [2].

С другой стороны, как показано в [3], необходимым и достаточным условием эффективного взаимодействия образовательно-производственной среды становится наличие цифрового двойника корпоративной информационной системы (КИС) предприятия в составе вуза. В этом случае выполняемые в производственно-образовательной среде проекты отражают диалектическое единство между методологиями PLM и CALS в предметно-ориентированной области разработки проекта, служат источником новых целевых знаний для накопления в информационных системах (ИС) управления знаниями вуза и предприятия (рис. 1). При данном подходе системного описания предметно-ориентированной проектной предметной области, модель цифрового двойника будет отвечать принципам методологии PLM [4] в едином информационном пространстве, определяемом CALS [5]. То есть внутри существующих систем КИС предприятия и вуза будет сформирована (выделена) предметно-ориентированная КИС в форме цифрового двойника, реализуемая на основе кросс-платформенного программирования ИС с применением языка макросов и библиотеки плагинов.

Показанный на рис. 1 блок ADM (Architecture Development Method) представляет метод в составе TOGAF для перехода от текущего к целевому проектному состоянию через 10 фаз архитектурного цикла.

Согласно TOGAF архитектура предприятия описывается 4-мя доменами: бизнеса, данных, приложений и технологий.

При описании домена бизнес-архитектуры ключевая роль отводится описанию бизнес-процессов (БП) предприятия, которые условно можно разделить на основные, вспомогательные, развития и процессы управления [6].

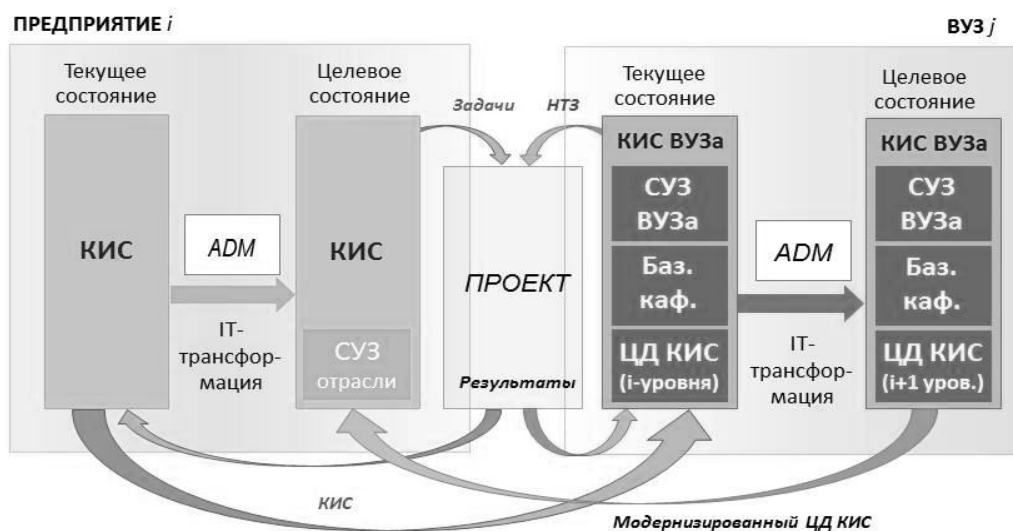


Рис. 1. Цифровая трансформация вузов и предприятий в результате выполняемых проектов

Появление новых знаний имеет место в любой из четырех выделенных категорий в ходе реализации проекта, т.е. СУЗ должна охватывать все БП. Следовательно, в каждом БП необходимо провести реинжиниринг, связанный с выявлением и накоплением знаний. Для формализации, анализа и моделирования нового бизнес-процесса может быть успешно использована методология SADT [7]. Методология SADT содержит набор нотаций для описания предметной области в функциональном, информационном, динамическом, семантическом аспектах. Полученная системная модель служит для идентификации и структурирования контента.

СВОЙСТВА СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ, ОБЪЕДИНЕННЫХ В КАТЕГОРИИ

На рис. 2 представлена функциональная диаграмма организации системы управления знаниями в вузе. Важными элементами процесса являются:

- анализ существующих бизнес-процессов;
- анализ компетенций сотрудников для выявления среди них экспертов;
- анализ программных продуктов для реализации СУЗ.

