

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ВУЗА

А.Ю. Сапожников¹, axl_mail_box@mail.ru
Г.Г. Куликов², grisha@molniya-ufa.ru
А.А. Кузнецов¹, kuznecovopkr@gmail.com
М.В. Юрлов¹, lvefunc@icloud.com

¹ Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

² Уфимское научно-производственное предприятие «Молния», Уфа, Россия

Аннотация. В настоящей статье рассматривается проблема управления знаниями. Значение роли человеческих ресурсов, организационного управления и информационных технологий в повышении эффективности современных компаний явилось причиной того, что со второй половины 90-х годов началось активное исследование проблематики управления знаниями (knowledge management). Основная цель управления знаниями – превратить знания и опыт сотрудников в капитал компании. Информационные технологии сегодня являются одним из основных драйверов при трансформации современного бизнеса, определяющим фактором четвертой промышленной революции INDUSTRY 4.0. Поэтому сегодня целевая модель предприятия наукоемкой отрасли все чаще содержит задачу по созданию ИТ-решения для управления знаниями. **Цель исследования:** построение метамоделей системы управления знаниями (СУЗ) с применением методологии TOGAF, разработка архитектуры СУЗ для использования на промышленном предприятии и вузе. **Методы исследования,** использованные в работе: комплексный подход и структурный анализ процесса системного проектирования по методологии SADT (Structured Analysis and Design Technique) и по методологии TOGAF (The Open Group Architecture Framework). **Результаты.** Разработанная метамоделю архитектуры СУЗ демонстрирует на выделенной предметной области применение методологии SADT и TOGAF для создания системы управления знаниями крупного машиностроительного предприятия и вуза. Разработанная функциональная модель описывает механизм накопления и формализации знаний в форме гипертекстовых и продукционных баз знаний при реализации совместных проектов и их передачу в СУЗ отрасли. **Заключение.** Разработанные продукционные правила позволяют интегрировать организационно-функциональную структуру предприятия и вуза с точки зрения повышения эффективности ИТ, создать единую интеллектуальную среду при реализации совместных проектов, обеспечить накопление знаний в локальных СУЗ и их трансфер в отраслевые базы знаний.

Ключевые слова: система управления знаниями, метамоделю TOGAF, цифровой двойник, базовая кафедра, цифровая трансформация

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-проекта № 20-37-90061.

Для цитирования: Управление знаниями на примере машиностроительного предприятия и вуза / А.Ю. Сапожников, Г.Г. Куликов, А.А. Кузнецов, М.В. Юрлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 2. С. 148–157. DOI: 10.14529/ctcr220214

Brief report

DOI: 10.14529/ctcr220214

KNOWLEDGE MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE AND A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

A.Yu. Sapozhnikov¹, axl_mail_box@mail.ru

G.G. Kulikov², grisha@molniya-ufa.ru

A.A. Kuznetsov¹, kuznecovopkr@gmail.com

M.V. Yurlov¹, lvefunc@icloud.com

¹ Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

² Ufa Scientific and Production Enterprise "Molniya", Ufa, Russia

Abstract. The article discusses the problem of knowledge management. Meaning of the role of human resources, organizational management and information technologies in efficiency advancement of modern companies is the reason why active research of the knowledge management problem got started in the second half of 1990s. Main aim of knowledge management is to transform knowledge and experience of employees into company capital. Information technologies today are the main drive for transformation of modern businesses which is the main factor for the fourth industrial revolution INDUSTRY 4.0. This is why today's goal model of knowledge-intensive industry enterprises contains task of IT solution creation that handles knowledge management. Aim: creating a metamodel of knowledge management system (KMS) using TOGAF methodology. Developing a KMS architecture for it to be used on industrial enterprise and higher education institution. Research methods used: complex approach and structural analysis of the process of system design using SADT (Structured Analysis and Design Technique) and TOGAF (The Open Group Architecture Framework) methodologies. Results. Developed metamodel of KMS architecture shows application of SADT and TOGAF methodologies on a given subject area in order to create knowledge management system of industrial enterprise and higher education institution. Developed functional model describes mechanism of how knowledge is collected and formalized in form of hypertext and productional knowledge bases when conducting collaborative projects and their transfer to industries KMS. Conclusion. Developed productional rules allow integration of organizational and functional structure of enterprise and higher education institution from point of advancing IT efficiency, to create a central intelligent sphere when conducting collaborative projects, to allow knowledge collection at local knowledge management systems and to transfer this knowledge in industry enterprises.

Keywords: knowledge management system, TOGAF metamodel, digital twin, base department, digital transformation

Acknowledgments: The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 20-37-90061.

