

УДК 004.912 + 004.89

<https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-131-163>

Когнитивная пиринговая инфраструктура для организации коллективной работы над проектами на основе agile-методологии

Н.С. Карамышева¹, В.С. Александров¹, И.А. Кирюткин¹, С.А. Зинкин¹ ✉

¹ Пензенский государственный университет
д. 40, ул. Красная, г. Пенза 440026, Российская Федерация

✉ e-mail: zsa49@yandex.ru

Резюме

Цель исследования. Целью работы является предложение и обоснование когнитивной пиринговой инфраструктуры, позволяющей улучшить условия для коллективной работы над проектами на основе agile-методологии. Когнитивная архитектура определяется как структура, обеспечивающая реализацию антропоморфных и нейроморфных функций в естественных или искусственных системах. Предлагаемый подход основан на организации взаимодействия коллективного интеллекта членов agile-команды и искусственного интеллекта, представленного обученными искусственными нейронными сетями. При формировании agile-команды предлагается учитывать структуру познавательной сферы в структуре психических процессов когнитивного, способного к познавательной деятельности агента-человека.

Методы. Знания о предметной области определяются на основе коллективного интеллекта участников agile-команды и обучения искусственных нейронных сетей. Предполагается, что искусственные нейронные сети доступны всем участникам agile-команды и реализуют функции коллективного искусственного интеллекта при условии, что при их обучении использован профессионализм и опыт работы человека в естественной социальной среде. Мыслительные операции, такие как анализ, разбиение (модуляризация), сравнение, абстрагирование, синтез, обобщение, классификация, конкретизация, известные из курсов общей психологии, интерпретируются не только как результат деятельности человека, но и как функционал программы. Аналогично реализуются некоторые элементы процессов познавательной сферы «память» и «речь».

Результаты. Система реализована на основе пиринговой компьютерной сети, обеспечивающей коммуникации между всеми искусственными и естественными участниками когнитивного познавательного процесса в процессе проектирования. Предложена концептуальная модель ячейки когнитивного коллективного интеллекта, объединяющая элементы собственно коллективного интеллекта agile-агентов с коллективным искусственным интеллектом агентов на базе нейронных сетей. При экспертной оценке качества отдельных этапов проектирования предложено использовать тегирование на основе эмоционально-волевых и мотивационных психических процессов личностей.

Заключение. Когнитивная обработка информации основана на идее моделирования процессов человеческого мышления в компьютерных системах. В рассматриваемой системе это включает в себя обработку естественного языка, распознавание письменной речи, связанные с пониманием информации

путем программной имитации человеческого интеллекта. Принятая концепция предполагает реализацию коллективного интеллекта не только искусственным путем, но и путем организации удобного взаимодействия участников интеллектуального чата. Искусственный интеллект, также коллективный, реализуется при помощи первоначально обученных и обучаемых далее нейронных сетей.

Ключевые слова: agile-методология; когнитивные агенты; интеллектуальный чат; антропоморфизм; нейроморфизм; программная реализация; пиринговая сеть.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Когнитивная пиринговая инфраструктура для организации коллективной работы над проектами на основе agile-методологии / Н.С. Карамышева, В.С. Александров, И.А. Кирюткин, С.А. Зинкин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2024. Т. 28, №3. С. 131-163. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-131-163>.

Поступила в редакцию 15.05.2024

Подписана в печать 21.06.2024

Опубликована 30.09.2024

Cognitive peering infrastructure for the organization teamwork on projects based on agile methodology

Nadezhda S. Karamysheva ¹, Vladimir S. Alexandrov ¹,
Ilya A. Kiryutkin ¹, Sergej A. Zinkin ¹ ✉

¹ Penza State University
40 Krasnaya str., Penza 440026, Russian Federation

✉ e-mail: zsa49@yandex.ru

Abstract

Purpose of research. The goal of the work is to develop and justify a cognitive peer-to-peer infrastructure that will improve the conditions for collective work on projects based on agile methodology. Cognitive architecture is defined as a structure that ensures the implementation of anthropomorphic and neuromorphic functions in natural or artificial systems. The proposed approach is based on organizing the interaction of the collective intelligence of members of an agile team and artificial intelligence, represented by trained artificial neural networks. When forming an agile team, it is proposed to take into account the structure of the cognitive sphere in the structure of the mental processes of a human cognitive agent.

Methods. Domain knowledge is determined based on the collective intelligence of the agile team members and the training of artificial neural networks. It is assumed that artificial neural networks are available to all members of an agile team and implement the functions of collective artificial intelligence, provided that their training uses the professionalism and experience of a person in a natural social environment. Mental operations such as analysis, partitioning (modularization), comparison, abstraction, synthesis, generalization, classification, concretization, known from general psychology courses, are interpreted not only as a result of human activity, but also as the functionality of a program. Some elements of the cognitive sphere processes "memory" and "speech" are realized in a similar way.

Results. The system is implemented on the basis of a peer-to-peer computer network that provides communications between all artificial and natural participants in the cognitive process during the design process. A conceptual model of a cognitive collective intelligence cell is proposed, combining elements of the actual collective intelligence of agile agents with the collective artificial intelligence of agents based on neural networks. In an expert assessment of the quality of individual design stages, it was proposed to use tagging based on the emotional-volitional and motivational mental processes of individuals.

Conclusion. *Cognitive information processing is based on the idea of modeling human thinking processes in computer systems. In the system under consideration, this includes natural language processing, written speech recognition, associated with understanding information through software imitation of human intelligence. The accepted concept involves the implementation of collective intelligence not only artificially, but also by organizing convenient interaction between participants in an intellectual chat. Artificial intelligence, also collective, is implemented using initially trained and further trained neural networks.*

Keywords: *agile methodology; cognitive agents; intelligent chat; anthropomorphism; neuromorphism; software implementation; peer-to-peer network.*

Conflict of interest. *The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.*

For citation: Karamysheva N. S., Alexandrov V. S., Kiryutkin I. A., Zinkin S. A. Cognitive peering infrastructure for the organization teamwork on projects based on agile methodology. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2024; 28(3): 131-163 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-3-131-163>.

Received 15.05.2024

Accepted 21.06.2024

Published 30.09.2024

Введение

Сложность анализа разнообразных социальных процессов и явлений приводит к необходимости использования средств познавательного, или когнитивного, моделирования ситуаций в единой взаимосвязанной системе «человек и общество»; когнитивная модель – это «основной механизм, обеспечивающий обработку и хранение информации о мире в сознании человека» [1, 2].

Неформальный когнитивный подход к моделированию имеет много общего с так называемой agile-методологией (англ. agile – гибкий; читается «эджайл») работы над проектами и нередко обеспечивает большую адаптивность, готовность к изменениям и производительность по сравнению с традиционными методологиями, называемыми waterfall-методологиями (англ. waterfall – водопад). Каждая agile-структура

является адаптивной по отношению к разбиению проектов на этапы и при учете меняющихся требований [3, 4, 5].

В «Кратком словаре когнитивных терминов» определено, что «...термин «когнитивная модель» может использоваться в трех значениях: как концепция, в которой язык рассматривается как разновидность когнитивного процесса; как ментальная модель понимания текста в результате естественной обработки языковых данных и как характеристика процесса категоризации в естественном языке» [6].

Когнитивистика имеет междисциплинарный характер и как наука объединяет несколько научных направлений: когнитивную психологию, культурную антропологию, моделирование искусственного интеллекта, философию, нейронауки, лингвистику [7].

Целью работы является разработка и обоснование когнитивной пиринговой инфраструктуры, позволяющей улучшить условия для коллективной работы над проектами на основе agile-методологии. Эта цель достигается путем реализации коллективного интеллекта не только искусственным путем, но и путем организации рационального взаимодействия участников интеллектуального чата, реализованного в вычислительной сети с пиринговой архитектурой. Поскольку рассматриваются вопросы интеграции методов исследования, затрагивающие понятия общей психологии, коллективной работы над проектами, информационных технологий, статья содержит необходимые понятия из этих областей, оформленные цитатами.

Возможности современных искусственных когнитивных архитектур, осуществляющих программно-аппаратную имитацию интеллекта человека, разнообразны. Главными свойствами искусственных когнитивных архитектур являются: представление, организация, использование, приобретение и совершенствование знаний [8].

Известный проект «The Human Brain Project, НБР» – «Проект Человеческий Мозг» посвящен исследованию механизмов работы мозга на основе новых вычислительных технологий. Участники проекта сделали вывод о том, что когнитивистика как наука, изучающая функции мозга высокого уровня – познание и поведение, имеет жизненно

важное значение и в перспективе станет наиболее важным компонентом в проекте НБР [9].

Ученые, работающие над темой НБР, создают нейроморфные биологически инспирированные когнитивные архитектуры, состоящие из множества сетей или модулей, которые работают вместе, создавая более сложное и гибкое поведение, чем отдельные глубокие искусственные нейронные сети. Архитектуры расширяются за счет добавления все большего количества когнитивных способностей более высокого уровня, включая нейронные системы для реляционного мышления и иерархического планирования [10].

Для эффективной коллективной работы agile-команд могут быть созданы лучшие условия за счет создания развитой сетевой инфраструктуры, интегрированной с технологиями создания когнитивных баз знаний.

Материалы и методы

Agile-методология и когнитивные модели. В рамках настоящей работы мы ориентируемся на применение agile-методологии как в программных, так и в непрограммных проектах, то есть и за пределами индустрии программного обеспечения – редактирование текстов, литературное творчество, подготовка документов, разработка сценариев пьес и компьютерных игр и др.

К наиболее популярным вариантам использования принципов agile-методологии относятся [11, 12]:

- Scrum: управление проектами на основе итеративной модели разработки сложного программного обеспечения; фиксированные операции, называемые *спринтами*, позволяют команде обеспечить регулярный выпуск программного обеспечения продукции иного рода;

- Kanban: визуализация рабочих процессов, сопровождаемых небольшими постепенными изменениями в текущем проекте; в качестве инструмента для реализации метода Kanban в проектах используется так называемая доска Kanban – физическая или виртуальная;

- Scrumban: гибрид методологий Scrum и Kanban;

- XP: эстремальное программирование, повышающее качество программного обеспечения и обеспечивающее оперативность реагирования на требования клиентов;

- APF: методология, поддерживающая универсальную командную работу с адаптивной структурой проекта и хорошо подходящая для проектов с неясными деталями, вносимыми клиентами.

Известен и ряд других agile-методологий – Hybrid, Bimodal, Lean, Crystal. При выборе варианта agile-методологии учитывается размер команды, конкретные требования проекта, профессионализм и уровень опыта членов команды.

Методы организации коллективного интеллекта. Организация коллективной работы над каким-либо проектом начинается с описания ситуации, места и времени ее реализации, определения количества и состава участников.

На успешность реализации проекта в общем случае оказывают влияние эмоции и чувства всех участников коллективного общения, направленность внимания каждой личности, процессы эмоционально-волевой сферы, мотивация участия в коллективной работе.

Личностные и социальные качества, проявляемые в работе agile-команды, составляют структуру навыков эмоционального интеллекта (рис. 1) [13, 14]. Эта структура представлена в форме концептуального графа навыков командной работы на основе личного и коллективного интеллекта. При построении концептуального графа использован интеллектуальный редактор CharGer [15]. В дальнейшем в подобном виде будут представлены структуры психических процессов человека: общая структура психики личности, мышление, память и речь. Данное представление пригодно для автоматического формирования баз знаний о психических процессах.

Из практики коллективной и командной работы известен психологический и социологический феномен, когда коллективный интеллект принимает более эффективные решения, чем отдельно взятые квалифицированные специалисты; могут быть отмечены некоторые ключевые факторы, влияющие на эффективность коллективных решений [16]:

- многообразие мнений, отражающих индивидуальные точки зрения участников;

- независимость мнений участников, формируемых без влияния остальных членов команды;

– мнения участников должны быть сформированы на основании индивидуальных «локальных» знаний, либо знаний, извлекаемых из независимых источников;

– каждый из участников команды должен иметь представление о предмете и конечной цели обсуждения.