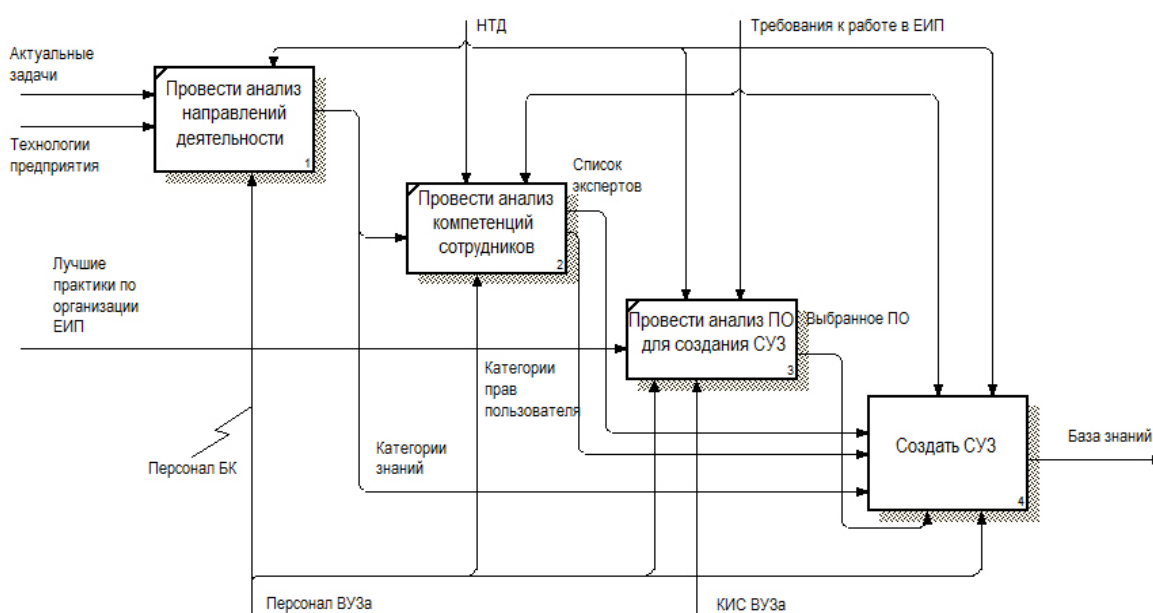


Рис. 2. Функциональная диаграмма разработки СУЗ (4-й уровень декомпозиции)

Функциональная модель (IDEF0) в составе методологии SADT может рассматриваться как совокупность двух структур: ориентированного графа, (описывает формальную структуру модели) и глоссария (определяет ее семантическое описание) [8].

$$IDEF = (Gr, GL),$$

где Gr – ориентированный граф; Gl – глоссарий модели бизнес-процесса.

$$Gr = (V, A),$$

где V – непустое множество вершин – входов и выходов бизнес-процессов; A – множество различных ребер – функций преобразования входных ресурсов в выходные [9].

В результате структурирования будет установлено отношение «многие-ко-многим» между классами терминов глоссария системной модели и объектами области информационного пространства. Отметим, что в область структурирования попадают данные, как относящиеся к решаемой задаче, так и не имеющие к ней отношения. Отсутствующие в базе термины (но присутствующие в объектах информационного пространства) добавляются для идентификации группой экспертов. Таким образом, формируется расширенный классификатор ключевых слов (keywords) на основе контента информационного пространства.

С точки зрения IDEF0 каждая функция из БП реализуется, благодаря наличию специалистов с соответствующими компетенциями за счет чего обеспечивается преобразование входных потоков в выходные.

В результате реинжиниринга для каждого БП добавляется функция выявления и формализации новых знаний. Выходным потоком в функциональной модели каждого БП выступают материалы, которые затем будут преобразованы в статьи СУЗ.

Таким образом, с точки зрения теории категории справедливо (рис. 3):

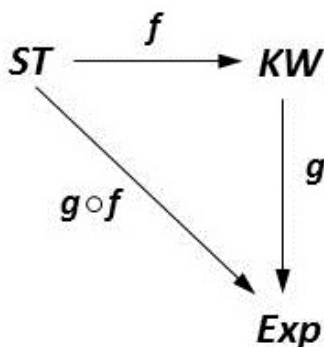


Рис. 3. Схематическое представление категории с объектами KW, ST, Exp и морфизмами $f, g, g \circ f$

На представленном рисунке KW – класс ключевых слов; ST – класс статей в СУЗ; Exp – класс экспертов.