For citation: Sapozhnikov A.Yu., Kulikov G.G., Kuznetsov A.A., Yurlov M.V. Knowledge management on the example of a machine-building enterprise and a higher education institution. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics.* 2022;22(2):148–157. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr220214

Ключевой задачей управления знаниями является использование знаний для получения конкурентного преимущества [1]. Очевидно, что повышение эффективности при реализации наукоемких проектов на предприятиях может достигаться за счет привлечения научного потенциала вузов, в том числе с использованием базовых кафедр [2, 3]. Основным инструментом, обеспечивающим взаимодействие участников научно-производственной среды, выступает цифровой двойник корпоративной информационной среды (ЦД КИС) предприятия, реализуемый в составе КИС университета. Данный цифровой двойник реализуется как предметно-ориентированное слабоструктурированное информационное пространство (среда) с правилами исчисления, отвечающими теории категории множеств, обеспечивающее поддержку жизненного цикла продукции выпускаемой отраслью. Современные информационные технологии, реализующие цифровые двойники [4–6] объектов, процессы и их взаимодействие в процессах управления также являются основой трансформации INDUSTRY 4.0 [7–9].

В [10] показано, что формализации логических составляющих в моделях ЦД процессов, отвечающих требованиям ГОСТ [11, 12], в общем случае соответствуют точкам принятия решений в форме продукций: «если – то» (условным операторам) внутри ЦД. Соответственно, если какая-либо композиция ЦД соответствует обобщенному процессу, то и правила продукций исходных процессов будут образовывать композицию продукций (базы знаний) обобщенного процесса.

Важная роль в составе научно-производственной среды отводится процессам выявления, накопления и обмена знаниями, в том числе знаний по работе в прикладном программном обеспечении (ПО), входящем в состав цифрового двойника.

В качестве методологии для разработки СУЗ может служить методология TOGAF (The Open Group Architectural Framework) как наиболее универсальная и часто применяемая для разработки корпоративных архитектурных решений, регламентирующих использование ИТ на предприятиях и корпорациях [13].

Одним из ключевых понятий в TOGAF является точка зрения (viewpoint), определяющая текущее состояние предприятия и аспект, в котором будет происходить его трансформация в целевое. В данной работе будет рассмотрен аспект цифровой трансформации, актуальный как для предприятий, так и для опорных учебных вузов.

Поставленные на предприятии актуальные задачи являются новыми вызовами, их решение позволит перейти предприятию в новое (целевое) состояние [14, 15].

На рис. 1 приведена мнемосхема по реализации подобного рода производственных задач в виде совместных проектов с привлечением научно-технического задела (НТЗ) вуза. Важным элементом при этом становится ЦД КИС в составе университета, выполняющий роль обратной связи по воздействию на научно-производственную среду. Только при его наличии становится возможным трансфер технологии от предприятия к вузу, реализация проектов с использованием НТЗ университета, как следствие – ИТ-трансформация университета, возможность передачи новых знаний преподавательскому составу и внедрения этих знаний в учебный процесс.

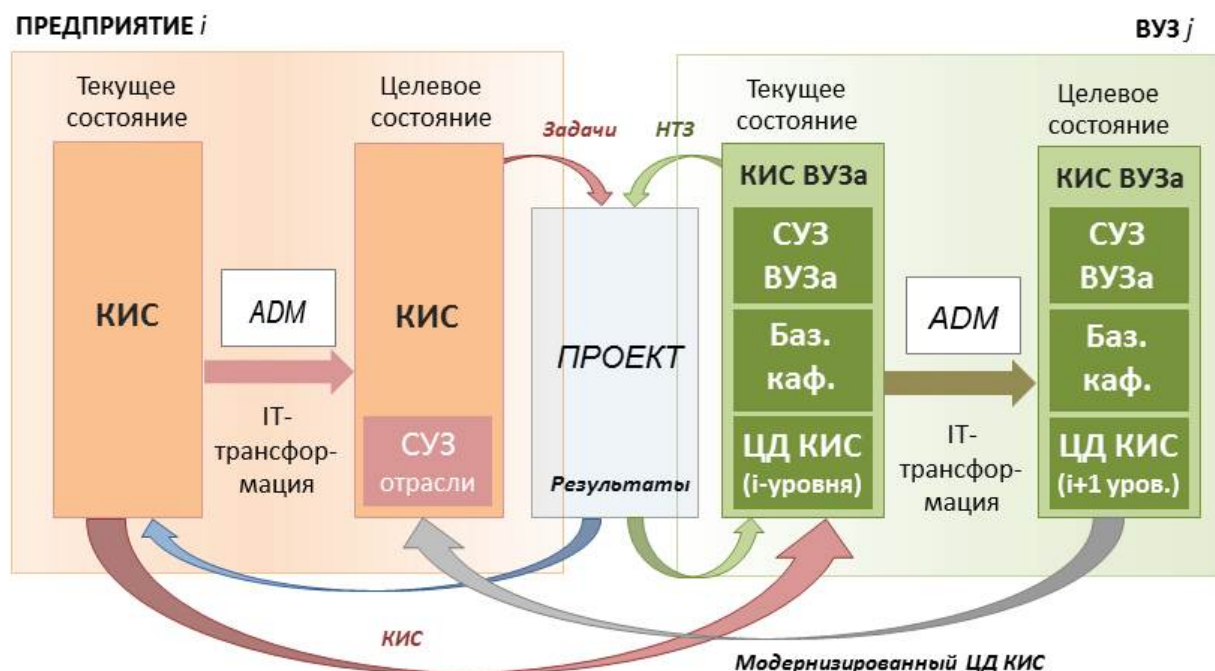


Рис. 1. Цифровое интегрирование и трансформация КИС и СУЗ вузов и предприятий отрасли в результате выполняемых проектов и использования ЦД КИС

Fig. 1. Digital integration and transformation of corporate information systems and knowledge management system of Higher Educational Institutions and enterprises of industry as a result of projects that use digital twins and corporate information systems

При этом можно зафиксировать ряд следующих особенностей.