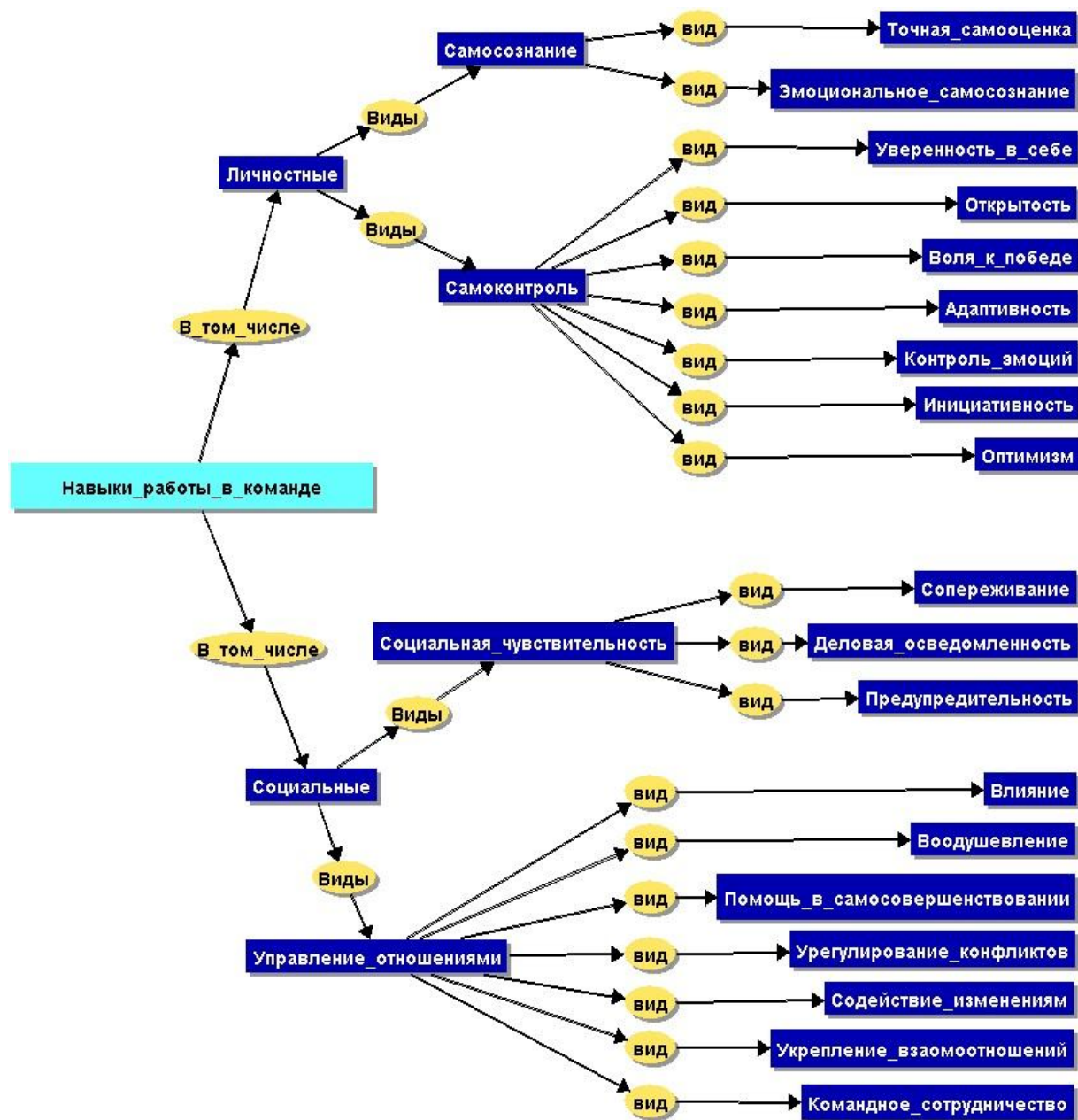


Рис. 1. Концептуальный граф навыков командной работы при учете личного и коллективного интеллекта

Fig. 1. Conceptual graph of teamwork skills when taking into account personal and collective intelligence

Коллективный интеллект, возникающий в результате сотрудничества, кол-

лективных усилий и, возможно, конкуренции многих людей, проявляется в со-

гласованном принятии решений по результатам экспертного оценивания информации о выбранных этапах совместной работы [17]. Например, известный метод экспертного оценивания Дельфи [18] основан на анонимном участии экспертов в диалоге с организаторами опроса. В процессе диалога эксперты могут вносить добавления, делать комментарии к задаваемым вопросам, уточнять свои ответы. С результатами опроса организаторы знакомят всех экспертов с просьбой дать оценки наиболее крайним точкам зрения. Опросы повторяются до тех пор, пока не будет достигнута согласованность мнений всех экспертов.

Другими известными методами принятия коллективных решений являются: кейс-метод, заключающийся в детальном разборе и анализе ситуаций; метод экспертных оценок, основанный на обработке мнений экспертов по поводу неформализованных проблем и метод «мозговой атаки, или штурма», заключающийся в выработке коллективного решения на инновационном уровне. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Основными особенностями этих методов являются высокие требования к компетентности экспертов [19]. Недостатком коллективных методов принятия решений является высокая стоимость, низкая оперативность и пониженная ответственность участников принятия решений [20].

В настоящей работе предполагается использовать специальные закладки – ярлыки, или теги, для обсуждаемых фрагментов некоторой информацион-

ной структуры. Полученная в результате информационная структура может рассматриваться как коллективное знание (или коллективный интеллект) сообщества пользователей.

Известная модель Белбина, предложенная им в работе [21], основана на использовании теории ролей в команде. Согласно этой модели, «...роли участников команды делятся на три категории: ориентированные на действия, ориентированные на размышления и социально ориентированные (рис. 2).

Ориентированные на действия участники команды готовы выполнять задачи в поставленные сроки (они играют роли мотиватора движения к цели, реализатора-планировщика действий и педанта-перфекциониста, обращающего особое внимание на детали проекта). Ориентированные на размышления участники команды обладают критическим мышлением и могут предлагать новые идеи (эту категорию составляют генератор идей, аналитик-стратег и специалист, обладающий глубокими знаниями по данной проблеме). Социально ориентированные участники команды отличаются развитыми коммуникативными навыками, благодаря чему они могут поддерживать весь коллектив (координатор – нередко один из руководителей команды, обладающий хорошими коммуникационными навыками, консолидатор-шейпер (от англ. *shaper* – формирователь), который является неформальным лидером и «душой команды» – посредником при выработке консолидированного мнения

команды, и исследователь ресурсов, а также новых инновационных подходов к решению вопросов» [21].

К сожалению, описанный метод для формирования agile-команды сложен и зачастую неосуществим в полном виде, когда члены команды должны играть роли независимых и равноправных экспертов. Однако при наличии возможностей выявления и оценки свойств раз-

личимых по ролям участников, этим методом целесообразно воспользоваться. Если agile-команде предусмотрена роль руководителя-куратора проекта, то им может быть один из участников, причем при его выборе целесообразно воспользоваться концептуальным графом навыков командной работы, представленном на рис. 1.

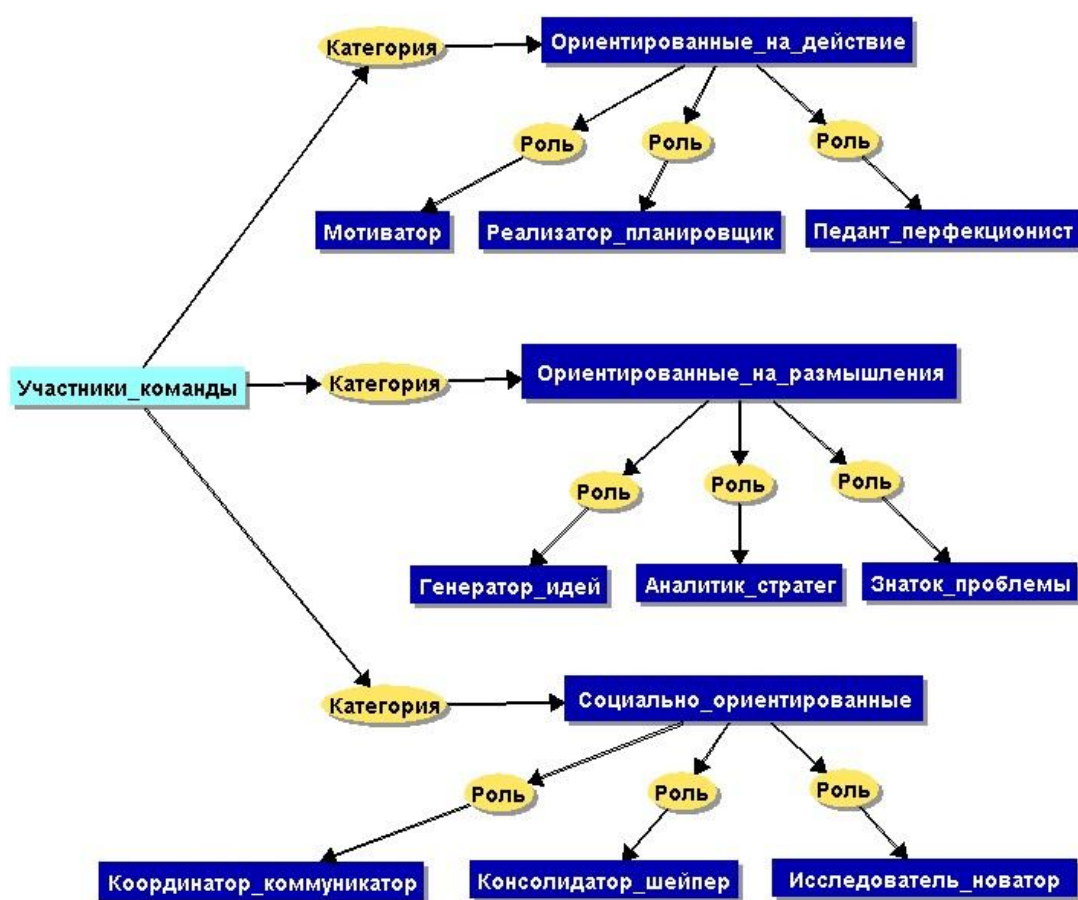


Рис. 2. Концептуальный граф ролей участников agile-команды при учете личного и коллективного интеллекта

Fig. 2. Conceptual graph of roles of agile team members when taking into account personal and collective intelligence

Инфраструктура для организации коллективной работы над проектами, для обучения и бизнеса может содержать

коллективный интеллект групп пользователей, искусственный интеллект или коллективный искусственный интеллект

– обученную или обучаемую искусственную нейронную сеть.

Другим полезным примером коллективной сетевой деятельности являются чаты, предоставляемые социальными сайтами и Интернетом в целом.

В настоящее время предлагается идея почти футуристического характера, но технически уже осуществимая: для создания коллективного искусственного интеллекта необходимо объединить отдельные искусственные нейросети в общую нейросеть, что позволит им непрерывно самообучаться на основе обмена информацией между нейросетями [22]. Частично эта проблема нашла свое решение в настоящей статье, сделанное на основе интеграции искусственного и коллективного интеллекта, а также на основе новых образовательных, в том числе дистанционных, технологий.

Организация коллективной работы agile-команды. Предлагаются для реализации следующие режимы системы – пиринговой инфраструктуры для организации коллективной работы над проектами на основе agile-методологии:

- Все оценки и имена-псевдонимы участников работы над проектом известны руководителю команды.

- Все оценки известны участникам работы над проектом, но имена-псевдонимы известны только руководителю команды.

- Все оценки и имена-псевдонимы участников работы над проектом известны руководителю команды и всем остальным участникам.

- Все оценки и имена-псевдонимы участников работы над проектом известны каждому участнику, кроме руководителя команды.

- Все участники работы трудятся анонимно, оценки известны в процессе работы, но имена-псевдонимы открываются только после завершения проекта. Руководитель команды отсутствует, вместо него в системе имеются координатор или модератор.

- Все участники работы трудятся анонимно, оценки и имена-псевдонимы открываются только после завершения проекта. Руководитель команды отсутствует, вместо него в системе имеются координатор или модератор.

Оценки представляются в форме хеш-тегов или «эмодзи», например, в виде *#автор #идея #мысль #задача #оценка*. При коллективной работе формальный лидер команды (мотиватор) может выполнять функции куратора или модератора диалогов с различающимися полномочиями. Он также может выполнять функции эксперта с решающим голосом, ставящего вопросы на голосование. При отсутствии формального лидера назначается временный модератор, следящий за корректностью диалога. Вне числа экспертов команды остается лицо, выполняющее функции системного администратора и отвечающее за правильную работу программного обеспечения.

Искусственный интеллект в системе реализуется обученной искусственной нейронной сетью. Отдельно взятую нейронную сеть возможно отнести не к

индивидуальному искусственному интеллекту, а к коллективному, в случае, когда ее «мнение» по изучаемому вопросу формируется на основе использования информации из различных источников, созданных людьми [23].

На рис. 3. дано представление когнитивных процессов субъекта agile-методологии (человека) в форме концептуального графа.

