

УДК 004.8:620.9

DOI:10.25729/ESI.2025.39.3.005

Картирование знаний как один из инструментов построения экосистемы знаний в энергетике

Лезин Александр Геннадьевич, Массель Людмила Васильевна

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,

Россия, Иркутск, lag071999@mail.ru

Аннотация. В настоящее время мировое сообщество проявляет значительный интерес к области, называемой «Knowledge management» (управление знаниями). В России исследования по этой теме также осуществляются, но не так активно, как за рубежом. Передовые исследования основываются на построении экосистемы знаний. Большое значение в этих исследованиях имеют вопросы разработки методов и инструментов управления знаниями в экосистеме знаний. Одним из фрагментов экосистемы знаний могут стать не только знания, но и сведения о специалистах, владеющих этими знаниями, а также их компетенциях, определить которые помогает картирование знаний. В статье предложен один из инструментов построения экосистемы знаний для наукоемких организаций энергетического сектора на основе картирования знаний. Новизна исследования заключается в адаптации комплексного метода картирования знаний, включающей интеграцию онтологического моделирования и оценку компетенций сотрудников. Практическая значимость работы подтверждается апробацией метода в отделе систем искусственного интеллекта ИСЭМ СО РАН, где выявлены ключевые эксперты, зоны развития и оптимизированы процессы управления знаниями.

Ключевые слова: картирование знаний, экосистема знаний, управление знаниями, оценка знаний, наукоемкая организация

Цитирование: Лезин А.Г. Картирование знаний как один из инструментов построения экосистемы знаний в энергетике / А.Г. Лезин, Л.В. Массель // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2025. – № 3 (39). – С. 46-60. – DOI:10.25729/ESI.2025.39.3.005.

Введение. Сегодня знания стали ключевым ресурсом для любой компании: организации инвестируют существенные средства в их получение, накопление, обработку и актуализацию. В условиях динамично изменяющейся среды бизнеса эффективное управление знаниями превращается в критически важное конкурентное преимущество. Этот процесс не только способствует развитию предприятия, но и помогает сотрудникам работать с большими массивами информации, что обусловлено рядом факторов: 1) современные информационные технологии предоставили организациям доступ к колоссальным массивам данных (как внутренним, так и внешним), из-за чего поиск релевантной информации для принятия управленческих решений стал сложной задачей; 2) в условиях высокой динамики внешней среды знания стремительно устаревают, что вынуждает компании оперативно находить и внедрять актуальные сведения; 3) многие организации приходят к пониманию, что просчеты и недостаточная осведомленность в ключевых вопросах способны привести к критическим последствиям [1]. Нередко провалы обусловлены отсутствием продуманной системы интеграции знаний или неоправданной переоценкой потенциала ИТ-решений. Следует принимать во внимание низкий уровень компетенций в сфере управления знаниями, характерный для российских компаний.

Для оптимизации указанных показателей применяют разнообразные инструменты и методики управления знаниями. Среди них особого внимания заслуживает метод картирования знаний, который можно считать ключевым. Таким образом, основной целью исследования является разработка подхода к построению экосистемы знаний для энергетических организаций, основанного на обосновании выбора и адаптации выбранных методов картирования знаний. Новизна работы заключается в: 1) комплексном подходе к картированию знаний, интегрирующем целевой и онтологический подходы; 2) интеграции оценки неявных знаний и компетенций сотрудников; 3) создании веб-инструмента для

визуализации карт знаний; 4) анализе результатов не только по знаниям, но и по компетенциям.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности использования интеллектуальных ресурсов и преодоления низкого уровня профессиональной грамотности в управлении знаниями в российской энергетике.

В первой части работы рассмотрена проблема управления знаниями, выявлены и определены виды знаний в научных организациях, исходя из концепции жизненного цикла знаний и приведены различные модели генерации знаний. В методологической части описаны инструменты выявления и подготовки данных для картирования знаний, рассмотрены подходы к картированию знаний, отличающиеся не только концептуально, но и размерами сфер применимости. Работа завершается практическим примером картирования знаний, реализованном в отделе Систем искусственного интеллекта в энергетике ИСЭМ СО РАН.

1. Управление знаниями и экосистема знаний: концептуальные основы. Современная концепция управления знаниями (УЗ) включает широкий спектр определений: от базовых («систематизация информации и знаний организации») до профессиональных трактовок, разработанных экспертами Gartner Group: «УЗ – это система, которая предполагает интегрированный подход к поиску, сбору, оценке, восстановлению и распространению всех информационных активов предприятия. В состав таких активов могут входить базы данных, документы, политики, процедуры, а также знания и опыт отдельных работников, которые ранее не фиксировались» [2].

Оба определения носят ярко выраженный организационный характер, что объясняется историческими корнями систем управления знаниями, зародившихся в корпоративной среде. По своей сути, такие системы направлены на аккумуляцию и систематизацию знаний сотрудников с последующим их распространением внутри коллектива. Обобщая приведенные трактовки, можно дать следующее определение: управление знаниями представляет собой комплекс процессов, регулирующих генерацию, обработку, распространение и применение знаний в рамках организации.

1.1. Эволюция подходов к управлению знаниями. Экосистемы знаний рассматривают, как новый подход к управлению знаниями. В отличие от традиционных методов, экосистема знаний предполагает создание самоорганизующейся среды, где взаимодействие участников (сотрудников, ИТ-систем, данных) стимулирует генерацию инноваций. Подход к разработке "экосистемы знаний" – это путь к реализации осмысленного управления знаниями, направленный на развитие взаимодействий между участниками обмена (агентами), упрощение принятия решений и продвижение инноваций посредством развития сотрудничества между агентами [3, 4].

Понятия экосистемы знаний и подходы к их построению в области энергетики рассматривались авторами в [5-7]. В общем случае экосистемы знаний определяют, как «организации, состоящие из различных акторов, объединенных совместным поиском ценных знаний, и в то же время обладающих независимой деятельностью за пределами экосистемы знаний» [8-10]. Специалисты, разрабатывающие экологический подход к управлению знаниями, иногда обращаются к теории сложных адаптивных систем.

Как и в естественных экологических системах, экосистемы знаний имеют входы, выходы и промежуточные этапы преобразования объекта. Объекты взаимодействуют со своей средой, в которой множество уровней интегрированы в единую экосистему [11].