Для предприятия выполнение проектов:

- 1) приближает текущее состояние предприятия к целевому;
- 2) обеспечивает появление новых знаний, полученных как в виде результатов проекта, так и в виде НТЗ вуза;
- 3) модернизация ЦД КИС в университете формирует облик КИС в целевом состоянии предприятия.

Для вуза выполнение проектов:

- 1) требует наличия ЦД КИС в составе университета, является необходимым условием для работы базовых кафедр;
- 2) инициирует модернизацию ЦД КИС и, как следствие, оказывает влияние на ИТ-трансформацию университета;
- 3) обеспечивает накопление знаний в университете.

ADM (Architecture Development Method), показанный на рис. 1, – это метод в составе TOGAF, который позволяет осуществить переход от текущего к целевому состоянию через 10 фаз архитектурного цикла.

Построение системной модели процесса взаимодействия «вуз – предприятие» (рис. 2) и ее дальнейший анализ позволяет выявить следующие недостатки, являющиеся неформализованными ранее резервами по повышению эффективности.

1. Отсутствует механизм, обеспечивающий непрерывное и системное взаимодействие персонала вуза и предприятия по решению актуальных задач отрасли. Обсуждение проблем и потребностей отрасли происходит в рамках совещаний, носящих разовый характер, при этом в реальную работу передается незначительное количество задач, реализация которых требует привлечения научного потенциала вуза.

2. Слабое или полное отсутствие привлечения обучающихся в вузе для решения актуальных задач отрасли. Студенты знакомятся с производственной средой, ее задачами и потребностями только при прохождении практик.

3. Задачи, решаемые в рамках курсовых и выпускных квалификационных работ, не содержат практической ценности для производственной среды.

4. Отсутствует общая программно-аппаратная среда, обеспечивающая информационное взаимодействие персонала вуза и предприятия при совместном решении актуальных задач. Коллективы с предприятия и университета, задействованные в решении одной задачи, выполняют работу в различных КИС. Обмен информацией происходит в бумажном виде или путем обмена съемными носителями информации при личных встречах или путем обмена через общедоступные каналы связи, такие как почта, яндекс-диск и др.

5. Отсутствует единая целевая база знаний с результатами выполнения совместных проектов. В БД НИЧ хранится только общая, атрибутивная информация о выполненных научно-исследовательских работах (НИР), в то время как практические результаты НИР хранятся в архивах отдельных кафедр или научных коллективов. Результаты выпускных квалификационных работ в университете хранятся в отдельных архивах кафедр, а пояснительные записки к ним хранятся в бумажном виде в центральном архиве вуза. Не организован процесс сбора и консолидации в единую базу научных и практических результатов работ, выполненных в вузе, а также не отлажен процесс доступа к этим данным, их передача в производственную среду.

6. Не формализованы процедуры, обеспечивающие полноценное функционирование базовых кафедр (БК) в составе вуза. В настоящий момент организация работы с ними осуществляется без учета их специфики и направленности на взаимодействие с предприятием.

Другими ключевыми элементами, представленными в описании, являются СУЗ вуза и СУЗ отрасли. На рис. 3 представлен механизм наполнения СУЗ отрасли в результате выполнения совместных проектов. При этом отражена главная идея, заложенная в корпоративных СУЗ: каждое предприятие обеспечивает наполнение общей отраслевой базы знаний, которая является распределенной. Таким образом, путем применения ЦД КИС, на которой выполняются проекты «вуз – предприятие», всем предприятиям отрасли становится доступен НТЗ университетов, обеспечивая скорейший рост отраслевых технологий.