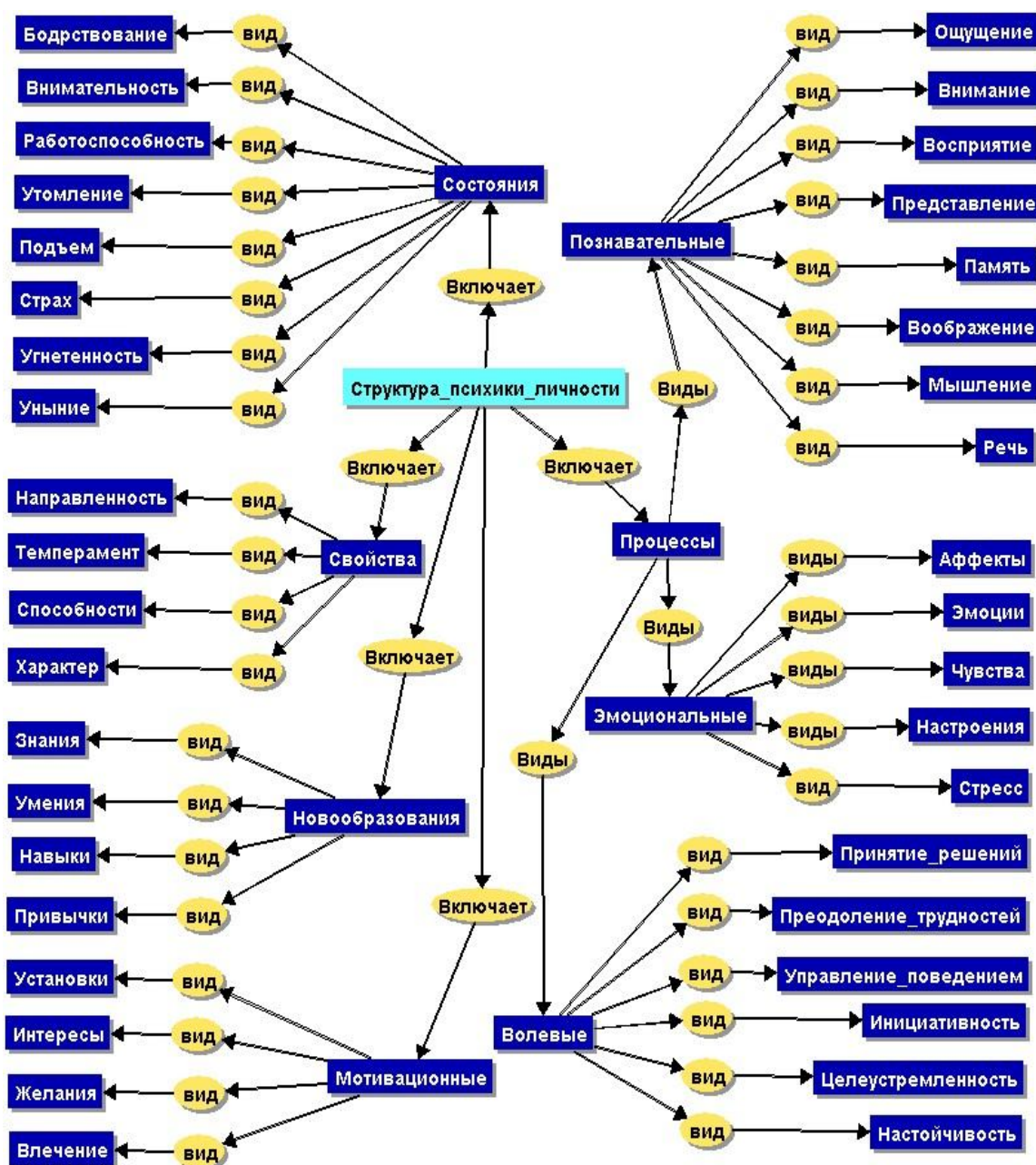


Рис. 3. Концептуальное представление когнитивных процессов и состояний для субъекта agile-методологии

Fig. 3. Conceptual representation of cognitive processes and states for the subject of agile methodology

Концептуальный граф составлен согласно источникам по общей психологии [24, 25, 26]. Данный граф подчеркивает сложность структуры психики личности, а также видов познавательных, то есть когнитивных процессов и состояний. Для некоторых из этих явлений могут быть разработаны аналоги в программировании.

Когнитивные особенности личности и концепция «бережливого мышления» участников agile-процессов. Особенностью agile-методологий является наличие главного коллективного исполнителя – самоорганизующейся команды психически-совместимых специалистов, готовых к работе с клиентами-заказчиками, а также с искусственным интеллектом, в первую очередь с искусственными нейронными сетями [27].

Внедрение семейства процессов agile-методологии на предприятиях способно повысить заинтересованность и мотивацию сотрудников.

Agile-мышление, в первую очередь, предполагает наличие у сознания личности свойств адаптивности и способности меняться в зависимости от окружающего контекста. Например, Lean-мышление, или «бережливое мышление» (англ. *Lean Thinking*), связано с использованием личностью системного подхода при взгляде на окружающую действительность как на единый комплекс взаимосвязанных элементов [27]. Базовое мышление, умонастроения и допущения принесут больше пользы при меньших затратах, одновременно развивая уверенность, компетентность

и способность каждого сотрудника работать с другими.

О технической и программной интерпретации и имитации когнитивных процессов познавательной сферы человека. Почти для каждого из когнитивных процессов познавательной сферы человека возможно дать техническую или программную интерпретацию. Например, ощущения, восприятие и внимание можно интерпретировать как ввод информации; внимание, представления и воображение – как подготовку информации к запоминанию; памяти и мышлению может соответствовать запоминание, хранение и выполнение операций по обработке данных, представляющих собой информацию в формализованном виде; речь – как процесс, выполняющий коммуникативную функцию. Таковы простейшие и далеко неполные технические интерпретации явлений познавательной сферы человека. Однако некоторые подобные интерпретации могут носить мнемонический или метафорический характер.

Познавательный психический процесс «память». Запоминание информации в памяти человека иллюстрируют рис. 4 и рис. 5, построенные на основании курсов общей психологии [24, 25, 26]. Когнитивное развитие влечет за собой развитие различных процессов, таких как обучение, восприятие, память и внимание, которые позволяют людям получать знания и понимать свое окружение. Некоторым процессам памяти может соответствовать работа иерархически структурированной памяти компьютера.

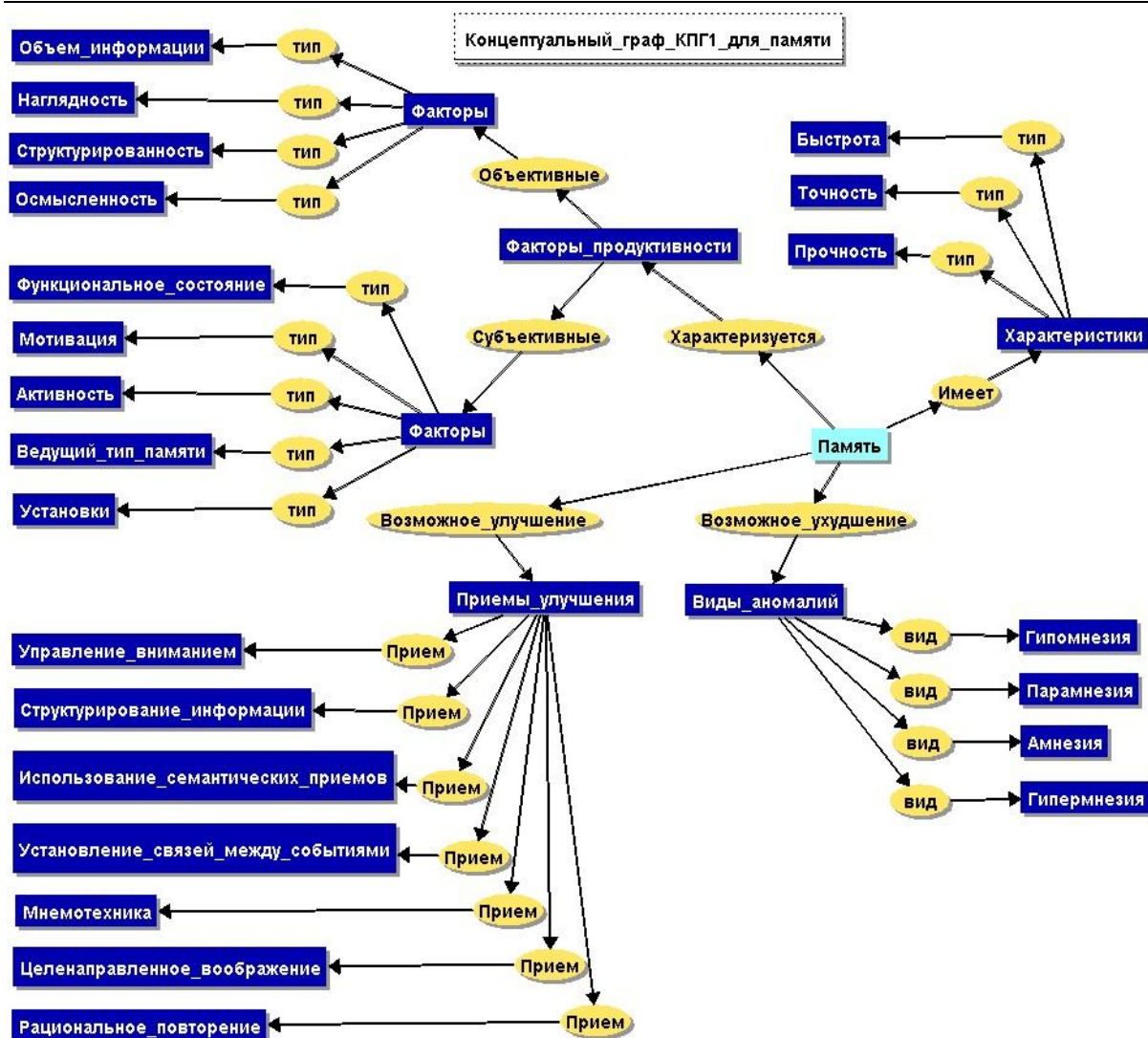


Рис. 4. Концептуальный подграф 1 когнитивного процесса «память» субъекта agile-методологии

Fig. 4. Conceptual subgraph 1 of the cognitive process "memory" of the subject of agile methodology

Память – это фундаментальный когнитивный процесс, который функционирует уже с рождения человека. Запоминание определяется как ключевой когнитивный процесс мозга, поскольку на его основе функционирует почти весь человеческий интеллект. Механизмы запоминания в литературе были тщательно исследованы как когнитивный процесс, а фундаментальные вопросы о том, как и когда в долговременной памяти создаются воспоминания, были логически объяснены [24, 25, 26, 28].

В психических процессах преобладают преимущественно два типа памяти. Первый – кратковременная память, второй – долговременная память. Кратковременная память также имеет другую терминологию, известную как «рабочая память». Кратковременная память – это система временного хранения и управления информацией, необходимой для выполнения некоторых конкретных задач, таких как обучение или рассуждение.

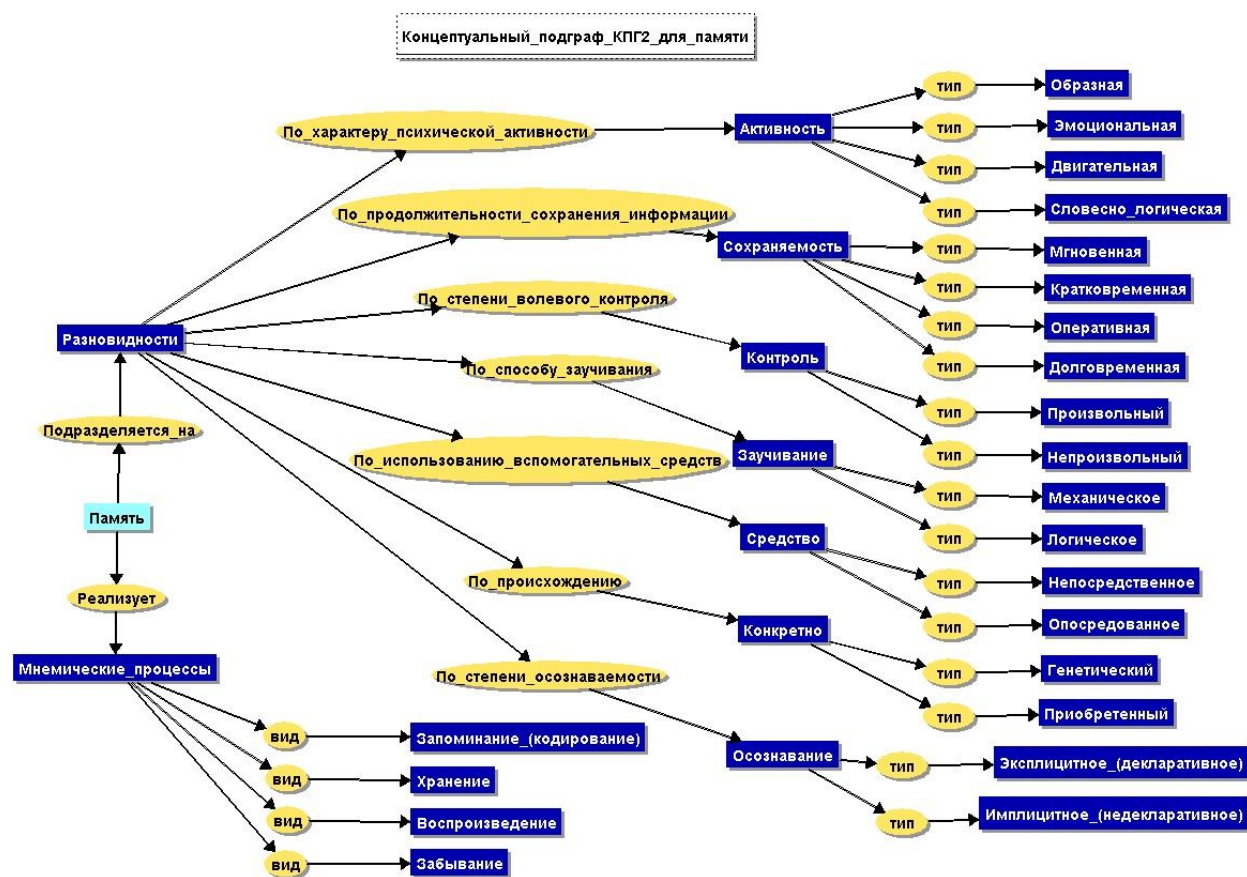


Рис. 5. Концептуальный подграф 2 когнитивного процесса «память» субъекта agile-методологии