Статьи в СУЗ могут быть представлены в различной форме (текстовая информация, видео-, аудиоматериалы, инфографика и т.д.), т.е. отвечает набору признаков «3V» (volume, velocity, variety – объем, скорость, разнообразие), характеризующих эту категорию как большие данные (Big Data [10]) и требующих разработки соответствующих инструментов для управления ими.

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ КРОСС – ПЛАТФОРМЕННОЙ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СУЗ

Одним из основных технологических продуктов и решений, поддерживающих процессы управления знаниями (УЗ) и помогающих успешно решить конкретные задачи организации,

является корпоративный портал знаний, позволяющий объединить необходимые ресурсы организации, сосредоточить их в едином пространстве, определяемом методологией CALS.

На IT-рынке существует большое количество информационных систем, предоставляющих функционал по УЗ в том числе и в виде корпоративного портала. При выборе решения для данной задачи был проведен анализ четырех основных типов информационных систем в области УЗ (табл. 1).

Таблица 1. Тип систем для реализации управления знаниями

№	Тип системы для УЗ	Характеристика	Пример
1	Классические закрытые базы знаний	– является централизованным репозиторием данных среди сотрудников предприятия; – популярна в использовании, хотя функционал является устаревшим; – курируется сообществом редакторов; – часто является или содержит в себе систему управления контентом (Content Management System).	Word-Press, Joomla и др.
2	Коллаборационные инструменты	– позволяют сотрудникам обмениваться знаниями в реальном времени; – развитый инструментарий для коммуникаций (обмен документами и сообщениями, видео-чаты и т.д.); – настраиваемые поисковые системы.	Microsoft Sharepoint, Slack, Confluence.
3	Wiki	– гибкие возможности по работе с контентом в реальном времени; – легко дополняется плагинами собственной разработки; – подходят как для малых, так и для крупных предприятий.	MediaWiki, BlueSpice MediaWiki
4	Интеграционные базы знаний	– функционал по управлению знаниями, встраивается в существующие более крупные системы; – решения являются ситуативными, так как их внедрение связано с наличием основного программного продукта	Nauman

Далее проведено обоснование выбора типа программного обеспечения по управлению знаниями на основе метода анализа иерархий (МАИ), который является методом организации и анализа сложных решений для определения наиболее выгодной альтернативы по поставленной цели на основе выделенных критериев путем попарного сравнения [11].

Для анализа были определены альтернативы (типы систем), представленные в табл. 1. Для выделенных альтернатив были определены следующие критерии, по которым будет проводиться сравнение:

- стоимость использования;
- поисковые возможности системы;
- настраиваемость системы;
- удобство для конечных пользователей;
- аналитические возможности системы;
- возможности по управлению контентом.

В табл. 2 приведена матрица попарных сравнений критериев.

Таблица 2. Сформированная матрица попарных сравнений критериев

	Стоимость использования	Поисковые возможности	Настраиваемость	Удобство для пользователя	Аналитические возможности	Управление контентом
Стоимость использования	1	3	1	5	7	1
Поисковые возможности	$\frac{1}{3}$	1	3	5	7	3
Настраиваемость	1	$\frac{1}{3}$	1	1	7	3
Удобство для пользователя	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	1	1	5	1
Аналитические возможности	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	1	$\frac{1}{3}$
Управление контентом	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	3	1

Далее в рамках МАИ был рассчитан вектор приоритетов критериев, нормализованный вектор приоритетов критериев.

Результаты итогового расчета элементов глобального вектора приоритетов представлен в табл. 3.