Экосистемы знаний включают взаимосвязанные ресурсы знаний, базы данных, сервисы для работы с ними и экспертов. Оперативный характер получения знаний с помощью информационных систем и других сервисов получения знаний позволяет им быстро переходить от одного фрагмента к другому. В некоторых ситуациях сотрудники могут учиться

и работать одновременно. Выделяются основные компоненты экосистемы знаний: технологическое ядро; критические взаимосвязи; инструменты и агенты знаний; исполнительные действия [12].

При построении экосистемы знаний могут быть востребованы не только знания, но и сведения о специалистах, владеющих этими знаниями, а также их компетенциях, определить которые помогает картирование знаний.

1.2. Связь экосистемы знаний с картированием знаний. Картирование знаний – это метод решения ряда организационных задач для отображения областей знаний, ролей, компетенций или стратегических потребностей и бизнес-процессов организации через построение карты знаний. Карта знаний представляет собой эффективный инструмент визуализации мыслительных процессов и систематизации информации, помогающий структурировать большие объемы информации.

Согласно международным стандартам APQC (American Productivity & Quality Center), цифровые карты знаний преследуют три ключевые цели: 1) идентифицировать, сохранять и передавать критически важные знания и экспертный опыт; 2) разрабатывать стратегии совершенствования процессов управления знаниями; 3) унифицировать и последовательно внедрять лучшие практики.

Инициатива по созданию карт знаний, как правило, исходит от руководящего состава – директоров или функциональных менеджеров. Это объясняется их ответственностью за организацию рабочих процессов, внутренний контроль и распределение обязанностей. Руководители, отвечающие за стратегическое развитие и кадровую политику в своих направлениях, способны наиболее точно выявлять компетентностные дефициты, для анализа которых и применяется метод картирования знаний. Обычно проводится картирование как явных, так и неявных знаний [13].

1.3. Виды знаний. Среди работ зарубежных ученых существенно выделяется подход И. Нонака, Х. Такеучи [14], с появлением которого теме управления знаниями в ее современной форме стало уделяться пристальное внимание (например, [15]). Выделяют два типа знаний: явные и неявные.

Неявные знания глубоко персонифицированы и контекстно зависимы. Их сложно формализовать и передать через вербальное или письменное выражение, поскольку они не поддаются точной фиксации языковыми или математическими средствами. Эти знания включают ментальные схемы, ценностные ориентации, убеждения и неосознаваемые предпосылки. Как отмечает К. Далкир, степень их неявности относительна: то, что один индивид может легко вербализовать, для другого останется трудно формулируемым – одни и те же знания могут быть явными для одних и неявными для других. [16].

Неявные знания представляют собой личный багаж профессиональных умений, концепций и опыта, который сложно формализовать и транслировать другим. Они включают комплексные, фрагментарные и преимущественно интуитивные познания, сформировавшиеся в сознании носителей как уникальное понимание. Для компании такие знания образуют ценный организационный капитал, играющий ключевую роль в инновационном развитии. Их грамотное применение способно значительно улучшить качество принимаемых решений и точность выполнения рабочих операций.

Главная сложность работы с этим типом знаний связана с необходимостью их предварительной вербализации для передачи, то есть перевода из неявных в явные. Часто организации не в полной мере осознают ценность неявных знаний и неэффективно их используют, что делает критически важным процесс выявления их носителей. Согласно исследованиям, около 60% рабочей информации формируется через неформальное взаимодействие – случайные беседы, обмен историями, наставничество, обучающие

мероприятия и профессиональные дискуссии. Особенно продуктивными оказываются спонтанные творческие обсуждения, возникающие в атмосфере открытого обмена идеями и практическим опытом.

Явные же знания определяются как легко кодирующаяся, передающаяся и распространяющаяся информация внутри предприятия. Чаще всего явные знания – это техническая или академическая информация. Этот вид знаний легко передается с помощью печатных и электронных средств, поэтому их часто называют формализованными знаниями. Таким образом выделяют два вида знаний: явные (формализованные) знания и неявные (неформализованные) знания [17].

2. Методология картирования знаний. Эффективное картирование знаний требует индивидуального подхода к каждой организации, что предполагает предварительное выявление всех заинтересованных групп, которые могут извлечь пользу из использования карт знаний. Эти группы можно классифицировать на три основные категории: 1) руководящий состав (администрация компаний или научных учреждений); 2) специалисты и рядовые сотрудники, в том числе новички; 3) внешние контрагенты (включая потенциальных пользователей создаваемой экосистемы знаний) [18].

Для каждой из этих категорий разрабатываются специализированные форматы визуализации карт знаний, соответствующие их специфическим потребностям. В зависимости от целевой аудитории меняется и содержание картирования: 1) руководителям необходим стратегический обзор организационных активов и выявление точек роста на макроуровне; 2) экспертам требуется детализированная информация по их профессиональной сфере; 3) рядовым (особенно новым) сотрудникам важно понимать, какими знаниями обладают их коллеги [19]. В университетской среде эти роли распределяются следующим образом: административный персонал (менеджеры); научные сотрудники и преподаватели, включая аспирантов (эксперты и рядовые работники). Ключевым аспектом при разработке карт знаний является обеспечение их доступности и информационной ценности для каждой из указанных групп пользователей [20].

2.1. Целевой подход. В первую очередь рассмотрим подход к картированию знаний, составленный на основе материалов APQC [21]. Этот подход предполагает, что приоритеты предприятий уже сформированы, риски определены. Чаще всего этот вариант используется, когда уже есть четкое представление о необходимости документирования конкретных экспертных знаний и опыта и требуется картирование знаний по критически важным областям. Процесс картирования в рамках этого подхода представлен в таблице 1.

2.2. Комплексный подход. Вторым будет рассмотрен подход к картированию знаний, предлагающий определенные стратегические преимущества. Данный подход отличается преимуществами относительно целевого подхода за счет следующего: 1) расширенное представление о рисках и узких местах; 2) взаимозависимости и активы знаний, которые актуальны для текущих групп; 3) более широкий взгляд на актуальность и необходимость подходов УЗ определенной организации.