Fig. 5. Conceptual subgraph 2 of the cognitive process “memory” of the subject of agile methodology

Долговременную память можно разделить на три категории. Эти три категории известны как процедурная память, семантическая память и эпизодическая память. Долговременную память можно определить как систему длительного хранения информации [29].

Познавательный психический процесс «мышление». Остановимся далее на обсуждении одного из важнейших процессов познавательной сферы – мышления. Как известно из курсов по психологии [24, 25, 26], мышление является познавательным психическим процессом, более сложным по сравнению с процессами внимания, ощущения

и восприятия. Мышление – это психический познавательный процесс отражения существенных связей и отношений предметов и явлений объективного мира. Человеческий мозг обрабатывает информацию из внешнего мира, упрощает, классифицирует и интерпретирует огромное количество ежедневно получаемой информации. Наше мышление формируется в течение всей жизни посредством систематического обучения (курсы, чтение) и бессистемного получения знаний (события из жизни, опыт работы).

На рис. 6 представлен концептуальный граф когнитивного процесса

«мышление», иллюстрирующий сложность этого психического процесса, принадлежащего к познавательной сфере

человека. Концептуальный граф составлен согласно источникам по психологии [24, 25, 26].

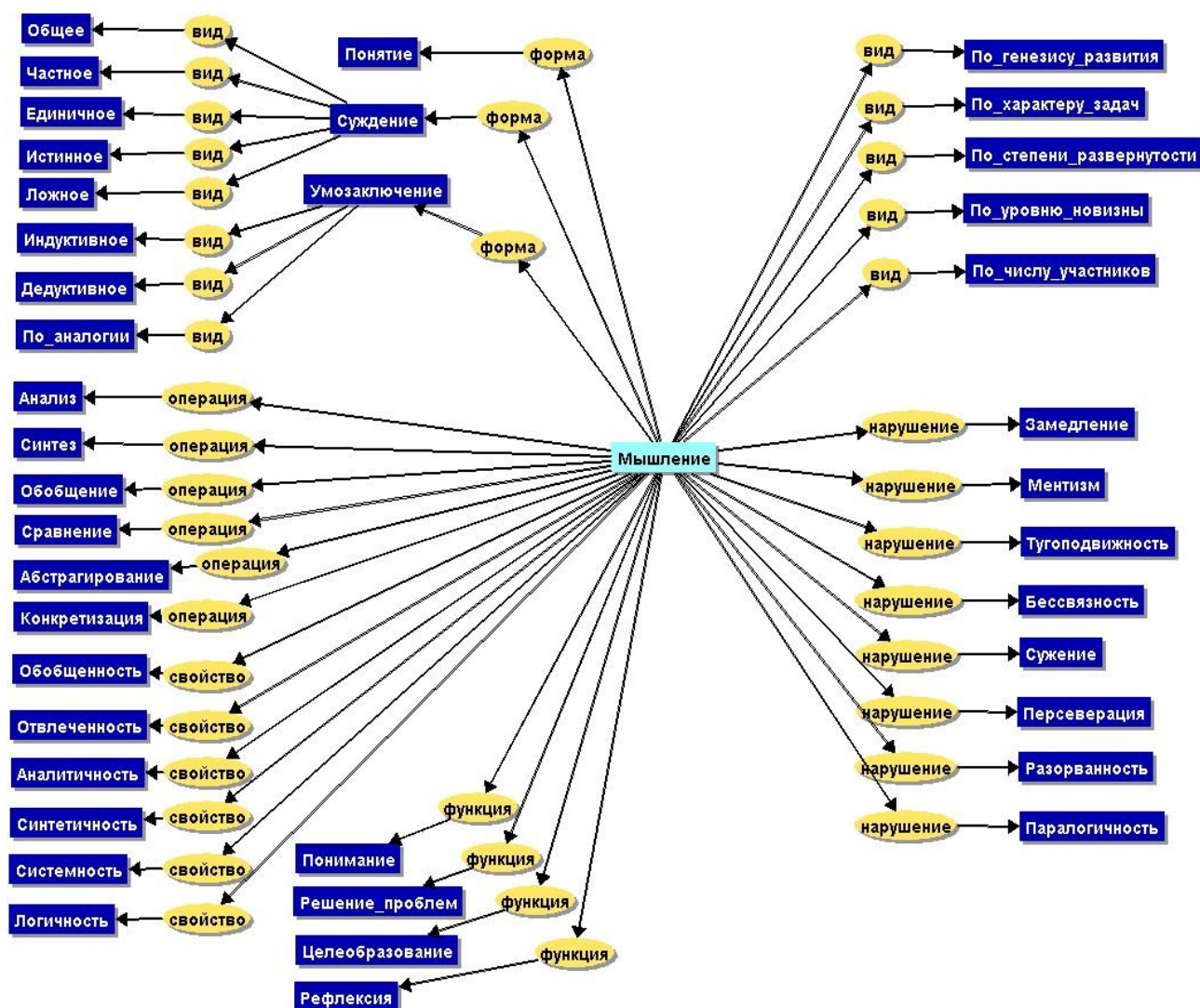


Рис. 6. Концептуальный граф когнитивного процесса «мышление» субъекта agile-методологии

Fig. 6. Conceptual graph of the cognitive process "thinking" of a subject of agile methodology

Для приложений когнитивной информатики к agile-методологии и программированию и вычислительной техники в частности большой интерес представляют операции мышления [30]:

- анализ: мыслительная операция разбиения сложного объекта на составляющие части;

- сравнение: мыслительная операция, заключающаяся в выявлении общности или различий предметов и явлений;

- абстрагирование: мыслительная операция, основанная на выделении основного признака предмета или явления и отвлечении от их несущественных признаков;

- синтез: мыслительная операция, состоящая в аналитико-синтетическом процессе перехода от частей к целому;
- обобщение: мыслительная операция, заключающаяся в объединении мнений и многих предметов или явлений по некоторому признаку;
- классификация: мыслительная операция деления объема понятия, исходя из его характеристик; термины «классификация» и «категоризация» часто рассматриваются как эквивалентные;
- конкретизация: мыслительная операция, противоположная абстракции; предполагает возвращение мысли от общего и абстрактного к конкретному с целью раскрыть содержание предмета или явления.

Многие из понятий, связанных с когнитивными мыслительными процессами, имеют аналоги в объектно-ориентированном проектировании.

Познавательный психический процесс «речь». Важной особенностью мышления является его неразрывная связь с речью. Концептуальный граф когнитивного процесса «речь» представлен на рис. 7.

Концептуальный граф на рис. 6 составлен согласно источникам по психологии [24, 25, 26]. Важной функцией речи является коммуникативная функция, выражающаяся в том, что язык и речь выступают в качестве важнейших средств общения людей, передачи информации и воздействия друг на друга в ходе общения.

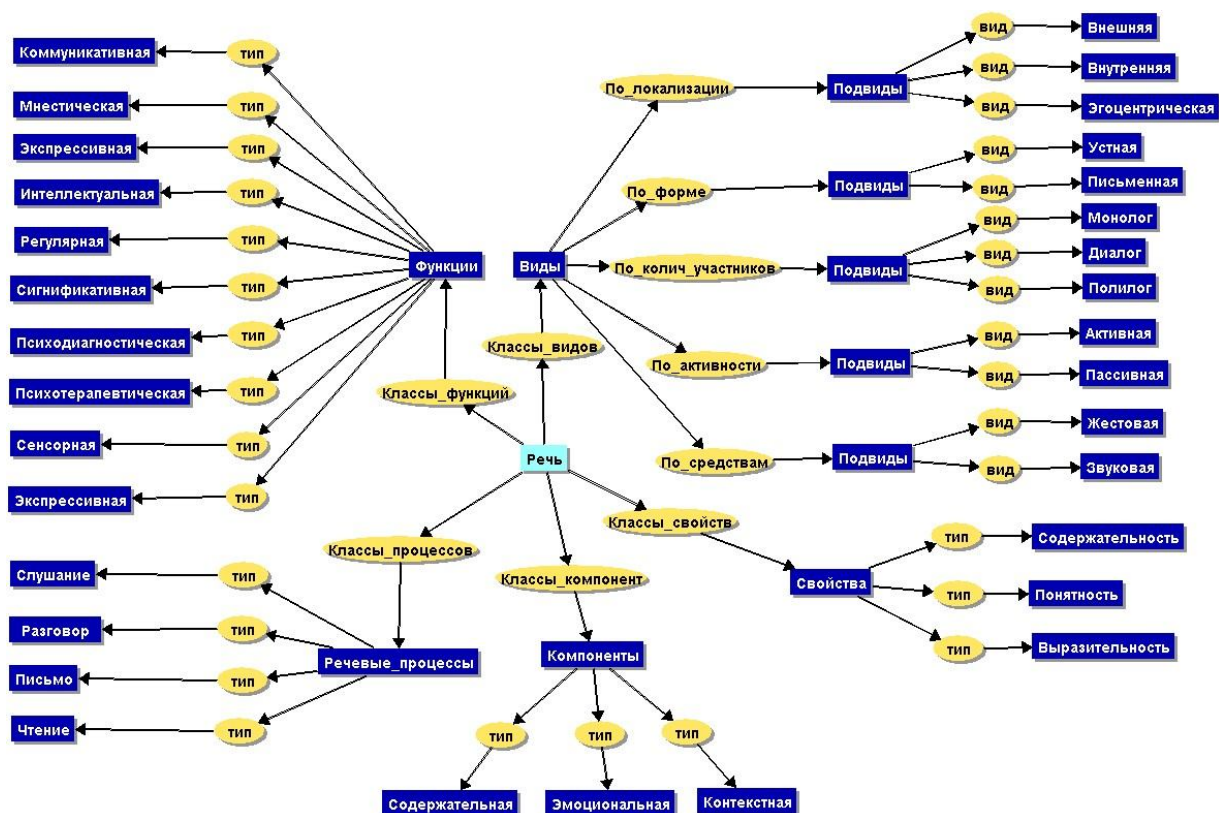


Рис. 7. Концептуальный граф когнитивного процесса «речь» субъекта agile-методологии

Fig. 7. Conceptual graph of the cognitive process "speech" of a subject of agile methodology

Речь в общем смысле по форме может быть устной или письменной, а по количеству участников речевой познавательный процесс реализуется в виде монолога, диалога или полилога, что реализуется в интеллектуальных чатах.

Концептуальная модель когнитивного пирингового P2P чата для работы в коллективном режиме; пиринговая инфраструктура чата. В традиционных чатах сообщения проходят через сервер, который может быть подвержен взлому или нелегальному мониторингу. В пиринговом P2P чате сообщения от-

правляются напрямую от одного пользователя к другому, поэтому P2P чаты могут работать быстрее и использовать меньше ресурсов, что делает их наиболее подходящими как для десктопных, так и для мобильных устройств.

P2P чат работает на основе децентрализованной сети узлов (рис. 8). Выбор пиринговой архитектуры P2P обусловлен тем, что она хорошо масштабируется. Добавление новых узлов не требует выполнения настройки на центральном сервере и не требует его наличия [31].