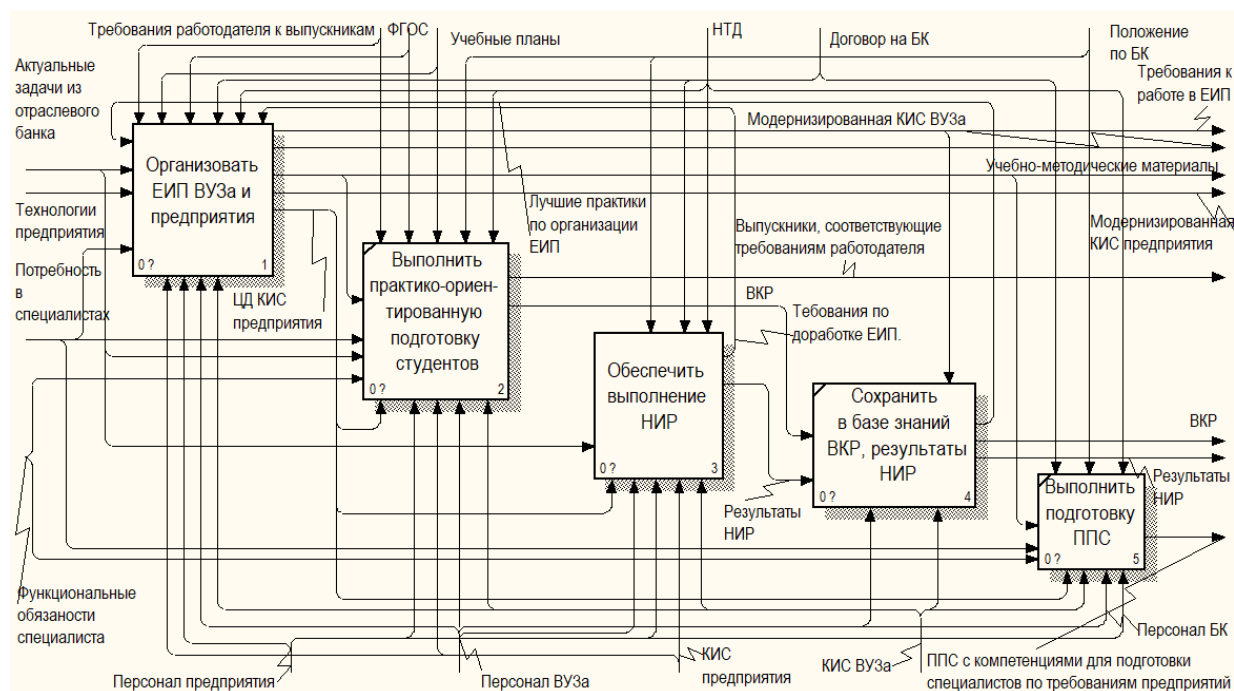


Рис. 2. Функциональная диаграмма взаимодействия «вуз – предприятие» с использованием ЦД и механизма базовых кафедр (1-й уровень)
Fig. 2. Functional diagram of “Higher Educational Institution – Enterprise” interaction using digital twins and base department mechanisms

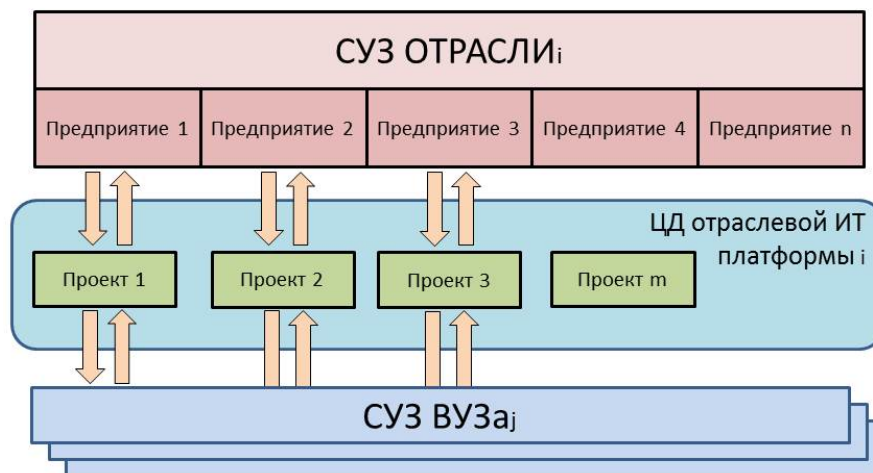


Рис. 3. Схема пополнения отраслевой СУЗ в результате выполнения локальных проектов
Fig. 3. Model of knowledge management system refill as a result of local projects

Отметим важное свойство СУЗ университетов, которая в отличие от СУЗ предприятий пополняется результатами проектов, но при этом остается автономной.

Как отмечалось в [3], развитие ЦД КИС на основе методологии TOGAF происходит итерационно и базируется на одном из основных процессов, например, для конструкторского бюро машиностроительной отрасли основным процессом является разработка новых изделий, что возможно только при одновременной реализации перспективных НИР и внедрении новейших технологий. Очевидно, что любое проведение работ в условиях INDUSTRY 4.0 происходит с привлечением ИТ, а также организации процессов технического сопровождения специалистов из различных областей при использовании программного и аппаратного обеспечения.

При этом у большинства предприятий продолжается использование традиционных текстовых документов, описывающих различные процедуры и технологии, в том числе и при работе с программным обеспечением (ПО).

Данный подход показал свою неэффективность при разработке программных документов.

Во-первых, существенным недостатком является значительная продолжительность разработки, оформления, согласования, а также проведения изменений в программных документах (ПД), что неприемлемо в условиях частого обновления как самого ПО, так и меняющихся подходов его применения.

Во-вторых, ярким недостатком является «отрыв» ПД от прикладной области, в которой оно применяется. Различные классы крупных информационных систем, таких как CAD, CAM, PLM, MRP, ERP и т. д., используются с учетом методологий, разработанных в прикладных областях и принятых в отрасли. Таким образом, для корректного и полного описания работы в ПД требуется консолидация знаний IT-специалистов и экспертов предметной области, в которой используется ПО.