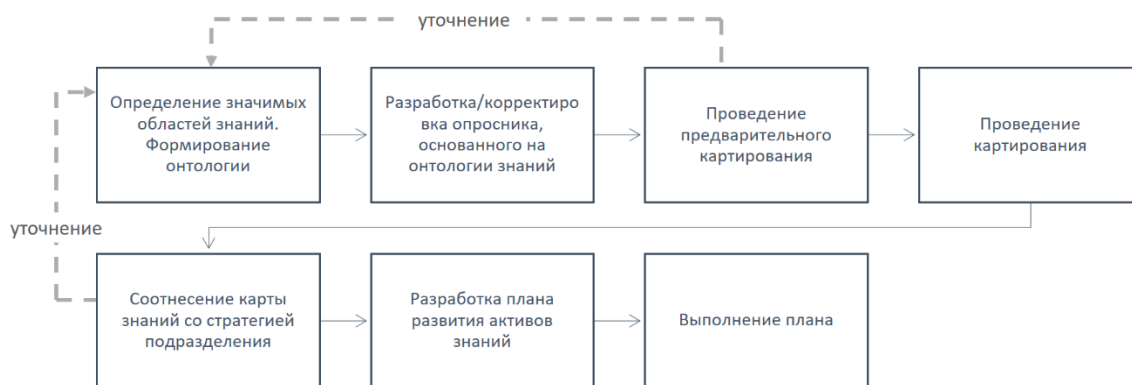
Важно учитывать, что комплексное картирование знаний является ресурсоемким процессом, требующим существенных временных затрат. Ярким примером служит опыт компании Transpetro, где составление карт для трех основных бизнес-направлений заняло полтора года.

Эффективной стратегией поэтапного внедрения комплексного подхода может стать первоочередная разработка целевых карт с последующим переходом к комплексным решениям. Так, компания Goodyear начала с фокусного картирования экспертных знаний более десяти лет назад и лишь недавно приступила к реализации комплексной системы картирования в рамках технологических процессов [22].

Таблица 1. Процесс картирования, составленный на основе материалов APQC

	Шаг	Результаты работ	Цель	Участники
1	Проведение глубинных интервью	Перечень ключевых областей знаний для картирования	Сфокусировать процесс картирования	Эксперты, команда управления знаниями (УЗ)
2	Оценка рисков	Матрица рисков утраты знаний	Приоритизировать области знаний по: вероятности потери знаний и величине последствий	Руководители, специалисты HR, команда УЗ
3	Проведение картирования	Карта знаний	Формализовать знания с самым высоким риском	Команда УЗ, эксперты
4	Разработка плана передачи знаний	Методология и план-график передачи знаний	Гарантировать, что знания эксперта будут сохранены и распространены	Команда УЗ, руководители,
5	Выполнение плана	Ежемесячные отчеты о ходе выполнения работ по передаче знаний		Исполнители мероприятий

Современный комплексный подход к картированию знаний сформировался как синтез ранее описанных методик и практического опыта Transpetro, задокументированного APQC. Предлагается использовать комплексный подход, объединяющий: целевой подход, фокусирующийся на критических областях знаний; и онтологическое моделирование, направленное на создание итеративной структуры знаний с учетом специфики энергетики. Предлагаемый подход иллюстрируется рис. 1 [22].

**Рис. 1.** Процесс комплексного подхода к картированию знаний в наукоёмкой организации

Нетрудно заметить, что процессы определения значимых областей и формирования онтологий происходят итеративно совместно с экспертами, что позволяет учитывать неявные знания.

Ключевые сложности при применении целевого и комплексного подходов к картированию знаний связаны с разнородностью источников информации и предметных областей. Основная проблема заключается в отсутствии стандартизации форматов представления знаний. Эта неоднородность выражается в том, что разные массивы знаний имеют различную степень детализации – от общих функциональных описаний до глубоко проработанных таксономий с многоуровневой структурой.

Для решения этой проблемы используется итеративный подход к разработке онтологии, включающий следующие этапы:

1. Первоначальный сбор данных и создание пробной версии.

2. Совместная работа с экспертами по уточнению и расширению категорий.
3. Экспертная обработка собранных знаний, включающая:
 - a. унификацию терминологии (устранение синонимов и англицизмов);
 - b. проверку полноты охвата;
 - c. согласование уровня детализации;
 - d. интеграцию с онтологической структурой.

На следующем этапе онтология проходит проверку и доработку в процессе сбора дополнительных данных. Респонденты могут предлагать новые термины и оставлять комментарии, что позволяет выявлять ранее неучтенные области знаний.

Для задач Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева (ИСЭМ СО РАН), который представляют авторы, был выбран комплексный подход, поскольку в отношении картирования знаний он имеет ряд существенных преимуществ перед целевым подходом, которые были перечислены ранее. Однако важно отметить, что комплексный подход требует значительно больше ресурсов и времени, поскольку включает в себя итеративную реализацию, но за счет более глубокого понимания примерной структуры онтологии знаний в Институте, количество итераций может быть незначительно. Таким образом, комплексный подход является более эффективным в долгосрочной перспективе, так как обеспечивает более глубокое понимание структуры знаний в организации и позволяет более эффективно управлять ими на стратегическом уровне.

2.3. Оценка знаний организации. Оценивание системы управления знаниями затруднено в силу их нематериального характера. При этом в специальной литературе представлены различные комплексные подходы к оценке таких систем в организациях. Перечислим основные модели оценки управления знаниями в организации, существующие на данный момент:

(1) Сбалансированная система показателей Р.Каплана и Д. Нортонa. Одна из наиболее эффективных, адаптированных и широко используемых различными организациями моделей для управления знаниями, которые являются основным инструментом в установлении целей разного характера. Приведем фрагмент анкеты в таблице 2 для определения удовлетворенности культурой знаний сотрудников [22].

Таблица 2. Фрагмент анкеты

Номер п/п	Вопрос	Варианты ответов
1	Удовлетворяют ли вас имеющиеся возможности повышения квалификации?	1) Да; 2) Нет; 3) Затрудняюсь ответить.
2	Выгодно ли для вас делиться своими профессиональными знаниями с коллегами?	1) Да; 2) Нет; 3) Затрудняюсь ответить.
3	Содействует ли ваш непосредственный руководитель развитию ваших профессиональных компетенций?	1) Да; 2) Нет; 3) Затрудняюсь ответить.
4	Удовлетворяет ли вас имеющиеся возможности коммуникаций с параллельными службами предприятия по поводу совершенствования бизнес-процессов?	1) Да; 2) Нет; 3) Затрудняюсь ответить.

(2) Модель, представленная в работе Будлянской, используемая для управления интеллектуальными ресурсами интегрированных промышленных корпоративных структур. Предложенная система оценки основана на анализе степени интеграции подходов кодификации и персонализации знаний. Модель позволяет классифицировать компании по

уровню применения методов управления знаниями, используя трехбалльную шкалу: 0 баллов – метод не применяется или отсутствуют данные о его использовании; 0,5 балла – технология находится в процессе внедрения; 1 балл – активное применение метода в корпоративной практике. Итоговый показатель представляет собой среднее значение по каждой методике, отражающее интенсивность ее использования [23].