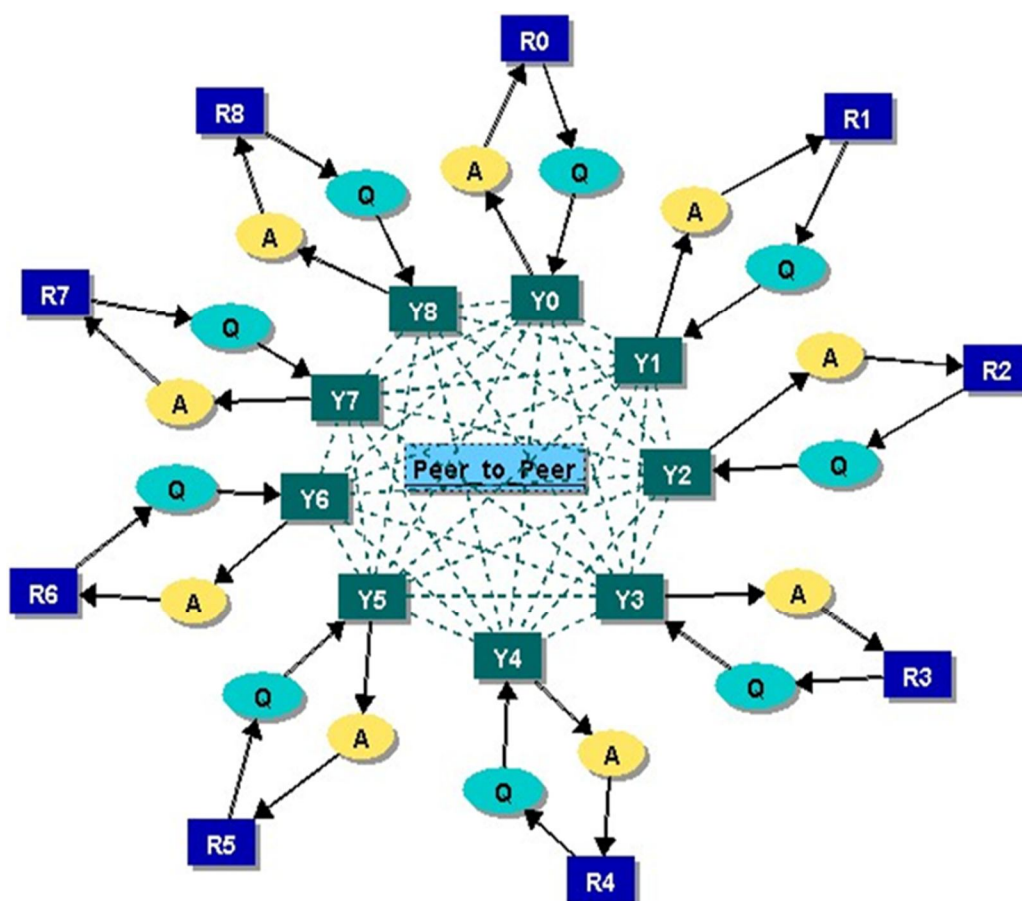


Рис. 8. Концептуальная модель когнитивной пиринговой инфраструктуры для организации коллективной работы над проектами на основе agile-методологии

Fig. 8. Conceptual model of a cognitive peering infrastructure for organizing teamwork on projects based on agile methodology

Пиринговая связь узлов соответствует логической структуре сетевых коммуникаций в компьютерной сети; физическая структура может быть реализована в глобальной или локальной сети с коммуникациями типа «сильно-связный граф», не обязательно полный. На рис. 8 символами $Y_0, Y_1, \dots, Y_8$ обозначены пиринговые узлы, символами $R_0, R_1, \dots, R_9$ – когнитивные ресурсы инфраструктуры для организации коллективной работы над проектами на основе agile-методологии, символами Q и A обозначены связи для передачи во-

просов и ответов соответственно. Пунктирными линиями обозначены логические связи пиринговых узлов.

Концептуальная модель отдельной когнитивной ячейки. Интеллект каждой нейронной сети в данной инфраструктуре следует считать коллективным, так как ее обучение сводится к накоплению профессиональных знаний и опыта многих людей. На рис. 9 представлена концептуальная модель отдельной когнитивной ячейки R распределенного коллективного интеллекта. Модель построена с использованием редактора CharGer [15].

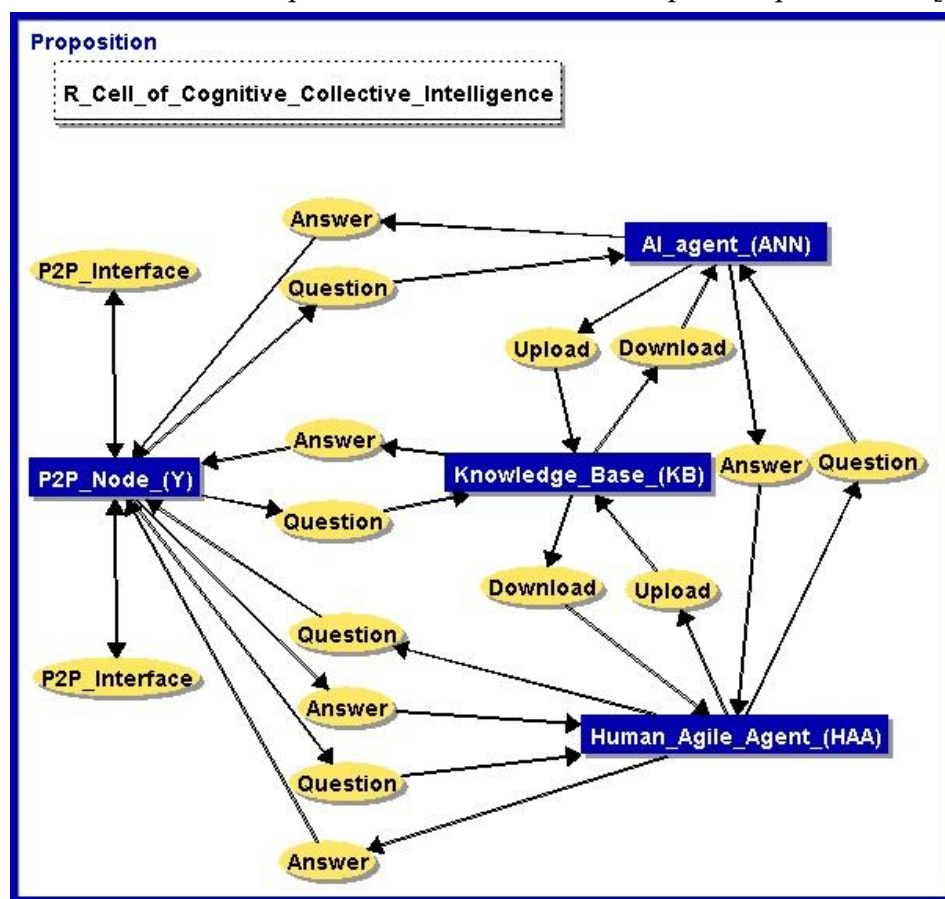


Рис. 9. Концептуальная модель ячейки R когнитивного коллективного интеллекта, объединяющая элементы собственно коллективного интеллекта agile-агентов (Human Agile Agent – HAA-агентов), с искусственным интеллектом AI-агентов на базе нейронной сети ANN

Fig. 9. Conceptual model of cell R of cognitive collective intelligence, combining elements of the collective intelligence of agile agents (Human Agile Agents – HAA-agents) with the artificial intelligence of AI agents based on the ANN neural network

Здесь имя Human Agile Agent (HAA-агент) присвоено участнику-агенту (человеку) agile-команды, Artificial Intelligent Agent (AI-агент – интеллектуальный агент на основе искусственной нейронной сети ANN), Knowledge Base (KB) – база знаний, реализуемая на основе системы управления базами данных MongoDB. Через коммуникационные интерфейсы каждый из трех упомянутых объектов связан с собственным узлом пиринговой сети P2P_Node_Y, а через него – со всеми остальными узлами и интеллектуальными ячейками. Через связи Question и Answer передается фрагменты тегированной оценки текстовой информации чата по всей сети, а через связи Upload и Download – фрагменты информации, выгружаемой или загружаемой в базу знаний от agile-агента или AI-агента. Agile-агент и AI-агент общаются друг с другом напрямую.

Результаты и их обсуждение

Достигнутая цель исследования. Когнитивная обработка информации основана на идее моделирования процессов человеческого мышления в компьютерных системах. В рассматриваемой системе это включает в себя обработку естественного языка, распознавание письменной речи, связанные с пониманием информации путем программной имитации человеческого интеллекта. Принятая концепция предполагает реализацию коллективного интеллекта не искусственным путем, а путем организации удобного взаимодействия участни-

ков интеллектуального чата. Искусственный интеллект реализуется при помощи первоначально обученной и обучаемой далее нейронной сети; в статье определены условия, позволяющие интеллект искусственной нейронной сети рассматривать как коллективный.

Предполагается, что искусственные нейронные сети доступны всем участникам agile-команды и реализуют функции коллективного искусственного интеллекта при условии, что при их обучении использован профессионализм и опыт работы человека в естественной социальной или профессиональной среде. Мыслительные операции, такие как анализ, разбиение (модуляризация), сравнение, абстрагирование, синтез, обобщение, классификация, конкретизация, известные из курсов общей психологии, интерпретируются не только как результат мыслительной деятельности человека, но и как функционал компьютерной программы. Аналогично реализуются некоторые элементы процессов познавательной сферы «память» и «речь».

Реализованная архитектура и программное обеспечение когнитивного коллективного интеллекта. Для написания P2P чата на языке Python потребовались следующие библиотеки: библиотеки для создания и управления графическим пользовательским интерфейсом (GUI) в приложениях для интерактивного взаимодействия с пользователем; библиотека, позволяющая программам на языке Python взаимодействовать с сетевыми интерфейсами; библиотека для созда-

ния многопоточных приложений; библиотека программ-адаптеров для подключения к базе данных MongoDB и последующего создания, чтения, обновления и удаления данных, управления транзакциями и обработки сложных запросов [32, 33, 34].

Узел P2P сети, ставший по приоритету хостом, позволяет другому пользователю подключиться к чату напрямую, без использования промежуточного сервера. В функциях сохранения данных необходимо реализовать два потока: один для отправки сообщений и второй для получения. Таким образом, приложение сможет одновременно принимать и отправлять сообщения.

Разработан программный интерфейс с нейросетью, позволяющий подключаться клиентам-экспертам к серверу нейросети (AI-агенту) другого пользователя, а так же выставлять оценки на ответы AI-агента.

Созданная система общения с AI-агентом – искусственной нейросетью организует подключение пользователей к серверу нейросети каждого пользователя пиринговой P2P сети, а также позволяет оценивать ответы AI-агента и реплики пользователей.

А) Интерфейс front-end «пользователь – чат-бот». В разработке интерфейса переднего плана *front-end* с пользователем-участником интеллектуального чата (чат-бота) использовалась популярная JavaScript-библиотека React [35]. Она позволяет разрабатывать интерактивные приложения, реагирующие

на действия пользователя без необходимости перезагрузки страницы.

Рассмотрим более подробно описание интерфейсных компонентов интеллектуального чат-бота, разработанного с использованием библиотеки React. Интерфейс переднего плана состоит из нескольких ключевых компонент, включая BotChat, MessageArea, LoadingAnimation и другие вспомогательные компоненты.

Компонента BotChat является основной и служит контейнером для всего чата. Она отвечает за управление состоянием чат-бота, включая хранение сообщений, обработку ввода пользователя и отправку сообщений на сервер.

Компонента MessageArea отображает сообщения чат-бота. Она принимает массив сообщений и разделяет их на сообщения пользователя и сообщения чат-бота.

Компонента LoadingAnimation реализует визуальный индикатор загрузки, который можно отображать во время выполнения асинхронных операций, например, при ожидании ответа от сервера. Она содержит графический элемент, который показывает пользователю, что происходит процесс загрузки. Эта компонента используется в BotChat для отображения индикатора загрузки (в форме анимации) при отправке сообщения, представляя обратную связь о состоянии системы.

Компонента Sidebar отвечает за отображение боковой панели в интерфейсе чат-бота. Эта панель включает в свой состав список доступных диалогов

(историй чатов) и кнопку для доступа к настройкам подключения. Панель может быть раскрыта или скрыта пользователем.

Б) *Интерфейс back-end_1 «чат-бот – нейросеть»*. Интерфейс заднего плана «чат-бот – нейросеть» *back-end_1* разработан при помощи инструментария Flask –легковесного микрофреймворка для создания веб-приложений на основе языка Python [36]. Он хорошо подходит для разработки интерфейса приложений API, который может обрабатывать запросы от интерфейса переднего плана, работать с данными и возвращать результаты.