Таблица 3. Расчет элементов глобального вектора приоритетов

Альтернативы	Критерии						Глобальные приоритеты
	Стоимость использования	Поисковые возможности	Настраиваемость	Удобство для пользователя	Аналитические возможности	Управление контентом	
	Нормализованный вектор приоритетов критериев						
	0,28	0,28	0,18	0,10	0,03	0,11	
Закрытая СУЗ	0,07	0,60	0,25	0,10	0,64	0,11	0,29
Коллаборационный инструмент	0,17	0,25	0,10	0,60	0,27	0,56	0,27
СУЗ на базе MediaWiki	0,75	0,10	0,63	0,25	0,07	0,32	0,42

Таким образом, в качестве решения по выбранным критериям было выбрано построение системы управления знаниями на базе свободного программного обеспечения MediaWiki от Wikimedia Foundation.

При этом следует также учитывать выбранный на предприятии подход к управлению знаниями. В табл. 4 приведены две противоположные точки зрения к организации СУЗ. На практике, как правило, СУЗ представляет собой решение, отвечающее в большей степени одному из приведенных подходов с элементами второго.

Таблица 4. Подходы к управлению знаниями

Сравнительные показатели	Продуктовый подход	Потоковый подход
Основные критерии	– знания должны быть зафиксированы в объектах; – каждый объект должен приносить эффект (доход)	– знания создаются при тесном взаимодействии людей; – знание важно, если оно используется, т.е. необходимы маршруты между источниками и потребителями знаний
Основные стратегии	– показатели личной эффективности сотрудников связаны с созданием знаний (объектов); – активная централизация знаний с помощью информационных систем, хранилищ и т.д.; – планирование широкого использования созданных объектов	– усиление коллективной работы; – поощряются эксперименты с командами (рабочими группами); – существует постоянный бенчмаркинг [12]; – участие в различных соревнованиях по профессиональному мастерству
Акценты и атрибуты	– публикация; – профиль (экспертность); – учет интеллектуального капитала с помощью оценки стоимости всего объема знаний; – теги, метатеги	– наставничество; – внутреннее обучение; – конкурсы профессионального мастерства
Особенности применения	– при консервативной корпоративной культуре; – приветствуется отчетность с количественными измерениями; – при большом количестве технологических операций, но малой доле инноваций	– корпоративная культура дает возможность открытых отношений между сотрудниками; – приветствуется мастерство, а не отчетность; – при малом количестве технологических операций высок объем инноваций

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Выбранный способ реализации на базе Wiki имеет гибкую реализацию и позволяет реализовать как продуктовый, так и потоковый подход.

Из табл. 4 можно выделить ключевые функции системы управления знаниями:

- 1) создание и хранение объектов знаний;
- 2) реализация поиска (контента, компетенций, экспертов);
- 3) проведение экспертизы (согласование публикаций);
- 4) реализация совместной работы (проекты);
- 5) средства коммуникации (групповые и индивидуальные, синхронные и асинхронные).

Структурная схема, отображающая архитектуру предлагаемой системы управления знаниями, представлена на рис. 4, где набор требуемых программных дополнений разделен на четыре категории.

1. Расширения по обработке медиа, куда входят:

– PdfHandler – программное дополнение, позволяющее производить работу с файлами в формате PDF [13].

– TimedMediaHandler – программное дополнение, позволяющее производить работу с аудио и видео файлами [14].

2. Расширения для работы с Microsoft Active Directory:

– LDAPAuthentication2 [15], LDAPGroups [16], LDAPProvider [17], LDAPUserInfo [18] – программные дополнения, позволяющие производить работу с LDAP.

– PluggableAuth [19] – программное дополнение, позволяющее изменить стандартную систему аутентификации в MediaWiki.

3. Поисковые расширения:

– Elastica [20], CirrusSearch [21] – программные дополнения, предоставляющие MediaWiki интерфейс к elasticsearch, а также организующие поиск по индексу в elasticsearch.

– AdvancedSearch [22] – программное дополнение, изменяющее стандартный поисковой интерфейс. Предоставляет возможность составлять поисковые запросы с фильтрацией из удобного графического интерфейса.

4. Сторонние расширения:

– VisualEditor [23] – изменяет стандартный графический интерфейс по редактированию статей. Превращает работу по написанию статей из работы с вики-разметкой в работу с WYSIWYG редактором.

– Echo [24] – программное дополнение, добавляющее в MediaWiki систему уведомлений.