(3) Модель Буковича-Уильямса представляет собой инструмент оперативной оценки уровня зрелости системы управления знаниями на различных этапах жизненного цикла корпоративных знаний. В основе методики лежит специализированный опросник, созданный экспертами PricewaterhouseCoopers. Данный инструмент использует кумулятивную шкалу оценки, позволяющую определить интегральный показатель зрелости системы управления знаниями, который отражает степень ее развития и результативности. Эта модель оценки предлагает порядка 20 вопросов на каждом этапе жизненного цикла знаний [24].

Для задач ИСЭМ СО РАН на данном этапе была выбрана модель, рассматриваемая Будлянской. Эта модель была выбрана за счет своей простоты в оценке, легкой интеграции в любые оценочные суждения, а также в силу простоты интерпретации результатов. При этом данная модель была адаптирована под типы оценок, выбранных в ИСЭМ СО РАН.

3. Результаты и обсуждение: применение картирования знаний на примере научного отдела ИСЭМ СО РАН. Путем круглых столов и мозговых штурмов сотрудниками отдела Систем искусственного интеллекта в энергетике ИСЭМ СО РАН было решено определять совокупность экспертных знаний сотрудников, как зафиксированных, так и не зафиксированных на корпоративных материальных и нематериальных носителях. Другими словами, знания сотрудников существуют как в неявном виде, так и в документах, которые уже где-либо хранятся. Важной особенностью анализа результатов картирования знаний в этом случае является то, что выполняется анализ не только знаний, но и компетенций. Компетенция определяется, как интегральная способность, включающая в себя знания, навыки и ценностные установки сотрудника. Важность определения компетенции сотрудника состоит в том, что сотрудники с одинаковым количеством и качеством знаний могут по-разному выполнять поставленные им задачи с разным к.п.д. (навыки: Как мы применяем эти знания?), с разной безопасностью (установки: Зачем? Почему? В каких условиях я это делаю?). Также было решено рассматривать знания в двух видах: как явные, так и неявные. Неявные знания – это неформализованные и недокументированные знания, явные знания – это отчеты и публикации. Для понимания взаимодействия сотрудников организации со знаниями была предложена следующая структура (рис. 2).

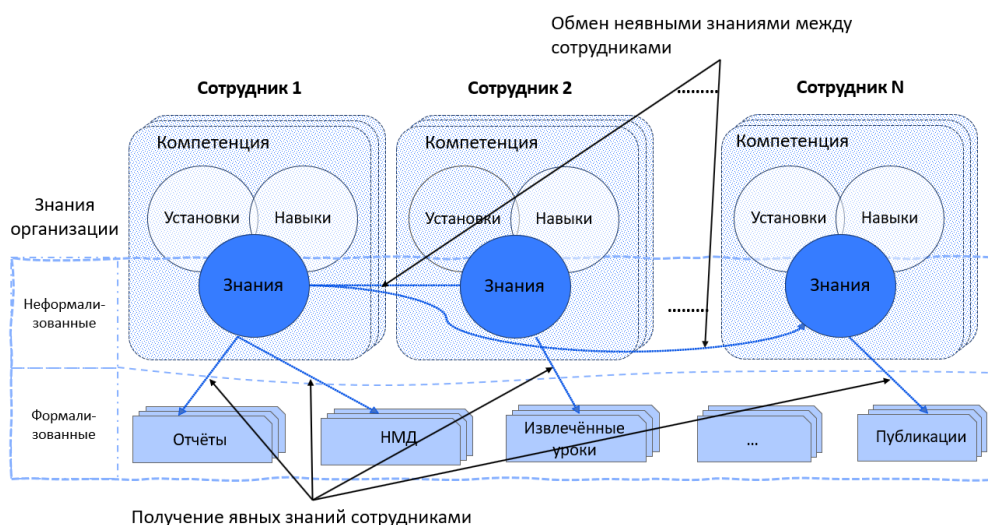


Рис. 2. Структура компетенций и знаний, предложенная ИСЭМ СО РАН

3.1. Этапы внедрения. Картирование знаний выполнялось совместно с сотрудниками отдела летом 2024 года. Взаимодействие сотрудников происходит с веб-приложением, разработанным специально для задачи развития экосистемы знаний. На данном этапе сформирована часть сервиса по оценке неявных знаний. Для оценивания неявных знаний сотрудниками отдела вместе с его руководителем был разработан опросник, с условием, что все личные данные остаются анонимными. Шапка опросника, реализованного в виде веб-приложения, представлена на рисунке 3.

Оценка неявных знаний сотрудников отдела систем искусственного интеллекта в энергетике № 10

Друзья!

Мы ценим мнение каждого из вас и стремимся создать комфортные условия труда, а также обеспечить ваше личное и профессиональное развитие.

Просим вас уделить 5-10 минут на заполнение анкеты. Она состоит из нескольких простых вопросов с развёрнутым ответом, а также вопросов с ответом по шкале от 1 до 5, где:

- 1 - Соответствует полному несогласию, наименьшим частоте и качеству
- 2 - Соответствует частичному несогласию, частоте и качеству ниже среднего
- 3 - Соответствует нейтральной позиции
- 4 - Соответствует частичному согласию, частоте и качеству выше среднего
- 5 - Соответствует полному согласию, наивысшим частоте и качеству

Ваши ответы будут **анонимны**, поэтому пожалуйста, будьте **открыты и честны**.
Мы планируем использовать результаты этой анкеты для выявления областей, где нам необходимо совершенствоваться.

Фамилия Имя*	Email*	Возраст*
Укажите фамилию и имя	Укажите почту	Укажите возраст

Рис. 3. Интерфейс веб-приложения опросника

Опрос состоял из двух этапов. На первом этапе сотрудники определяли значимые сферы для решения их исследовательских задач и при помощи самооценивания выбирали уровень знаний (рис. 4-5). Шкала уровня знаний состоит из следующих степеней (от наименьшего к наибольшему): базовый, начальный, квалифицированный, профессиональный, экспертный. Определение значимых сфер осуществлялось по двум классификаторам, которые дополняют друг друга путем сужения значимой сферы для сотрудника (классификаторы разработаны в отделе: первый связан с классификацией технологий и предметных областей, второй – с классификацией методов, которыми владеют сотрудники).

Второй этап опроса реализуют три раздела вопросов по оцениванию психологического климата в отделе, знаниевого аспекта, мотивационного аспекта. Вопросы по оцениванию климата отдела помогают определить, к кому сотрудник обращается за советом, насколько эффективно передается информация внутри отдела, открытость отдела и руководства к обсуждению вопросов. Вопросы по оцениванию климата в отделе представлены на рисунке 6.