Основные элементы интерфейса заднего плана *back-end_1*:

- функция `handle_messages`: это обработчик для маршрута `/chat`, извлекающий данные из запроса, обрабатывающий их и возвращающий ответ в формате JSON;

- функция обработки `process_message_with_neural_network`: это функция, которая обращается к нейросети (выбирается опционально) для генерации ответа на сообщение пользователя;

- функция формирования ответа `response_generation_function` создает словарь с содержимым ответа и идентификатором беседы для отправки обратно пользователю;

- функция для оценки сообщений `rate_message()` `'/rate'`: это обработчик, позволяющий пользователям оценивать ответы чат-бота, отправляя `id`

пары сообщений и булево значение рейтинга, что позволяет улучшить качество ответов чат-бота за счет обучения на основе обратной связи от пользователей;

- функция для получения списка диалогов `get_conversations()` `'/conversations'` предназначена для получения списка всех доступных диалогов или бесед; используется для отображения истории диалогов в пользовательском интерфейсе;

- функция для получения сообщений по `id` диалога `get_messages_by_conversation(conversation_id)` `'/messages/'`

- `<conversation_id>` – это обработчик, возвращающий все сообщения в рамках указанного диалога, позволяя пользователям просматривать историю общения;

- функция `save_rating` предназначена для сохранения рейтинга в базу данных; она получает оценку, выставленную пользователем на ответ Ассистента и сохраняет ее в базу данных с привязкой по `id` к сообщению.

В) *Интерфейс back-end_2 «чат-бот – база данных»*. Интерфейс заднего плана *back-end_2* «чат-бот – база данных» реализован для сопряжения узла пиринговой сети с системой управления базами данных (СУБД) MongoDB. СУБД MongoDB [34] – это документо-ориентированная система управления базами данных, не требующая описания схем таблиц, классическая NoSQL-система, использующая JSON-подобные документы. MongoDB подходит для реги-

страции и хранения информации о событиях, реализации систем управления документами и контентом, организации мониторинга, хранения веб-страниц.

Рассмотрим ключевые аспекты использования (СУБД) MongoDB в приложении на основе предоставленных фрагментов кода:

А) Подключение к MongoDB. Подключение к базе данных MongoDB осуществляется через MongoClient, предоставляемый пакетом pymongo. В коде это выглядит так:

```
from pymongo import MongoClient
client = MongoClient(
    "mongodb://localhost:27017/")
db = client["Agile-agent"]
```

Здесь создается подключение к локальному серверу MongoDB (localhost на порту 27017), и выбирается база данных agile-агента.

Б) Работа с коллекциями. В приложении используются две коллекции MongoDB: messages для хранения сообщений и ratings для хранения оценок пользователей. Коллекция сообщений (messages): содержит сообщения пользователей и agile-агента. Каждое сообщение включает в себя поля, такие как role (роль отправителя), content (содержание сообщения) и _id (уникальный идентификатор сообщения, который также используется как pair_id для оценок). Коллекция оценок (ratings) содержит оценки пользователей для сообщений agile-агента. Каждая запись включает pair_id (ссылается на идентификатор сообщения ассистента в коллекции

messages), rating (оценка сообщения) и username (имя пользователя, который оставил оценку).

В) Примеры операций с базой данных:

– добавление сообщения: когда agile-агент отправляет сообщение, оно сохраняется в коллекцию messages с помощью метода insert_one:

```
message_document = {
    "_id": res["pair_id"],
    "conversation_id": conv_idS,
    "user": message,
    "assistant": res["content"],
}
messages_collection.insert_one(message_document)
```

– добавление оценки: оценка пользователя для сообщения ассистента добавляется в коллекцию ratings:

```
ratings_collection.insert_one({
    "pair_id": pair_id,
    "rating": rating,
    "username": username,
})
```

– получение сообщений по идентификатору разговора: для получения всех сообщений, связанных с определенным разговором, используется метод find с сортировкой по полю _id для сохранения хронологического порядка поступления сообщений:

```
messages = messages_collection.find(
    {"conversation_id": conversation_id},
).sort("_id", 1)
```

Г) Список оценочных когнитивных тегов из программы:

```
// Список тегов «эмоции»
```

```
const tagsWithEmojis = [
  { tag: "#Внимание", emoji: "___" },
  { tag: "#Восприятие", emoji: "___" },
  { tag: "#Любопытство", emoji: "___" },
  { tag: "#Удивление", emoji: "___" },
  { tag: "#Заинтересованность", emoji:
    "___" },
  { tag: "#Замечность", emoji: "___" },
  { tag: "#Оптимизм", emoji: "___" },
  { tag: "#Радость", emoji: "___" },
  { tag: "#Эйфория", emoji: "___" },
  { tag: "#Сомнение", emoji: "___" },
  { tag: "#Озадаченность", emoji: "___" },
  { tag: "#Возбуждение", emoji: "___" },
  { tag: "#Тревога", emoji: "___" },
  { tag: "#Неудовольствие", emoji: "___" },
  { tag: "#Страх", emoji: "___" },
  { tag: "#Ужас", emoji: "___" },
  { tag: "#Злость", emoji: "___" },
  { tag: "#Стресс", emoji: "___" },
  { tag: "#Аффектация", emoji: "___" },
  { tag: "#Скука", emoji: "___" },
  { tag: "#Утомление", emoji: "___" },
  { tag: "#Апатия", emoji: "___" },
  { tag: "#Узнетенность", emoji: "___" },
];
```

Конкретные пиктограммы-теги и соответствующие им веса выбираются согласованно участниками agile-проекта. Графические пиктограммы и порядок их расположения в палитре подсказок могут быть установлены опционально.

Фрагменты диалога в процессе создания agile-командой и agile-агентами текстового документа. Каждому из членов agile-команды предоставлен равноправный доступ к ресурсам инфраструктуры. Более высокий приоритет может быть присвоен руководителю или администратору интеллектуального

чата. В режиме «Хост» (рис. 10) участник может вносить свои предложения, добавлять новый материал и ставить оценки. В режиме «Клиент» участник может только просматривать записи и выставлять оценки. Очередность при выборе режима устанавливается опционально: по кольцу, по приоритету или случайным образом в пределах выделенного интервала времени. Если в agile-команде выделен руководитель, то ему всегда предоставляется режим «Хост» по окончании работы других участников.

Далее приведены фрагменты интеллектуального диалога. На рис. 11 проиллюстрировано начало диалога по инициативе AI-агента – программы на основе искусственной нейронной сети. Выдана вводная фраза и палитра инструментов для когнитивных оценок участников интеллектуального диалога. На оценку Agile-агента следует подтверждение (рис. 12). Фрагмент с метаинформацией о хранимых в базе оцененных знаниях дан на рис. 13. За хранение отвечает база знаний, управляемая СУБД MongoDB.

Фрагмент работы, представленный на рис. 14, иллюстрирует вопрос от Agile-агента #user1 к AI-агенту #ann: «#user1 to #ann». Согласно выбранной опции, AI-агент отвечает всем Agile-агентам: «#ann to #all». Оценку и ответ «#user1 #узнать #применить #agile #любопытство» в данном режиме выставляет Agile-агент #user1, задавший вопрос, выражая при этом «любопытство».

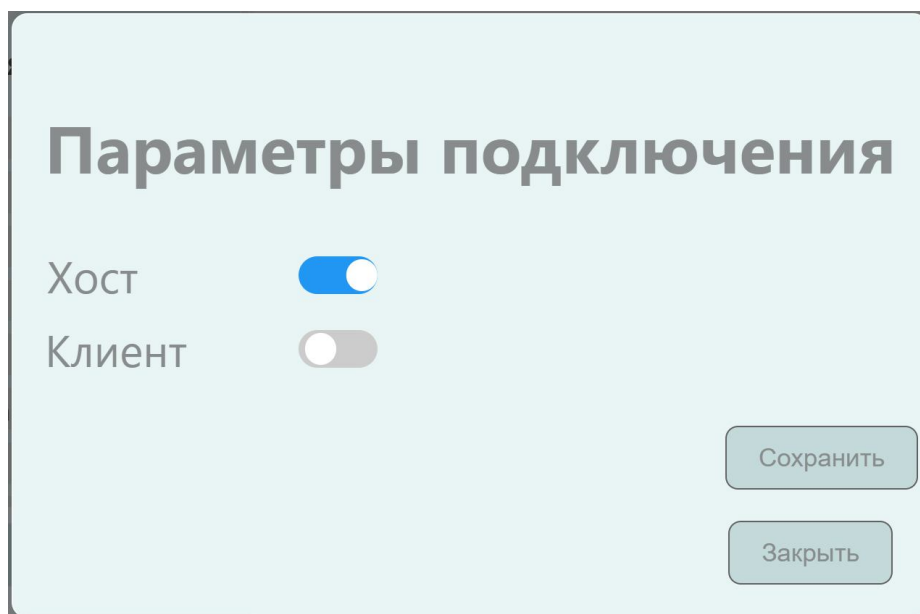


Рис. 10. Выбор функциональности узла интеллектуального пирингового чата

Fig. 10. Selecting the functionality of the smart peer-to-peer chat node

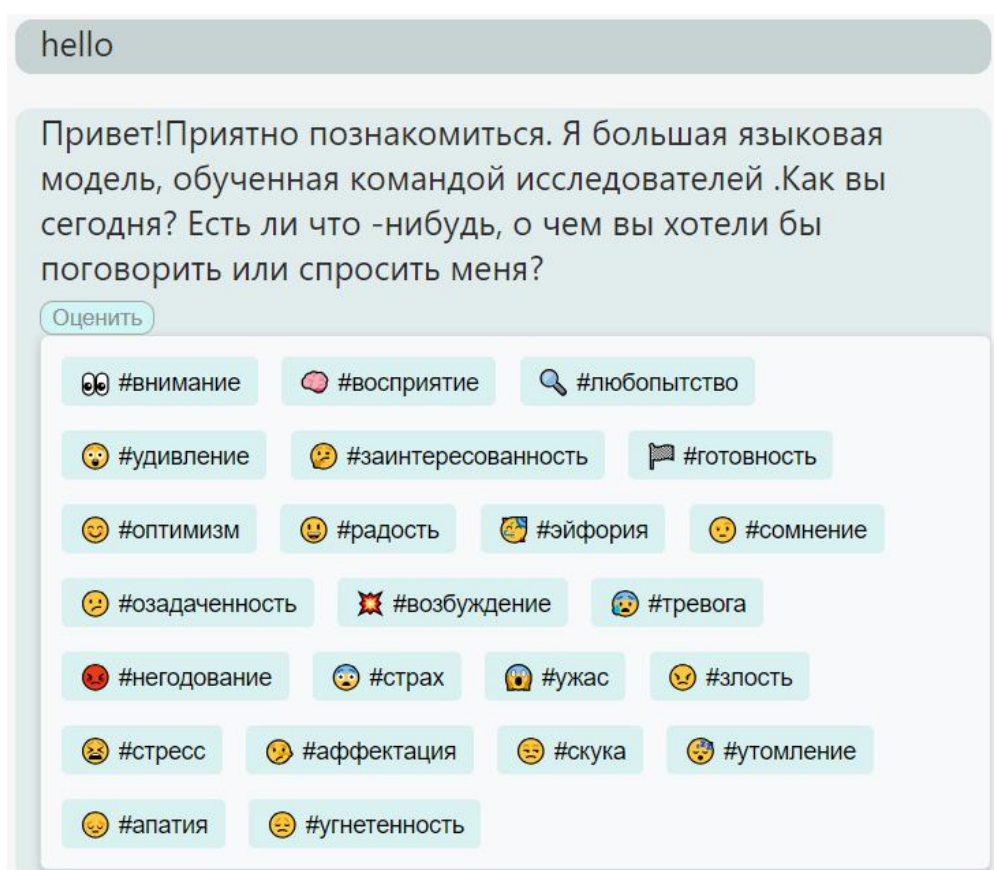


Рис. 11. Начало диалога: фрагменты текста от AI-агента и панель когнитивных оценок от Agile-агента

Fig. 11. Start of dialogue: text fragments from the AI-agent and a panel of cognitive assessments from the Agile-agent