В-третьих, недостаточная степень информативности программных документов. В ряде случаев вместо текстового документа для конечного потребителя более понятной является информация, представленная в форматах видео, как интерактивное руководство и т. п.

На рис. 4 приведен фрагмент целевой метамодели TOGAF, отражающий цифровую трансформацию предприятия в виде появления СУЗ на примере следующих процессов:

- техническая поддержка пользователей информационных систем;
- разработка конструкторской документации (КД) с использованием САПР и PLM-систем;
- проведение НИР;
- внедрение новых технологий.

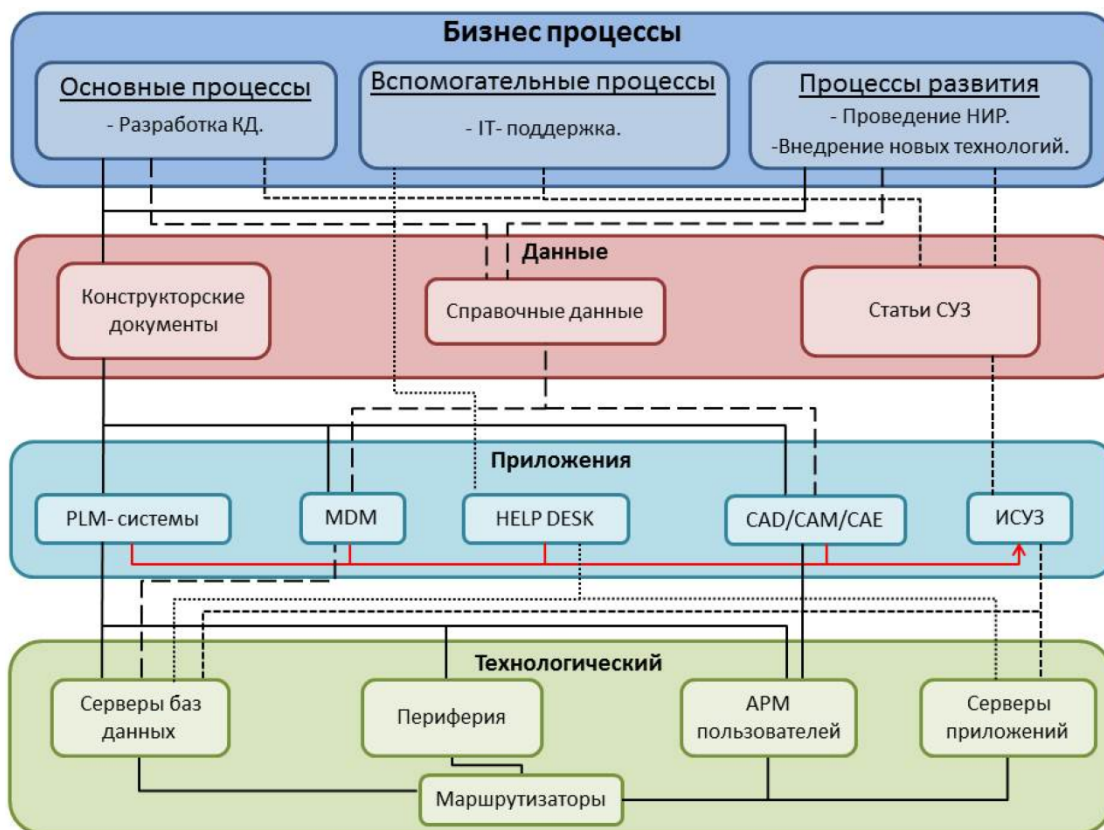


Рис. 4. Фрагмент целевой метамодели
Fig. 4. Fragment of target metamodel

Новизной разработанной метамодели является связь между ПО на слое приложений. Данная связь обеспечивает аккумулирование знаний в виде взаимоувязанных статей в СУЗ при реализации в информационных системах выбранных бизнес-процессов, затрагивающих различные предметные области.

В качестве примера применения предложенной целевой метамодели TOGAF рассмотрим процесс IT поддержки пользователей информационных систем (рис. 5). В качестве основного

решения для построения СУЗ было выбрано свободно распространяемое программное обеспечение MediaWiki [16] и поисковая система полнотекстового поиска и анализа данных с веб-интерфейсом elasticsearch [17].