Классификатор №1

Область*

Выберите область знаний

Раздел области*

Выберите значимый раздел данной области

Направление раздела*

Выберите значимое направление данного раздела

Каков ваш уровень владения этим знанием?*

☐ Базовый
☐ Начальный
☐ Квалифицированный
☐ Профессиональный
☐ Экспертный

Рис. 4. Интерфейс оценки технических дисциплин по первому классификатору

Классификатор №2

Область*

Выберите область знаний

Раздел области*

Выберите значимый раздел данной области

Направление раздела*

Выберите значимое направление данного раздела

Каков ваш уровень владения этим знанием?*

☐ Базовый
☐ Начальный
☐ Квалифицированный
☐ Профессиональный
☐ Экспертный

Рис. 5. Интерфейс оценки технических дисциплин по второму классификатору

К кому вы обратитесь за советом в вашей области?

Массель Людмила Васильевна

В каких дополнительных источниках в вашей области вы нуждаетесь?

Обмен опыта с коллегами

Насколько часто вы получаете ясные и понятные сообщения от своих коллег и руководства?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Насколько эффективно и своевременно информация передается внутри команды или отдела?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Насколько открыто и доступно руководство для общения и обсуждения вопросов?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Насколько хорошо команда обменивается информацией и идеями между собой?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Рис. 6. Раздел интерфейса оценки опроса для определения климата в отделе

Следующими после вопросов для оценки климата в компании идут вопросы по знаниевому аспекту, оценивается готовность фиксировать знания и делиться ими, можно ли найти знания во внешних документах, во внутренних и т.д. (рис. 7).

Последним разделом опроса является список вопросов, помогающий сформировать понимание состояния мотивации в отделе: оценка вовлеченности в рабочие задачи и проекты, признание и уважение другими сотрудниками отдела, желание развивать новые навыки и возможность развития этих навыков (рис. 8).



Я готов фиксировать знания в письменном виде*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Я готов лично делиться этими знаниями с коллегами*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Эти знания можно легко найти во внутренних документах

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Эти знания легко можно найти во внешних источниках*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Рис. 7. Раздел интерфейса оценки опроса для определения знаниевого аспекта

Насколько вы чувствуете себя вовлеченным в рабочие задачи и проекты?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Чувствуете ли вы, что ваш вклад и усилия приносят результаты и признание?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Насколько институт поддерживает ваше профессиональное развитие и рост?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Насколько вы чувствуете себя признанным и уважаемым членом команды в компании?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Какие навыки или знания вы бы хотели развивать в рамках вашей работы?*

Укажите интересующую вас область знаний

Чувствуете ли вы, что у вас есть достаточно возможностей для развития новых навыков?*

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Рис. 8. Часть интерфейса оценки опроса для уровня мотивации

3.2. Обсуждение результатов. Результатом картирования стало построение ряда визуальных представлений. Первая часть представлена в виде количественных оценок уровней владения знаниями по двум классификаторам и три количественные оценки: климата коллектива, мотивации, передачи знаний (рис. 9).

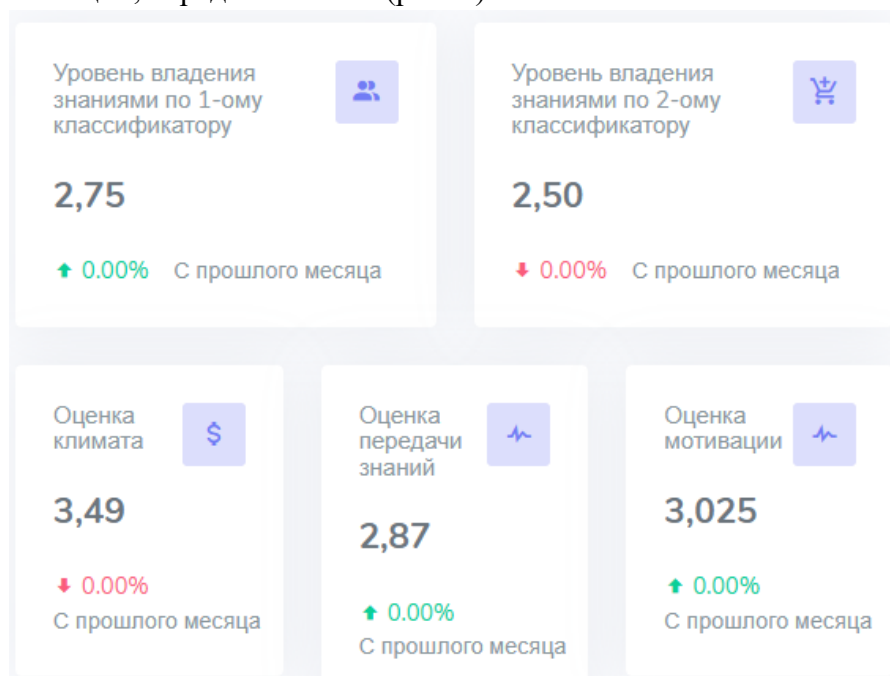


Рис. 9. Интерфейс количественных оценок отдела

Следующими, но не менее важными, являются оценки преобладающей области знаний по двум упомянутым выше классификаторам. Так, нетрудно заметить, что оценка по первому классификатору показывает лидерство «Информационных технологий» в отделе среди значимых сфер (рис. 10).

ЛИДЕР ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ ПО 1-КЛАССИФИКАТОРУ		Export
Информационные технологии	37,5%	
Энергетика	25%	
ИТ-инфраструктура СИЭ	12,5%	
Инженерия знаний	12,5%	
Кибербезопасность	12,5%	

Рис. 10. Лидеры значимых сфер внутри 10 отдела

Заключительная карта – значимости и важности референтов. На ней показаны референты, к которым чаще всего обращаются сотрудники 10 отдела. Не трудно заметить, что здесь присутствует три лидера мнений – три основных эксперта (рис. 11).