– Review – предлагаемое к собственной разработке программное дополнение, которое позволит реализовать в MediaWiki согласование вносимых в систему материалов.

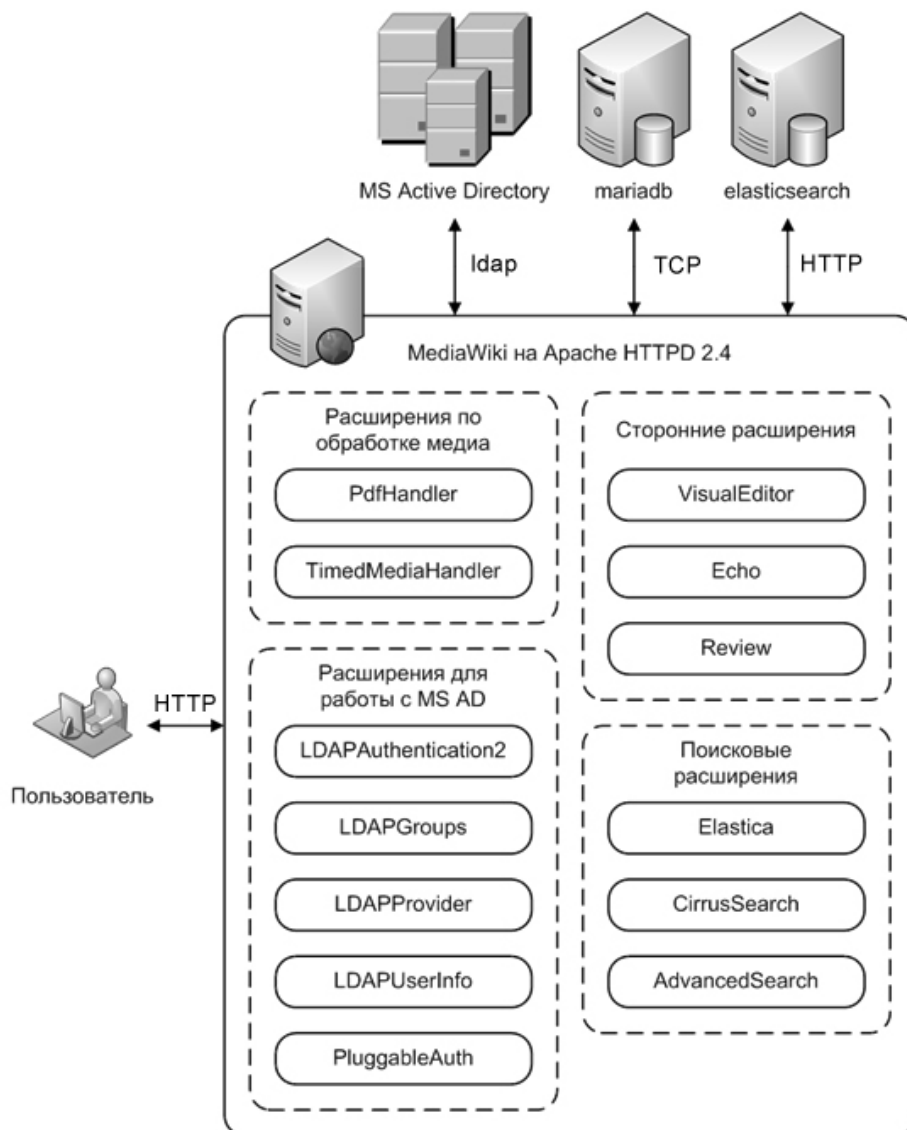


Рис. 4. Структурная схема системы управления знаниями

Разработанная СУЗ имеет перспективы использования в рамках программы импортозамещения. При этом вновь разработанные компоненты также должны иметь свободную лицензию. Отдельно стоит отметить, что Elasticsearch, начиная с версии 7.11, распространяется по двум лицензиям: свободной Apache 2.0 и частично проприетарной Server Side Public License. Таким образом, используя на практике, например, стабильные версии 6.5.4 и 6.8 (только на лицензии Apache 2.0) можно построить СУЗ по свободной лицензии.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ДОПОЛНЕНИЯ

На рис. 5 представлен алгоритм проведения экспертизы и разработки новых статей в СУЗ, реализованный в виде программного дополнения Review.