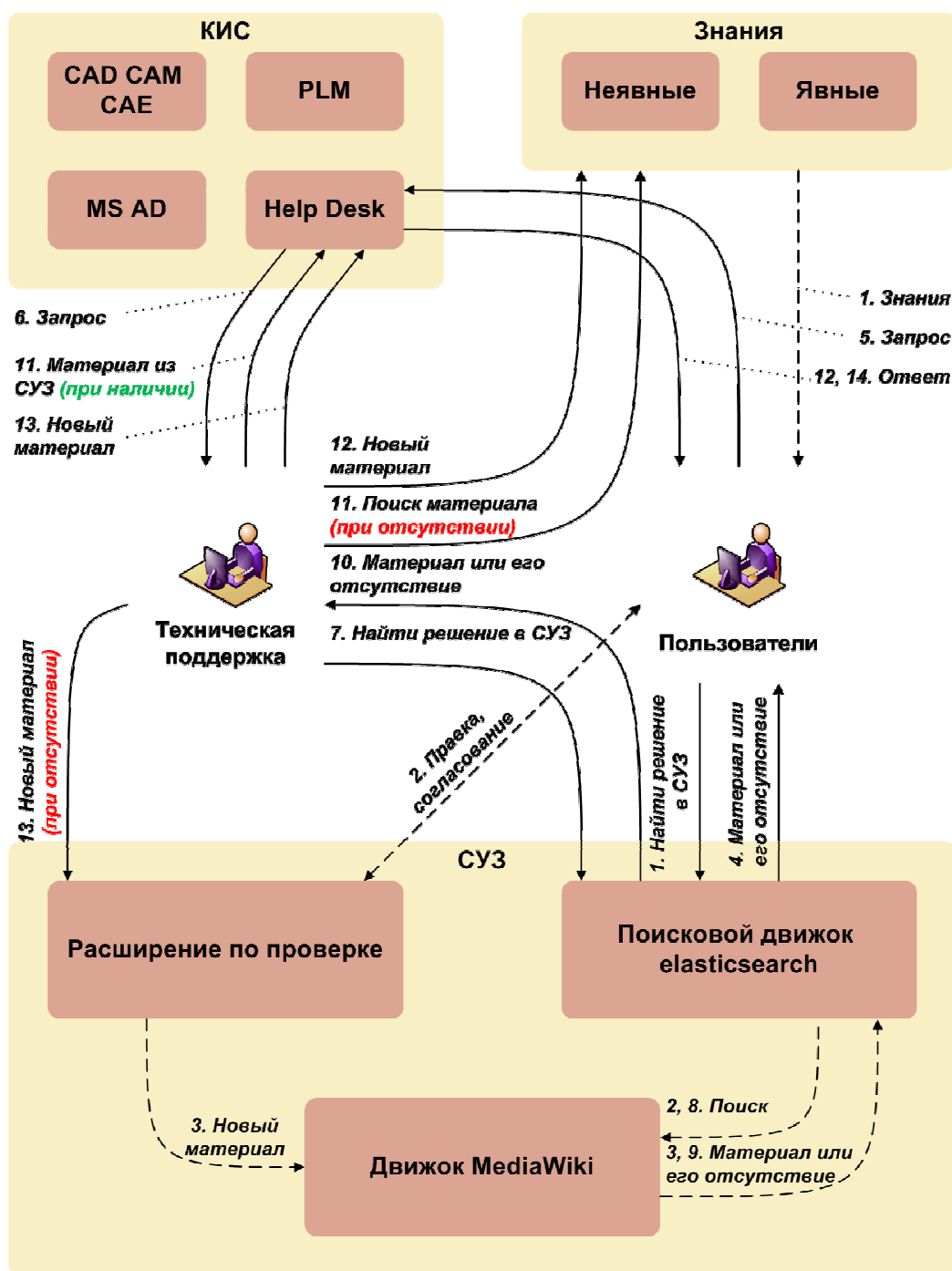


Рис. 5. Мнемосхема предлагаемого процесса техподдержки с использованием СУЗ
Fig. 5. Mnemonic scheme of proposed process of tech support using knowledge management system

При возникновении проблемы по использованию информационных систем пользователь сначала пытается найти решение проблемы лично в СУЗ. Если нужная информация не найдена, то он составляет заявку в техническую поддержку.

Сотрудники технической поддержки, убедившись, что решение действительно отсутствует, приступают к решению проблемы пользователя, обращаясь в том числе и к внешним, по отношению к СУЗ, источникам знаний. Ими могут являться неявные знания, такие как личный опыт

экспертов, либо явные знания, представленные в качестве конкретных текстовых, графических, видеоматериалов, которые можно найти в сети Интернет. После того как новое решение проблемы было сформировано оператором технической поддержки, оно предоставляется пользователю, а также заносится в систему управления знаний в качестве новой статьи (правки), которую требуется утвердить.

В рамках процесса пополнения СУЗ рассматривается проблема приведения различной информации к формализованному удобному виду для работы пользователей. Для этого предлагается использовать привычный функционал MediaWiki, которая предоставляет возможность создания статей, определения их в различные категории, добавления ключевых слов, позволяющих группировать и искать статьи различным критериям.

При разработке принято решение об обязательной привязке каждой статьи к категориям, а также назначении к каждой категории компетентных специалистов (экспертов) для проверки.

Предложенный подход оказания ИТ-поддержки позволяет получить ряд преимуществ по сравнению с использованием традиционных текстовых ПД:

- наличие поисковой навигации по базе программных документов на портале предприятия;
- снижение нагрузки на службу технической поддержки за счет возможности самостоятельного решения проблемы пользователем путем обращения в СУЗ;
- уменьшение количества одинаковых запросов в help desk;
- повышение информативности предоставляемой информации по сравнению с текстовыми документами.