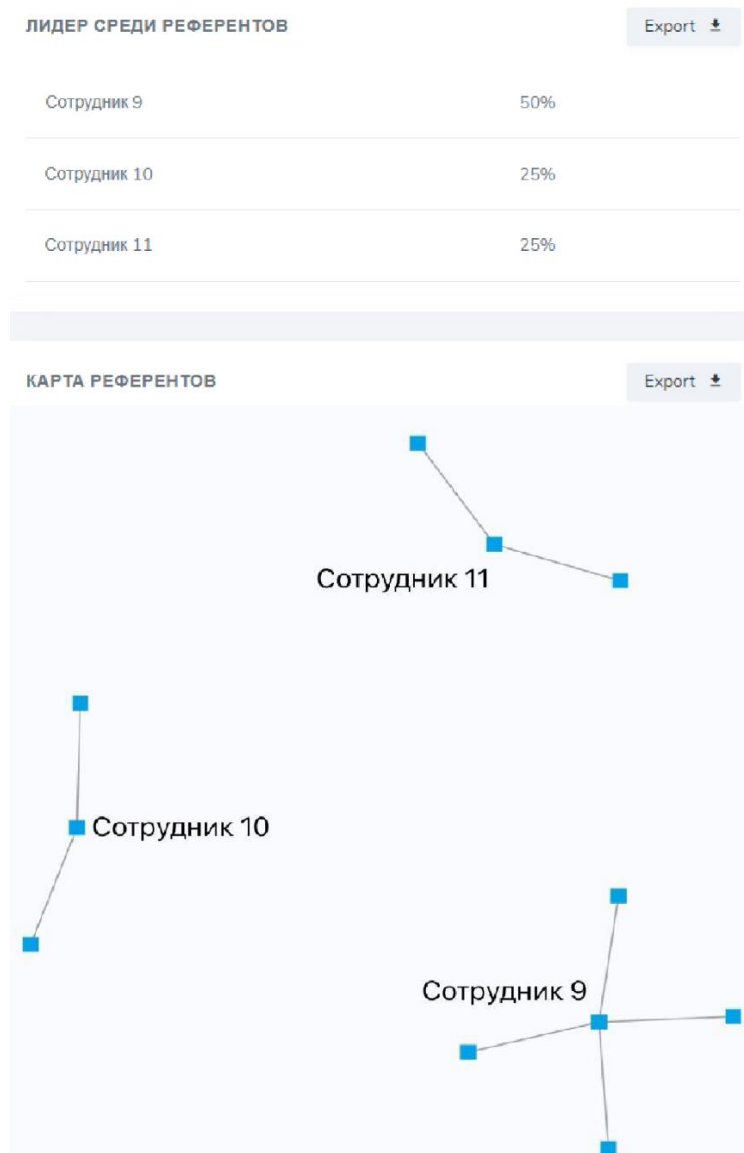


Рис. 11. Карта экспертов отдела 10

Представленная карта знаний позволяет принимать обоснованные управленческие решения, в частности: определять сотрудников, которым требуется наставничество и развитие конкретных компетенций; привлекать наиболее опытных специалистов; разрабатывать стратегию персональной передачи знаний.

Заключение. Выполнен аналитический обзор существующих методов картирования знаний и моделей оценки знаний, обоснован выбор используемых в работе. В статье рассмотрен подход к построению экосистемы знаний, в качестве одного из инструментов которого предлагается картирование знаний. Используемый метод картирования знаний в сочетании с анализом по компетенциям демонстрирует значимость следующих факторов:

1. Вклад в теорию управления знаниями. Предложен комплексный подход, сочетающий в себе онтологию, оценку явных и неявных знаний, оценку компетенций и инструменты визуализации. Это расширяет методологическую базу исследований в области экосистем знаний, особенно для энергетического сектора.
2. Практическая ценность. Метод применим не только в энергетике, но и в других наукоемких отраслях (машиностроение, IT), где критически важны управление компетенциями и минимизация риска утечки знаний. Внедрение веб-приложения позволит сократить время анализа данных, а выявление ключевых экспертов позволит оптимизировать распределение задач.
3. Перспективы для организаций. Результаты исследования позволят организациям формировать стратегии развития персонала на основе объективных данных.

Выполнено картирование знаний на примере одного из научных отделов ИСЭМ СО РАН, который рассматривается, как ключевой актор проектируемой экосистемы знаний в энергетике. Были получены следующие результаты: получение дополнительной информации для оптимизации процессов управления знаниями; выявление «узких мест» в компетенциях сотрудников; повышение прозрачности интеллектуальных активов организации.

Предполагается дальнейшее развитие этой работы и тиражирование предложенного подхода применительно к другим отделам ИСЭМ СО РАН, а также интеграция с AI-алгоритмами для создания самообучающейся экосистемы знаний и внедрения автоматизированных систем оценки навыков сотрудников для оптимизации проблемы «самооценки сотрудников».

Таким образом, работа вносит вклад как в академическую дискуссию об управлении знаниями, так и в практику повышения эффективности наукоемких организаций.

Список источников

1. Гаврилова Т.А. Управление знаниями с российским акцентом: победы и поражения / Т.А. Гаврилова, А.И. Алсуфьев, Л.О. Кокоулина // Инновации, 2017. – №1 (219). – С. 59-69.
2. Прохоров А.И. Современные тенденции управления знаниями в организации // Общество: социология, психология, педагогика. 2023. – № 7. – С. 21-25. – DOI:10.24158/spp.2023.7.2.
3. Shrivastava P. Knowledge ecology: knowledge ecosystems for business education and training, 1998.
4. Bray D.A. Knowledge Ecosystems: a theoretical lens for organizations confronting hyperturbulent environments. OAI, 2007.
5. Массель Л.В. Экосистема знаний как развитие и специализация цифровой экосистемы / Л.В. Массель // Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии–2023». Научное издание в 2-х томах. Т.2. – Таганрог: Издатель Ступин С.А., 2023. – С. 155-164.
6. Массель Л.В. Построение экосистемы знаний на основе ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике / Л.В. Массель, А.Г. Массель // Вестник Югорского университета, 2023. – №4. – С. 78- 87. – DOI:10.18822/byusu20230478-87.
7. Массель Л.В. Экосистема знаний как инновационный подход к управлению знаниями. / Л.В. Массель, А.Г. Лезин // Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии». Научн. изд. в 2-х т. Т.1. – Таганрог: Изд. Ступина С.А., 2024. – С. 93-94.