Рассмотрим некоторые особенности алгоритма. В процессе создания (корректирования) новой статьи (публикации) в СУЗ одним из обязательных этапов становится добавление к ней ключевых слов из существующего списка, который формируется как глоссарий в функциональной модели. При отсутствии необходимых ключевых слов автор статьи может добавить к ней дополнительные.

В процессе согласования статьи происходит автоматический выбор экспертов, которые обладают возможностью скорректировать (изменить или дополнить) список ключевых слов, назначенных автором статьи.

При наличии новых ключевых слов, не входящих в глоссарий, следует определить экспертов для проверки последующих публикаций с данными словами. Эксперты в этом случае назначаются на основании заданных компетенций, указанных в их профиле. Профили экспертов в СУЗ заполняются на основании специализации и участия в различных проектах.

Новые ключевые слова также оказывают влияние на корректировку разработанных функциональной и информационной моделей, заносятся в глоссарий. Скорректированная системная модель будет включена в описание целевого состояния архитектуры предприятия.

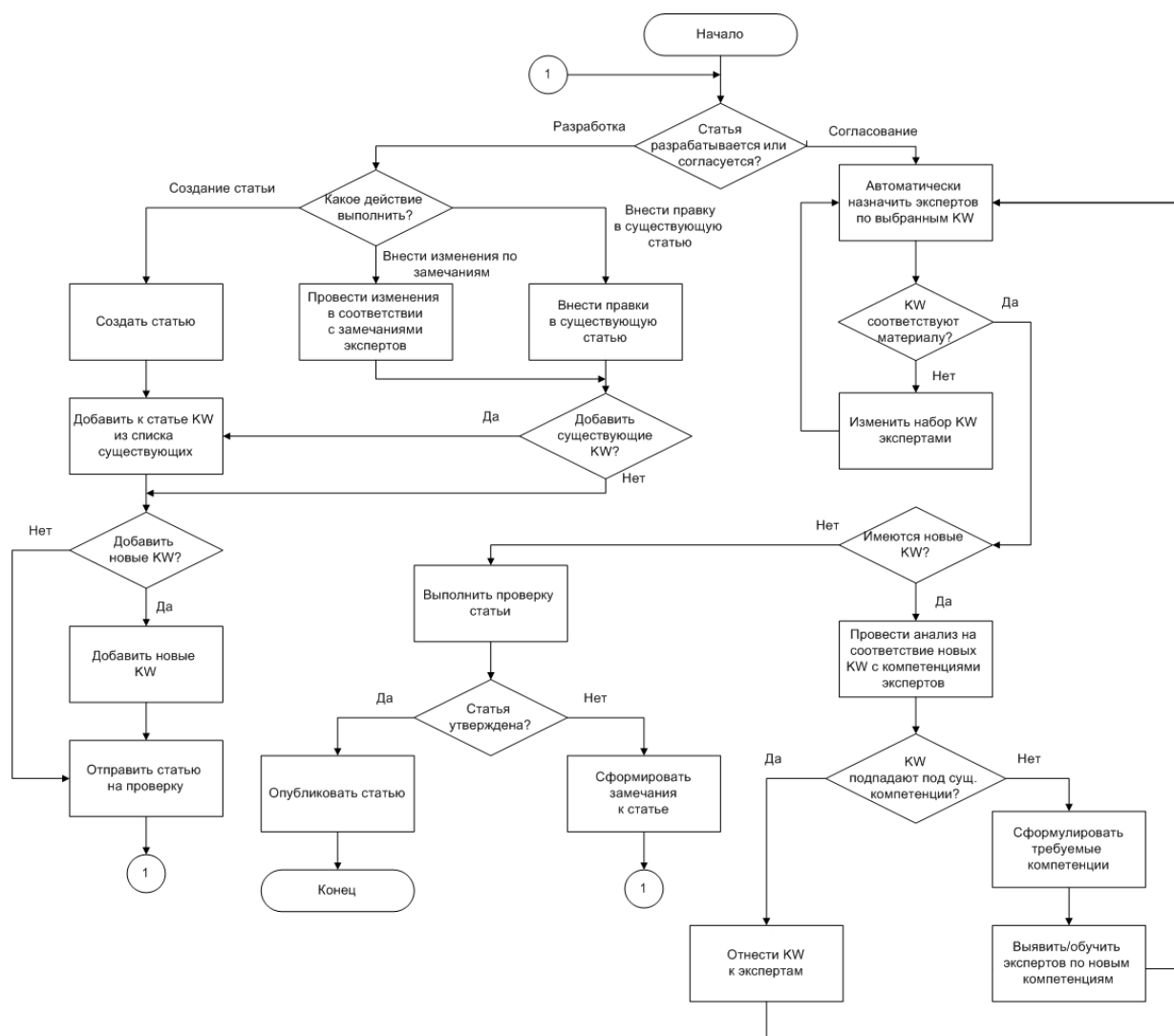


Рис. 5. Схема проведения экспертизы и разработки новых статей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях СУЗ является необходимым компонентом в составе корпоративной информационной системы, выступает хранилищем новых формализованных знаний.

Проведенный анализ функциональных возможностей различных типов СУЗ демонстрирует в условиях импортозамещения приоритетность применения свободно-распространяемого программного обеспечения.

Новые материалы, выявленные при выполнении проектов, выступают в виде обратной связи:

- 1) для корректировки системной модели БП;
- 2) для освоения новых компетенций;
- 3) для изменения действующей на предприятии документации.

Дальнейшее развитие СУЗ связывается с ее трансформацией из базы знаний в экспертную систему с привлечением технологий машинного обучения.

Полученные результаты соответствуют деятельности крупных предприятий (например, в составе ОДК) и могут быть использованы при взаимодействии с кафедрами в структуре опорных вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липкин Е. ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции – М.: ООО «Остек-СМТ», 2017. [Е. Lipkin, *INDUSTRY 4.0: Smart technologies are a key element in industrial competition*, (in Russian). Moscow: ООО "Ostek-SMT", 2017.]