Выводы

1. Предложена архитектура системной цифровой трансформации СУЗ исследуемой предметной области (проектов) производственного предприятия и вуза на основе методологии TOGAF, обеспечивающая синергетический эффект при совместной реализации проектов инновационных, наукоемких изделий по разработке с использованием ЦД КИС.

2. Разработана схема взаимодействия между отраслевыми СУЗ предприятий и СУЗ вузов, обеспечивающая обмен знаниями между производственной и научно-образовательной средой.

3. Предложена целевая метамодель процессов разработки КД и выполнения НИР, обеспечивающая накопление знаний в СУЗ.

4. Приведен пример реализации и использовании СУЗ для процесса технической поддержки.

Список литературы

1. Зимова Н.С. Особенности внедрения системы управления знаниями в российских компаниях // Научный результат. Социология и управление. 2019. Т. 5, № 3. С. 100–116. DOI: 10.18413/2408-9338-2019-5-3-0-7

2. Архитектура структуры цифрового двойника интегрированной ИТ-платформы для распределенного, многовариантного проектирования объектов машиностроения / Г.Г. Куликов, А.Ю. Сапожников, А.А. Кузнецов, А.С. Маврина // Вестник УГАТУ. 2021. Т.25, № 2 (92). С. 86–92. DOI: 10.54708/19926502_2021_2529286

3. Подход к формированию виртуальной метаструктуры цифрового проектного двойника корпоративной информационной системы машиностроительного предприятия / А.Ю. Сапожников, А.А. Кузнецов, А.С. Маврина, Г.Г. Куликов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2021. Т. 21, № 2. С. 5–15. DOI: 10.14529/ctcr210201

4. Прохоров А., Лысачев М. Научный редактор профессор Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Изд. первое, испр. и доп. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. 401 с.

5. Цифровой двойник (digital twin) // IT Enterprise. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/cifrovoj-dvojniki-digital-twin> (дата обращения: 12.03.2022).

6. Фролов Е.Б. MES – базис для создания «цифрового двойника». URL: <https://www.e-executive.ru/management/practices/1989564-mes-bazis-dlya-sozdaniya-tsifrovogo-dvojnika> (дата обращения: 15.03.2022).

7. Шваб К. Четвертая промышленная революция: пер. с англ. М.: Эксмо, 2016. 136 с.

8. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. М.: ООО «Остек-СМТ», 2017.

9. Хузмиев И.К. Информационные технологии – инфраструктура четвертой промышленной революции // Россия: тенденции и перспективы развития. 2017. Вып. 12, ч. 3. С. 274–277.
10. Концепция системного представления предметной области при формировании цифрового двойника производственного процесса машиностроительного предприятия / А.В. Речкалов, А.В. Артюхов, Г.Г. Куликов, В.Н. Новиков // Вестник УГАТУ. 2022. Т. 26, № 1 (95). С. 120–135. DOI: 10.54708/19926502_2022_26195120
11. ГОСТ Р ИСО 15531-1–2008. Промышленные автоматизированные системы и интеграция. Данные по управлению промышленным производством. Часть 1. Общий обзор. М.: Стандартинформ, 2008. 20 с.
12. ПНСТ 429–2020. Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2020. 8 с.
13. Темненко В. Быть или не быть TOGAF: распространение архитектуры предприятия за границы RUP. URL: <http://eam-news.blogspot.com/2007/12/togaf-rup.html> (дата обращения: 15.04.2022).
14. Балашов А.И. Производственный менеджмент (организация производства) на предприятии. СПб.: Питер, 2009. 160 с.
15. The Future of the Future: Cognitive Artificial Intelligence. URL: <https://www.infor.com/resources/the-future-of-the-future-cognitive-artificial-intelligence> (дата обращения: 15.04.2022).
16. Почему строить базу знаний компании на основе mediawiki – недурная затея. URL: <https://habr.com/ru/post/437568> (дата обращения: 16.04.2022).
17. Elasticsearch – поисковая система и аналитическая СУБД в облаке. URL: <https://cloud.yandex.ru/blog/posts/2021/08/managed-elasticsearch-overview> (дата обращения: 17.04.2022).