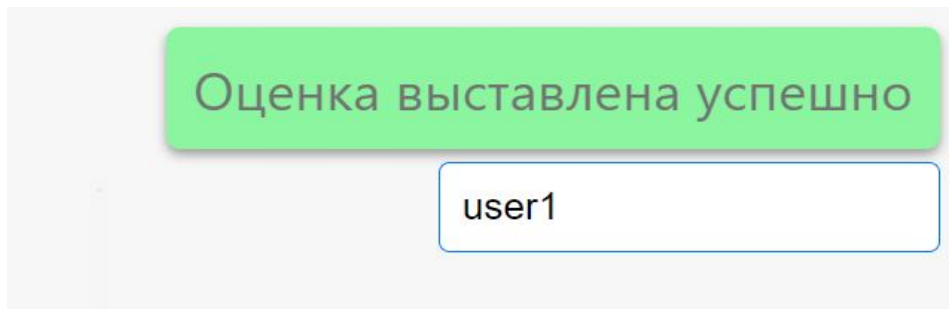


Рис. 12. Подтверждение принятия оценки

Fig. 12. Confirmation of acceptance of the assessment

<pre> _id: ObjectId('660172b76631cd87f7c1cefb') pair_id: "65ded9d08e5db804442bd047" rating: "#эйфория" username: "" </pre>
<pre> _id: ObjectId('660188ca5938045013f99485') pair_id: "660176630f3679fb61b2e839" rating: "#готовность" username: "пользователь1" </pre>
<pre> _id: ObjectId('66018a4b5938045013f99486') pair_id: "660165064bf1151af1e67b7b" rating: "#ужас" username: "#####sssss" </pre>
<pre> _id: ObjectId('66018a6a5938045013f99487') pair_id: "660165064bf1151af1e67b7b" rating: "#заинтересованность" username: "#####sssss" </pre>

Рис. 13. Фрагмент с метаданной о хранимых в базе оцененных знаниях

Fig. 13. Fragment with meta-information about the assessed knowledge stored in the database

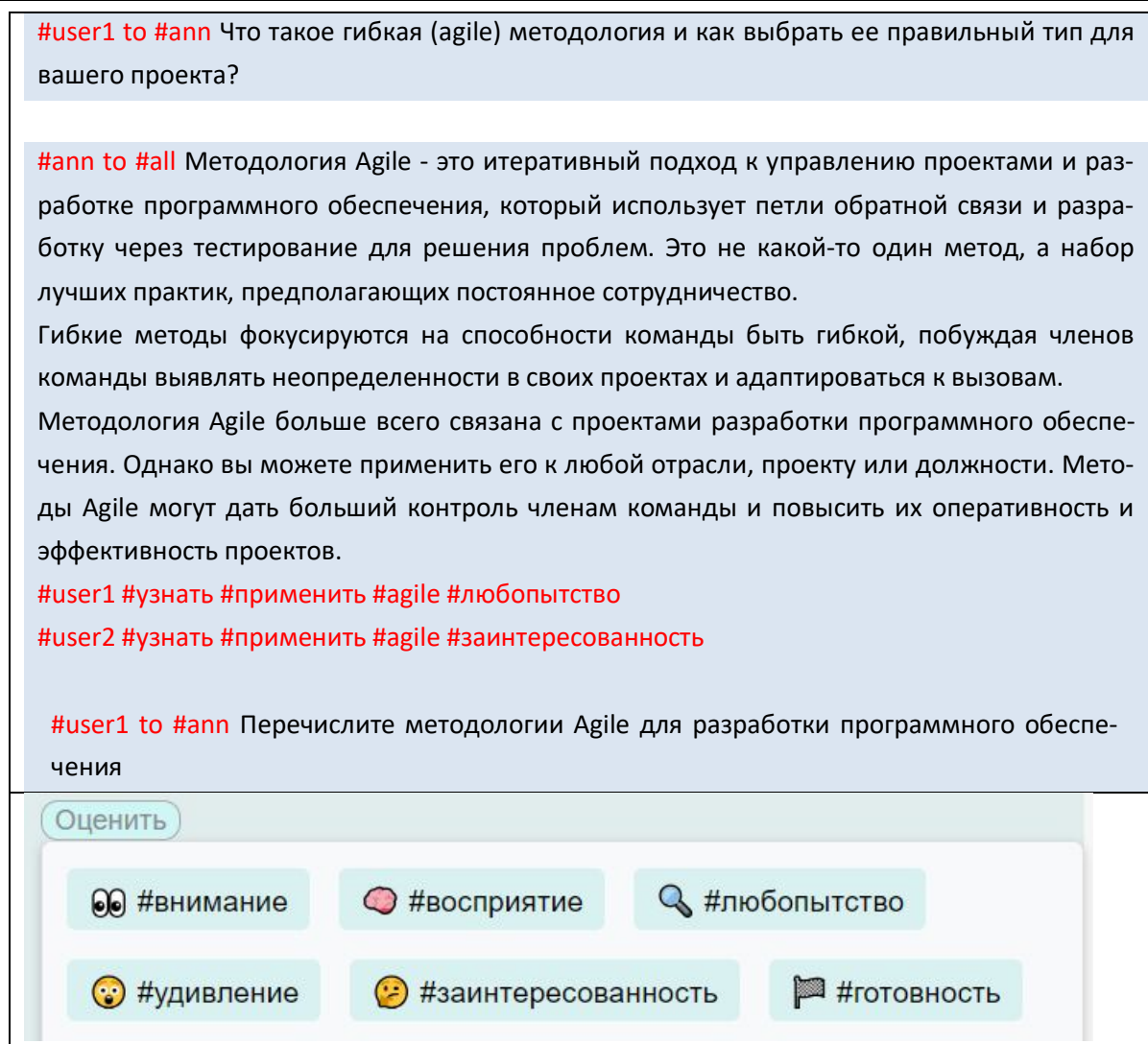


Рис. 14. Фрагмент диалога Agile-агентов #user1 и #user2 с AI-агентом #ann

Fig. 14. Fragment of dialogue between Agile-agents #user1 and #user2 with AI-agent #ann

Согласно этой оценке, ответ AI-агента #ann (то есть искусственной нейронной сети) может быть модифицирован агентом #user1 и сохранен в базе знаний. Аналогичные действия выполняет и Agile-агент #user2: «#user2 #узнать #применить #agile #заинтересованность», выражая «заинтересованность» в данном варианте ответа, что приводит к соответствующим действиям.

Рекомендация по отбору членов agile-команды. В работе [37] был пред-

ложен и реализован программно интеллектуальный агентный модуль для определения семантической близости текстовой информации с использованием технологий машинного обучения. Этим модулем рекомендуется воспользоваться для отбора кандидатов в члены agile-команды по конкретному проекту с целью формирования коллективного естественного интеллекта agile-агентов. Для этого обученная искусственная нейронная сеть определяет семантическую

близость документа с требованиями к участнику при учете поручаемой ему роли к документу-досье кандидата на эту роль.

Коллективная работа со структурированными знаниями, представленными концептуальными графами. В процессе работы члены agile-команды могут обмениваться не только когнитивной информацией, но и структурированной и формализованной информацией, основанной на знаниях, правилах и семантике предметной области. Основой графического представления структур психических процессов в настоящей работе являются концептуальные графы (КГ) и более сложные структуры – семантические сети (СеС), что позволило визуализировать формулы первопорядковой логики предикатов [38, 39].

Данная визуализация здесь касается только бинарных предикатов. В книге [38] показано, как можно переинтерпретировать n -арный предикат в конъюнкцию бинарных предикатов. Дуги концептуального графа связывают имена бинарных предикатов с их аргументами, которые используются для представления атрибутов, событий и состояний. Узел концептуального графа, указывающий имя предиката, называется связывающим узлом, а связываемые им узлы называются узлами-концептами. Концептуальные графы с концептами-событиями называются сценариями и используются для представления динамики предметной области.

Участники agile-команды получают возможность коллективного редактирования концептуального графа, передавая по пиринговой сети его представление в формате XML. Демонстрационный пример построения концептуального графа (сценария) в интеллектуальном чате пиринговой сети для условного agile-агента, выполняющего роль генератора идей, представлен на рис. 15. Опционально возможен также переход от концептуального графа к фактам и правилам языка Пролог:

```

Возраст('Владимир', '25_лет').
должность('Владимир', программист).
конец(событие_1, '16_00').
конец(событие_2, '17_00').
конец(событие_3, '18_00').
место(событие_1, лаборатория).
место(событие_2, дом).
место(событие_3, спортзал).
начало(событие_1, '8_00').
начало(событие_2, '16_00').
начало(событие_3, '17_00').
роль('Владимир', генератор_идей).
след(событие_1, событие_2).
след(событие_2, событие_3).
участник(событие_1, 'Владимир').
участник(событие_2, 'Владимир').
участник(событие_3, 'Владимир').

```

Обсуждение перспектив использования результатов работы. В настоящее время многие ученые предполагают, что когнитивная и поведенческая нейронаука, изучающая функции мозга высокого уровня (исследование познавательной и эмоционально-волевой сфер, психических свойств, состояний и образований), станет наиболее важным компонентом в моделировании мозга.

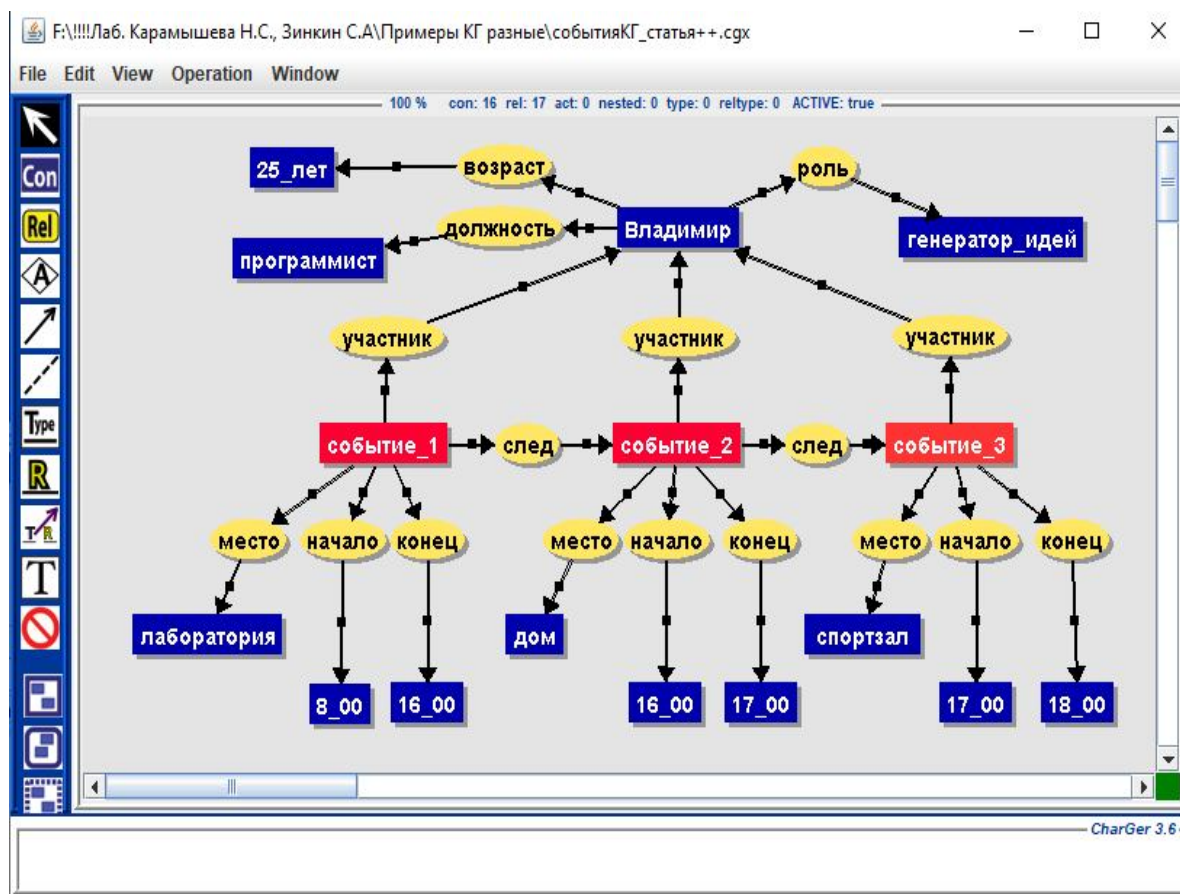


Рис. 15. Демонстрационный пример концептуального графа (сценария), подготовленного в результате коллективной работы участниками agile-команды

Fig. 15. Demonstration example of a conceptual graph (scenario) prepared as a result of collective work by members of an agile team

Однако чтобы это произошло, необходимо осуществить многоуровневую реконструкцию и моделирование мозга: то есть сначала нужно организовать саму платформу (модель нижних уровней мозга) в рамках проекта «Человеческий мозг» – «Human Brain Project» [9]. Без такой организации названия для психических процессов личности могут рассматриваться как красивые метафоры, имеющие опосредованное отношение к личности и используемые для усиления смыслового содержания и вызова эмоциональной реакции пользователя. Однако уже на основании полученных результа-

тов в области создания искусственных когнитивных архитектур и соответствующего программного обеспечения можно считать, что есть перспективы для скорого воплощения отдельных когнитивных теорий [40]. С другой стороны, отдельные высокоуровневые функции мозга могут рассматриваться как мнемонические указания на то, как трактуются логические (не модальные) модели процессов познавательного поведения человека и его «аватара», воплощенного в виде программы для компьютера или киберфизической системы.