2. Темненко В. Быть или не быть TOGAF: распространение архитектуры предприятия за границы RUP. [Электронный ресурс]. URL: <http://eam-news.blogspot.com/2007/12/togaf-rup.html> (дата обращения 15.04.2022). [V. Temnenko (2022, Apr. 15), To be or not to be TOGAF: spreading enterprise architecture beyond RUP [Online], (in Russian). Available: <http://eam-news.blogspot.com/2007/12/togaf-rup.html>]

3. Управление знаниями на примере машиностроительного предприятия и ВУЗа / А. Ю. Сапожников [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 2. С. 148–157. [A. Yu. Sapozhnikov, "Knowledge management on the example of a machine-building enterprise and a higher education institution", (in Russian), in *Vestnik YuUrGU. Seriya "Kompyuternye tehnologii, upravlenie, radioelektronika"*, vol. 22, no. 2, pp. 148-157.]

4. Управление жизненным циклом продукции / А. Ф. Колчин [и др.]. М.: Анахарсис, 2002. 304 с. [A. F. Kolchin, et al., *Production life cycle management*, (in Russian). Moscow: Anaharsis, 2002.]

5. CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия) в авиастроении / А. Г. Братухин [и др.]; под ред. д-ра техн. наук, проф., Засл. деятеля наук РФ А. Г. Братухина. М.: МАИ, 2000. 304 с.: ил. [A. G. Bratukhin, et al., *CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support - continuous information support of the product life cycle) in the aircraft industry*, (in Russian). Dr. Tech. Sci., prof., Honored. worker of sciences of the Russian Federation A. G. Bratukhin (ed.). Moscow: MAI, 2000.]

6. Рыбаков М. Ю. Бизнес-процессы: как их описать, наладить и внедрить: практикум. М.: Издательство Михаила Рыбакова, 2016. 963 с. [M. Yu. Rybakov, *Business processes: how to describe, adjust and implement them: workshop*, (in Russian). Moscow: Izdatel'stvo Mihaila Rybakova, 2016.]

7. Марка Д. А., McGowan К. L. SADT: Structured Analysis and Design Technique. N.Y.: McGraw Hill, 1988. 392 p.

8. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение: монография. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 1104 с. [V. N. Kasyanov, V. A. Evstigneev, *Graphs in programming: processing, visualization and application: monograph*, (in Russian). St. Petersburg: BHV-Peterburg, 2003.]

9. Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Проектирование экспертных систем на основе системного моделирования / Г. Г. Куликов [и др.]. Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 1999. 223 с. [G. G. Kulikov, et al., *Computer-aided design of information and control systems. Design of expert systems based on system modeling*, (in Russian). Ufa: Ufimsk. gos. aviac. tehn. un-t, 1999.]

10. Фрэнкс Б. Укрощение больших данных: как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 352 с. [B. Franks, *Taming big data: how to extract knowledge from data sets with the help of deep analytics*, (in Russian). Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2014.]

11. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с. [T. L. Saati, *Decision making. Hierarchy analysis method*, (in Russian). Moscow: Radio I svaz', 1989.]

12. Бенчмаркинг: что это + 9 примеров + 5 видов. [Электронный ресурс]. URL: <https://in-scale.ru/blog/benchmarking> (дата обращения 06.07.2022). [Benchmarking: what is it + 9 examples + 5 types (2022, Jul. 6). [Online]. Available: <https://in-scale.ru/blog/benchmarking>]

13. **Extension:PdfHandler**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:PdfHandler> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:PdfHandler. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:PdfHandler>]
14. **Extension:TimedMediaHandler**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:TimedMediaHandler> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:TimedMediaHandler. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:TimedMediaHandler>]
15. **Extension:LDAPAuthentication2**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPAuthentication2> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:LDAPAuthentication2. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPAuthentication2>]
16. **Extension:LDAPGroups**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPGroups> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:LDAPGroups. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPGroups>]
17. **Extension:LDAPProvider**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPProvider> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:LDAPProvider. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPProvider>]
18. **Extension:LDAPUserInfo**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPUserInfo> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:LDAPUserInfo. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:LDAPUserInfo>]
19. **Extension:PluggableAuth**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:PluggableAuth> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:PluggableAuth. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:PluggableAuth>]
20. **Extension:Elastica**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Elastica> (дата обращения 17.06.2022). [Extension:Elastica. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Elastica>]
21. **Extension:CirrusSearch**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:CirrusSearch> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:CirrusSearch. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:CirrusSearch>]
22. **Extension:AdvancedSearch**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:AdvancedSearch> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:AdvancedSearch. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:AdvancedSearch>]
23. **Extension:VisualEditor**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/VisualEditor> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:VisualEditor. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/VisualEditor>]
24. **Extension:Echo**. Официальный сайт «MediaWiki». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Echo> (дата обращения 17.07.2022). [Extension:Echo. Official site «MediaWiki» (2022, Jul. 17). [Online]. Available: <https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Echo>]

ОБ АВТОРАХ

КУЗНЕЦОВ Александр Андреевич, нач. отдела, Дирекция ИТ, ПАО «ОДК-УМПО». Дипл. инж. (УГАТУ, 2008). Иссл. в обл. информационных технологий и управления данными.

САПОЖНИКОВ Алексей Юрьевич, зам. нач. отдела, Дирекция ИТ, ПАО «ОДК-УМПО». Дипл. инженер (УГАТУ, 2000). Канд. техн. наук по спец. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» (УГАТУ, 2012). Иссл. в обл. автоматизации проектирования, САПР, инф. технологии, управление данными.

КУЛИКОВ Геннадий Григорьевич, проф. каф. автоматизированные системы управления. Дипл. инж. автоматизац. машиностро-я (УАИ, 1971). Д-р техн. наук по сист. анализу, автоматич. управлению и тепл. двигателям (УАИ, 1989). Иссл. в обл. АСУ и упр. силовыми установками ЛА.

KUZNETSOV. Alexander Andreevich, Head of department, Directorate of IT (PJSC "UEC-UMPO").

SAPOZHNIKOV, Alexey Yurievich, Deputy chief, Directorate of IT (PJSC "UEC-UMPO"). Cand. of Tech. Sci. (USATU, 2012).

KULIKOV, Gennady Grigorievich, Prof. of Dept. of automated control systems. Dipl. engineer (UAI, 1971), Dr. of Tech. Sci. (UAI, 1989).

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 26, no. 4 (98), pp. 29-39, 2022. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).