References

1. Zimova N.S. Implementation features of knowledge management systems in Russian companies. *Research result. Sociology and Management*. 2019;5(3):100–116. (In Russ.) DOI: 10.18413/2408-9338-2019-5-3-0-7
2. Kulikov G.G., Sapozhnikov A.Yu., Kuznetsov A.A., Mavrina A.S. Distributed design of engineering facilities using the digital twin of the industry IT platform. *Vestnik UGATU*. 2021;25(2):86–92. (In Russ.) DOI: 10.54708/19926502_2021_2529286
3. Sapozhnikov A.Yu., Kuznetsov A.A., Mavrina A.S., Kulikov G.G. An approach to the transformation of a virtual metastructure of a digital design twin of a machine-building enterprise corporate information system. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2021;21(2): 5–15. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr210201
4. Prokhorov A., Lysachev M. Borovkov A. (ed.). *Tsifrovoy dvoynik. Analiz, trendy, mirovoy opyt* [Digital twin. Trend analysis, worldwide experience.]. Moscow: ООО “Al’yans-Print”; 2020. 401 p. (In Russ.)
5. *Tsifrovoy dvoynik (digital twin)* [Digital twin]. Available at: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/cifrovoj-dvoynik-digital-twin> (accessed 12.03.2022). (In Russ.)
6. Frolov E.B. *MES – bazis dlya sozdaniya “tsifrovogo dvoynika”* [MES – basis for creation of “digital twin”]. Available at: <https://www.e-executive.ru/management/practices/1989564-mes-bazis-dlya-sozdaniya-tsifrovogo-dvoynika> (accessed 15.03.2022). (In Russ.)
7. Schwab, Klaus. *The fourth industrial revolution*. Transl. from Engl. Moscow: Eksmo; 2016. 136 p. (In Russ.)
8. Lipkin E. *Industriya 4.0: Umnyye tekhnologii – klyuchevoy element v promyshlennoy konkurentsii* [Industry 4.0: Smart technologies – key component in enterprise competition]. Moscow: ООО “Ostek-SMT”; 2017. (In Russ.)
9. Khuzmiyev I.K. [Information technologies – infrastructure of fourth industrial revolution]. *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*; 2017;12(3):274–277. (In Russ.)
10. Rechkalov A.V., Artyukhov A.V., Kulikov G.G., Novikov V.N. The concept of transformation of the model of planning and management processes based on the digital twin of the production system in the industrial model of a machine-building enterprise. *Vestnik UGATU*. 2022;26(1):110–119. (In Russ.) DOI: 10.54708/19926502_2022_26195120
11. *GOST R ISO 15531-1–2008. Promyshlennyye avtomatizirovannyye sistemy i integratsiya. Dannyye po upravleniyu promyshlennym proizvodstvom. Chast’ 1. Obshchiy obzor* [State Standard

R ISO 15531-1–2008. Industrial automation systems and integration. Industrial manufacturing management data. Part 1. General overview]. Moscow: Standartinform; 2008. 20 p. (In Russ.)

12. *PNST 429–2020. Umnoye proizvodstvo. Dvoyniki tsifrovyye proizvodstva. Chast' 1. Obshchiye polozheniya* [Preliminary National Standard 429–2020. Smart manufacturing. Digital manufacturing twins. Part 1. General principles]. Moscow: Standartinform; 2020. 8 p. (In Russ.)

13. Temnenko V. *Byt' ili ne byt' TOGAF: rasprostraneniye arkhitektury predpriyatiya za granitsy RUP* [To be or not to be for TOGAF: distribution of architectures abroad RUP]. Available at: <http://eam-news.blogspot.com/2007/12/togaf-rup.html> (accessed 15.04.2022). (In Russ.)

14. Balashov A.I. *Proizvodstvennyy menedzhment (organizatsiya proizvodstva) na predpriyatii* [Enterprise production management]. St. Petersburg: Piter; 2009. 160 p. (In Russ.)

15. The Future of the Future: Cognitive Artificial Intelligence. Available at: <https://www.infor.com/resources/the-future-of-the-future-cognitive-artificial-intelligence> (accessed 15.04.2022).

16. *Pochemu stroit' bazu znaniy kompanii na osnove mediawiki – nedurnaya zateya* [Why building a company's knowledge base based on mediawiki is not a bad idea.]. Available at: <https://habr.com/ru/post/437568> (accessed 16.04.2022). (In Russ.)

17. *Elasticsearch – poiskovaya sistema i analiticheskaya SUBD v oblake* [Elasticsearch – search engine and analytical database in the cloud] Available at: <https://cloud.yandex.ru/blog/posts/2021/08/managed-elasticsearch-overview> (accessed 17.04.2022). (In Russ.)

Информация об авторах

Сапожников Алексей Юрьевич, канд. техн. наук, доц. кафедры ИТ в машиностроении, Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия; axl_mail_box@mail.ru.

Куликов Григорий Геннадьевич, технический директор, Уфимское научно-производственное предприятие «Молния», Уфа, Россия; grisha@molniya-ufa.ru.

Кузнецов Александр Андреевич, аспирант кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия; kuznecovopkr@gmail.com.

Юрлов Михаил Викторович, магистрант кафедры автоматизированных систем управления, Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия; lvefunc@icloud.com.

Information about the authors

Alexey Yu. Sapozhnikov, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of IT in Mechanical Engineering, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; axl_mail_box@mail.ru.

Grigory G. Kulikov, Technical Director, Ufa Scientific and Production Enterprise “Molniya”, Ufa, Russia; grisha@molniya-ufa.ru.

Alexander A. Kuznetsov, Postgraduate Student of the Department of Automated Control Systems, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; kuznecovopkr@gmail.com.

Mikhail V. Yurlov, Master's student of the Department of Automated Control Systems, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia; lvefunc@icloud.com.

Статья поступила в редакцию 17.04.2022

The article was submitted 17.04.2022