8. Bathelt H., Cohendet P. The Creation of knowledge: local building, global accessing and economic development-toward an agenda. J. Econ. Geogr., 2014, vol. 14, pp. 869-882, DOI:10.1093/jeg/lbu027.
9. Scaringella L., Radziwon A. Innovation, entrepreneurial, knowledge, and business ecosystems: Old wine in new bottles? Technol. Forecast. Soc. Chang. 2018, 136, pp. 59-87, DOI:10.1016/j.techfore.2017.09.023.
10. Valkokari, K. Business, innovation, and knowledge ecosystems: how they differ and how to survive and thrive within them. Technol. Innov. Manag. Rev., 2015, 5. pp. 17-24.
11. Robertson J. Competition in knowledge ecosystems: a theory elaboration approach using a case study. Sustainability, 2020, vol. 12, DOI:10.3390/su12187372.
12. Bahrami H., Evans S. The research laboratory: silicon valley's knowledge ecosystem. Super-flexibility for knowledge enterprises, Springer, 2005.
13. Гаврилова Т.А. Картирование знаний для вуза: анализ подходов и пример использования / Т.А. Гаврилова, А.В. Кузнецова, Э.Я. Гринберг // Открытое образование, 2024. – №28(3). – С. 12-24. – DOI:10.21686/1818-4243-2024-3-12-24.
14. Нонака И. Компания – создатель знания: зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / И. Нонака, Х. Takeuchi пер. с англ. – Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. – 366 с.
15. Тузовский А.Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) / А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.
16. Dalkir K. Knowledge management in theory and practice. London: Routledge, 2005, 368 p. DOI:10.4324/9780080547367
17. Пушкарева Т.П. Применение карт знаний для систематизации математической информации / Т.П. Пушкарева // Мир науки, культуры, образования, 2011. – № 2 (27). – С. 139-144.
18. Мирошников В.В. Управление знаниями в системах качества промышленных предприятий / В.В. Мирошников, О.А. Горленко, В.П. Федоров, и др. // Транспортное машиностроение, 2017. №8 (61). С. 49-53.
19. Гаврилова, Т.А. Визуально-аналитическое мышление и интеллект-карты в онтологическом инжиниринге / Т.А. Гаврилова, Э.В. Страхович // Онтология проектирования, 2020. – Т. 10. – №1(35). – С.87-99. – DOI:10.18287/2223-9537-2020-10-1-87-99.
20. Антюхов В.И. Моделирование процесса интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях МЧС России при принятии управленческих решений/ В.И. Антюхов, Н.В. Остудин // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России, 2017. – С. 78-91.
21. Гаврилова Т.А. Визуализация компетенций сотрудников с помощью карт знаний / Т.А. Гаврилова, А.В. Кузнецова, О.Н. Алканова, и др. // Российский журнал менеджмента, 2024. – № 22 (1). – С. 86–112 DOI:10.21638/spbu18.2024.104.
22. Гринберг Э.Я. Разработка и апробация методики картирования знаний наукоемкой организации / Э.Я. Гринберг, Е.А. Верзин // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2023. – № 4(32). – С. 148-159. – DOI:10.25729/ESI.2023.32.4.013.
23. Будлянская Д. Анализ современных методов и форм организации управления знаниями в российских интегрированных промышленных корпоративных структурах / Д. Будлянская // Экономический анализ: теория и практика, 2015. – № 27. – С. 42-52.
24. Букович У. Управление знаниями: руководство к действию / У. Букович, Р. Уилльямс Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2002. 500 с.

Массель Людмила Васильевна. Доктор технических наук, профессор, зав. отделом Систем искусственного интеллекта в энергетике, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. AuthorID: 8466, SPIN: 3757-0830, Scopus AuthorID: 56440157300, ORCID: 0000-0002-9088-9012, massel@isem.irk.ru. Россия, Иркутск, Лермонтова д.130.

Лезин Александр Геннадьевич. Инженер-исследователь, аспирант отдела Систем искусственного интеллекта в энергетике, Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН. AuthorID: 1305686, SPIN: 8757-7078, lag071999@mail.ru. Россия, Иркутск, Лермонтова д.130.

UDC 004.8:620.9

DOI:10.25729/ESI.2025.39.3.005

Knowledge mapping as one of the tools for building a knowledge ecosystem in the energy sector

Alexander G. Lezin, Liudmila V. Massel

L.A. Melentiev energy systems institute SB RAS,

Russia, Irkutsk, lag071999@mail.ru

Abstract. Currently, the global community is showing significant interest in the field called "Knowledge management". Research on this topic is also being carried out in Russia, but not as actively as abroad. Great importance in this research are the issues of developing methods and tools for knowledge management in the knowledge ecosystem. One of the fragments of the knowledge ecosystem can be not only knowledge, but also information about specialists who possess this knowledge, as well as their competencies, which can be determined by knowledge mapping. The article proposes an approach to building a knowledge ecosystem for knowledge-intensive organizations in the energy sector based on knowledge mapping. The novelty of the research lies in the adaptation of a comprehensive knowledge mapping method with the integration of ontological modeling and the assessment of employee competencies. The practical significance of the work is confirmed by the approbation of the method in the Department of Artificial Intelligence Systems of the ISEM SB RAS, where key experts, development areas have been identified and knowledge management processes have been optimized.

Keywords: knowledge mapping, knowledge ecosystem, knowledge management, knowledge assessment, high-tech organization

References

1. Gavrilova T.A., Alsufyev A.I., Kokoulina L.O. Upravleniye znaniyami s rossiyskim aktsentom: pobedy i porazheniya [Knowledge management with a russian accent: victories and defeats]. *Innovatsii [Innovations]*, 2017, no. 1 (219), pp. 59-69.
2. Prokhorov A.I. Sovremennyye tendentsii upravleniya znaniyami v organizatsii [Modern trends of knowledge management in organizations]. *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika [Society: sociology, psychology, pedagogy]*, 2023, no. 7, pp. 21-25, DOI:10.24158/spp.2023.7.2.
3. Shrivastava P. Knowledge ecology: knowledge ecosystems for business education and training, 1998.
4. Bray D.A. Knowledge Ecosystems: a theoretical lens for organizations confronting hyperturbulent environments. OAI, 2007.
5. Massel L.V. Ekosistema znaniy kak razvitiye i spetsializatsiya tsifrovoy ekosistemy [Knowledge Ecosystem as a Development and Specialization of a Digital Ecosystem]. *Trudy Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo kongressa "Intellectual'nyye sistemy i informatsionnyye tekhnologii-2023"* [Proceedings of the International scientific and technical congress "intelligent systems and information technologies-2023"]. Vol. 2, Taganrog: Izdatel' Stupin S.A., 2023, pp. 155-164.
6. Massel L.V., Massel A.G. Postroyeniye ekosistemy znaniy na osnove IT-infrastruktury sistemnykh issledovaniy v energetike [Building a Knowledge Ecosystem Based on the IT Infrastructure of System Research in Energy]. *Vestnik Yugorskogo universiteta [Bulletin of Ugra university]*, 2023, no. 4, pp. 78-87, DOI:10.18822/byusu20230478-87.
7. Massel L.V., Lezin A.G. Ekosistema znaniy kak innovatsionnyy podkhod k upravleniyu znaniyami [Knowledge Ecosystem as an Innovative Approach to Knowledge Management]. *Trudy Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo kongressa "Intellectual'nyye sistemy i informatsionnyye tekhnologii"* [Proceedings of the International Scientific and Technical Congress "Intelligent Systems and Information Technologies"]. Vol. I, Taganrog: Izd. Stupina S.A., 2024, pp. 93-94.
8. Bathelt H., Cohendet P. The Creation of knowledge: local building, global accessing and economic development-toward an agenda. *J. Econ. Geogr.*, 2014, vol. 14, pp. 869-882, DOI:10.1093/jeg/lbu027.
9. Scaringella L., Radziwon A. Innovation, entrepreneurial, knowledge, and business ecosystems: Old wine in new bottles? *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 2018, 136, pp. 59-87, DOI:10.1016/j.techfore.2017.09.023.
10. Valkokari, K. Business, innovation, and knowledge ecosystems: how they differ and how to survive and thrive within them. *Technol. Innov. Manag. Rev.*, 2015, 5, pp. 17-24.
11. Robertson J. Competition in knowledge ecosystems: a theory elaboration approach using a case study. *Sustainability*, 2020, vol. 12, DOI:10.3390/su12187372.
12. Bahrami H., Evans S. The research laboratory: silicon valley's knowledge ecosystem. Super-flexibility for knowledge enterprises, Springer, 2005.

13. Gavrilova T.A., Kuznetsova A.V., Grinberg E.Ya. Kartirovaniye znaniy dlya vuza: analiz podkhodov i primer ispol'zovaniya [Knowledge mapping for a university: analysis of approaches and an example of use]. Otkrytoye obrazovaniye [Open education], 2024, vol. 28, no. 3, pp. 12-24, DOI:10.21686/1818-4243-2024-3-12-24.
14. Nonaka I., Takeuchi H. Kompaniya – sozdatel' znaniya: zarozhdeniye i razvitiye innovatsiy v yaponskikh firmakh [The knowledge-creating company: how japanese companies create the dynamics of innovation]. Moskva: ZAO “Olimp-Biznes” [Moscow: ZAO “Olimp-Biznes”], 2011, 366 p.
15. Tuzovsky A.F., Chirikov S.V., Yampolsky V.Z. Sistemy upravleniya znaniyami (metody i tekhnologii) [Knowledge management systems (methods and technologies)]. Tomsk: NTL Publishing House, 2005, 260 p.
16. Dalkir K. Knowledge management in theory and practice. London: Routledge, 2005, 368 p. DOI:10.4324/9780080547367
17. Pushkareva T.P. Primeneniye kart znaniy dlya sistematizatsii matematicheskoy informatsii [The use of knowledge maps for systematization of mathematical information]. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of science, culture, education], 2011, no. 2 (27), pp. 139-144.
18. Miroshnikov V.V., Gorlenko O.A., Fedorov V.P., et al. Upravleniye znaniyami v sistemakh kachestva promyshlennykh predpriyatiy [Knowledge management in the quality systems of industrial enterprises]. Transportnoye mashinostroyeniye [Transport engineering], 2017, no. 8 (61), pp. 49-53.
19. Gavrilova T.A., Strakhovich E.V. Vizual'no-analiticheskoye myshleniye i intellekt-karty v ontologicheskoy inzhiniringe [Visual-analytical thinking and mind maps in ontological engineering]. Ontologiya proektirovaniya [Design ontology], 2020, vol. 10, no. 1(35), pp. 87-99, DOI:10.18287/2223-9537-2020-10-1-87-99.
20. Antyukhov V.I., Ostudin N.V. Modelirovaniye protsessa intellektual'noy podderzhki deyatel'nosti dolzhnostnykh lits tsentrov upravleniya v krizisnykh situatsiyakh MChS Rossii pri prinyatii upravlencheskikh resheniy [Modeling the Process of Intellectual Support for the Activities of Officials of Crisis Management Centers of the Russian Emergencies Ministry in Making Management Decisions]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii [Bulletin of the Saint Petersburg University of the State Fire Service of EMERCOM of Russia], 2017, pp. 78-91.
21. Gavrilova T.A., Kuznetsova A.V., Alkanova O.N., et al. Vizualizatsiya kompetentsiy sotrudnikov s pomoshch'yu kart znaniy [Visualization of employee competencies using knowledge maps]. Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta [Russian management journal], 2024, vol. 22, no. 1, pp. 86-112, DOI:10.21638/spbu18.2024.104..
22. Grinberg E.Ya., Verzin E.A. Razrabotka i aprobatsiya metodiki kartirovaniya znaniy naukoymkoy organizatsii [Development and testing of a methodology for knowledge mapping of a knowledge-intensive organization]. Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii [Information and mathematical technologies in science and management], 2023, no. 4(32), pp. 148-159, DOI:10.25729/ESI.2023.32.4.013.
23. Budlyanskaya D. Analiz sovremennykh metodov i form organizatsii upravleniya znaniyami v rossiyskikh integrirovannykh promyshlennykh korporativnykh strukturakh [Analysis of modern methods and forms of knowledge management organization in Russian integrated industrial corporate structures]. Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika [Economic analysis: theory and practice], 2015, no. 27, pp. 42-52.
24. Bukovich W., Williams R. Upravleniye znaniyami: rukovodstvo k deystviyu [The knowledge management fieldbook]. Moscow: INFRA-M, 2002, 500 p.

Massel Liudmila Vasilievna. D.Sc. (Tech.), professor, Head of the Department of Artificial Intelligence Systems in the Energy Sector, Melentiev Energy Systems Institute SB RAS. AuthorID: 8466, SPIN: 3757-0830, Scopus AuthorID: 56440157300, ORCID: 0000-0002-9088-9012, massel@isem.irk.ru. Russia, Irkutsk, Lermontov st., 130.

Lezin Alexander Gennadievich. Research engineer, post-graduate student of the Department of Artificial Intelligence Systems in the Energy Industry, L. A. Melentiev Institute of Energy Systems SB RAS. AuthorID: 1305686, SPIN: 8757-7078, lag071999@mail.ru. 130 Lermontov Street, Irkutsk, Russia.

Статья поступила в редакцию 17.04.2025; одобрена после рецензирования 25.06.2025; принята к публикации 24.08.2025.

The article was submitted 04/17/2025; approved after reviewing 06/25/2025; accepted for publication 08/24/2025.