Выводы

Предложена, обоснована и реализована когнитивная пиринговая инфраструктура, позволяющая улучшить условия для коллективной работы над проектами на основе agile-методологии. Когнитивная архитектура определяется как структура, обеспечивающая реализацию антропоморфных и нейроморфных функций в естественных или искусственных системах. Предлагаемый подход основан на организации взаимодействия коллективного интеллекта членов agile-команды и искусственного интеллекта, представленного обученными искусственными нейронными сетями. При формировании agile-команды предлагается учитывать познавательную сферу в структуре психических процессов когнитивного, то есть способного к познавательной деятельности агента-человека.

Система реализована на основе пиринговой компьютерной сети, обеспечивающей коммуникации между всеми искусственными и естественными участниками когнитивного познавательного процесса в процессе проектирования. Предложена концептуальная модель ячейки когнитивного коллективного интеллекта, объединяющая элементы собственно коллективного интеллекта agile-агентов с коллективным искусственным интеллектом агентов на базе нейронных сетей. При экспертной оценке качества отдельных этапов проектирования предложено использовать тегирование на основе эмоционально-волевых и мотивационных психических процессов личностей. Принятая концепция предполагает реализацию коллективного интеллекта не только искусственным путем, но и путем организации удобного взаимодействия участников интеллектуального чата.

Список литературы

1. Manifesto for Agile Software. URL: Development <http://www.agilemanifesto.org/> (дата обращения 01.03.2024).
2. Фарли Д. Современная программная инженерия. Программное обеспечение в эпоху эджайла и непрерывного развертывания. СПб.: Питер, 2023. 288 с.
3. Форд Н., Парсонс Р., Куа П. Эволюционная архитектура. Поддержка непрерывных изменений. СПб.: Питер, 2019. 272 с.
4. Федотова О. С. Когнитивное моделирование как метод познания и изучения объекта в научных исследованиях // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2015. № 4 (46): в 2 ч. Ч. II. С. 199-202.
5. Dąbrowska E. Cognitive Linguistics' seven deadly sins // Cognitive Linguistics. 2016. Vol. 27, no. 4. P. 479-491. <https://doi.org/10.1515/cog-2016-0059>.
6. Краткий словарь когнитивных терминов / под ред. Е.С. Кубряковой. М.: Изд.-во МГУ, 1996. 245 с.

7. Маслова В. А. Введение в когнитивную лингвистику. Изд-е 5-е. М.: Изд.-во Флинта; Наука, 2018. 296 с.
8. Langley P., Laird J. E., Rogers S. Cognitive architectures: Research issues and challenges // Cognitive Systems Research. June 2009. Vol. 10, is. 2. P. 141-160.
9. Human Brain Project. URL: <https://www.humanbrainproject.eu/en/> (дата обращения 1.03.2024).
10. Access to Neuromorphic Computing. URL: <https://www.humanbrainproject.eu/en/#neuromorphiccomputing-220623-10> (дата обращения 01.03.2024).
11. Agile Project Management: Best Practices and Methodologies. URL: <https://www.altexsoft.com/whitepapers/agile-project-management-best-practices-and-methodologies> (дата обращения 01.03.2024).
12. Agile Project Management Methods. URL: <https://www.altexsoft.com/infographics/agile-project-management-methods> (дата обращения 01.03.2024).
13. Никулина И. В. Эмоциональный интеллект: инструменты развития. Самара: Изд-во Самарского государственного университета, 2022. 82 с.
14. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. М.: АСТ, 2009. 478 с.
15. Delugach H. S. Implementation and Visualization of Conceptual Graphs in CharGer // International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications. 2014. 2(2). P. 1-19. DOI:10.4018/IJCSSA.2014070101.
16. Корниенко В. И. Командообразование. М.: Изд-во Юрайт, 2021. 291 с.
17. Микони С.В. Подход к оцениванию уровня интеллектуальности информационной системы // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №1(47). С.29-43. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2023-13-1-29-43>.
18. Метод Дельфи. URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/delphi-technique.html> (дата обращения 01.03.2024).
19. Веприкова М.Я. Коллективные методы принятия решений в современных организациях, их эффективность // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 9А. С. 353-360.
20. Быльева Д. С. Коллективный и искусственный интеллект // Вестник Мининского университета. 2023. Т. 11, № 2. С. 13. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2023-11-2-13>.
21. Белбин Р. М. Типы ролей в командах менеджеров: [пер. с англ.]. М.: НИРО, 2003. 232с.
22. Ученые описали особенности появления коллективного ИИ. URL: <https://rspectr.com/novosti> (дата обращения 01.03.2024).
23. David Ha, Yujin Tang. Collective Intelligence for Deep Learning: A Survey of Recent Developments. Cornell University. Computer Science. Neural and Evolutionary Computing. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.14377>.
24. Маклаков А. Г. Общая психология. СПб.: Питер Пресс, 2017. 582 с.
25. Кулагина И. Ю., Колюцкий В. Н. Психология развития и возрастная психология: полный жизненный цикл развития человека. М.: Академический проект, 2020. 420 с.

26. Психология / под общ. ред. В. Н. Дружинина. СПб.: Издательский дом «Питер», 2009. 652 с.
27. Бережливое мышление. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_thinking (дата обращения 1.03.2024).
28. Wang Y., Wang Y. Cognitive Informatics Models of the Brain // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 2006. 36(2). P. 203-207.
29. Wang Y., Wang Y., Patel S., Patel D. A Layered Reference Model of the Brain (LRMB) // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics (C) 2006. 36(2). P. 124-133.
30. Современные образовательные технологии: Психология и педагогика. Познавательные психические процессы. Мышление и интеллект. URL: https://intuit.ru/studies/professional_retraining/16257/courses/707/lecture/16756?page=2&ysclid=lvv7vfr93p274714474 (дата обращения 01.03.2024).
31. Deciphering P2P: The Basics and Benefits of Peer-to-Peer Technology. URL: <https://www.cachefly.com/news/deciphering-p2p-the-basics-and-benefits-of-peer-to-peer-technology> (дата обращения 01.03.2024).
32. Чан У. Python: создание приложений. Библиотека профессионала. М.: Вильямс, 2015. 816 с.
33. Князева М. Д., Карамышева Н. С., Григорьева Д. Д. От алгоритма к программе и искусственному интеллекту. С примерами на языках Python и Prolog / под ред. д-ра техн. наук, проф. С. А. Зинкина. Пенза: Изд-во ПГУ, 2024. 412 с.
34. MongoDB: The Developer Data Platform. URL: <https://www.mongodb.com> (дата обращения 01.03.2024).
35. React. JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов. URL: <https://ru.react.js.org> (дата обращения 01.03.2024).
36. Создание веб-приложения с использованием Python Flask. URL: <https://timeweb.cloud/tutorials/python/sozдание-veb-prilozheniya-s-ispolzovaniem-python-flask> (дата обращения 01.03.2024).
37. О программной реализации когнитивных интероперабельных агентно-базированных систем / Н.С. Карамышева, А.С. Милованов, М.А. Митрохин, С.А. Зинкин // Известия Юго-Западного государственного университета. 2024. Т. 28, №1. С. 100-122. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-1-100-122>.
38. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / А. Тейз, П. Грибомон, Ж. Луи [и др.]. М.: Мир, 1990. 429 с.
39. Sowa J. F. Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations. Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 2000. 594 p.
40. Unified Theories of Cognition. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Theories_of_Cognition (дата обращения 01.03.2024).

References

1. Manifesto for Agile Software. Available at: Development <http://www.agilemanifesto.org/> (accessed: 01.03.2024).
2. Farli D. Modern software engineering. Software in the age of agile and continuous deployment]. St. Petersburg: Piter; 2023. 288 p.
3. Ford N., Parsons R., Kua P. Evolutionary architecture. Support for continuous change. St. Petersburg: Piter; 2019. 272 p. (In Russ.).
4. Fedotova O. S. Cognitive modeling as a method of cognition and study of an object in scientific research. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki = Philological Sciences. Questions of theory and practice*. 2015; 4(2): 199-202 (In Russ.).
5. Dąbrowska E. Cognitive Linguistics' seven deadly sins. *Cognitive Linguistics*. 2016; 27 (4): 479-491. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/cog-2016-0059>.
6. Kubryakova E.S. Brief dictionary of cognitive terms. Moscow: MGU Publ.: 1996. 245 p. (In Russ.).
7. Maslova V. A. Introduction to Cognitive Linguistics. Moscow: Flinta; Nauka: 2018. 296 p. (In Russ.).
8. Langley P., Laird J. E., Rogers S. Cognitive architectures: Research issues and challenges. *Cognitive Systems Research*. 2009, 10(2): 141-160.
9. Human Brain Project. Available at: <https://www.humanbrainproject.eu/en/> (accessed: 01.03.2024).
10. Access to Neuromorphic Computing. Available at: <https://www.humanbrainproject.eu/en/#neuromorphiccomputing-220623-10> (accessed: 01.03.2024).
11. Agile Project Management: Best Practices and Methodologies. Available at: <https://www.altexsoft.com/whitepapers/agile-project-management-best-practices-and-methodologies> (accessed: 01.03.2024).
12. Agile Project Management Methods. Available at: <https://www.altexsoft.com/in-fographics/agile-project-management-methods> (accessed: 01.03.2024).
13. Nikulina I. V. Emotional intelligence: development tools. Samara: Izd-vo Samarskogo gosudarstvennogo universiteta; 2022. 82 p. (In Russ.).
14. Goulman D. Emotional intellect. Moscow: ACT; 2009. 478 p. (In Russ.).
15. Delugach H. S. Implementation and Visualization of Conceptual Graphs in CharGer. *International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications*. 2014; 2 (2): 1-19. DOI:10.4018/IJCSSA.2014070101.
16. Kornienko V. I. Team building. Moscow: Yurajt; 2021. 291 p. (In Russ.).
17. Mikoni S.V. An approach to assessing the level of intelligence of an information system. *Ontologiya proektirovaniya = Design Ontology*. 2023; 13(1): 29-43 (In Russ.). <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2023-13-1-29-43>.

18. Delphi method. (In Russ.). Available at: <https://wiki.loginom.ru/articles/delphi-technique.html> (accessed: 01.03.2024).
19. Veprikova M.Ya. Collective methods of decision-making in modern organizations, their effectiveness. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: yesterday, today, tomorrow*. 2018; 8 (9): 353-360 (In Russ.).
20. Byl'eva D. S. Collective and artificial intelligence. *Vestnik Mininskogo universiteta = Bulletin of Minin University*. 2023; 11(2): 2-13 (In Russ.). <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2023-11-2-13>.
21. Belbin R. M. Types of roles in management teams. Moscow: HIPPO; 2003. 232 p. (In Russ.).
22. Scientists have described the features of the emergence of collective AI. (In Russ.). Available at: <https://rspectr.com/novosti> (accessed: 01.03.2024).
23. David Ha, Yujin Tang. Collective Intelligence for Deep Learning: A Survey of Recent Developments. *Cornell University. Computer Science. Neural and Evolutionary Computing*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.14377>.
24. Maklakov A. G. General psychology. Saint Petersburg: Piter Press; 2017. 582 p. (In Russ.).
25. Kulagina I. Yu., Kolyuckij V. N. Developmental psychology and age psychology: the full life cycle of human development. Moscow: Akademicheskij proekt, 2020. 420 p. (In Russ.).
26. Druzhinina V. N. Psychology. Saint Petersburg: Piter, 2009. 652 p. (In Russ.).
27. Lean Thinking. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_thinking (accessed: 01.03.2024).
28. Wang, Y., Wang, Y.: Cognitive Informatics Models of the Brain. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 2006, 36 (2): 203-207.
29. Wang, Y., Wang, Y., Patel, S., Patel, D. A Layered Reference Model of the Brain (LRMB). *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 2006. 36 (2): 124-133.
30. Modern educational technologies: Psychology and pedagogy. Cognitive mental processes. Thinking and intelligence. (In Russ.). Available at: https://intuit.ru/studies/professional_retraining/16257/courses/707/lecture/16756?page=2&ysclid=lvv7vfr93p274714474operacii (accessed: 01.03.2024).
31. Deciphering P2P: The Basics and Benefits of Peer-to-Peer Technology. Available at: <https://www.cachefly.com/news/deciphering-p2p-the-basics-and-benefits-of-peer-to-peer-technology> (accessed: 01.03.2024).
32. Chan U. Python: Creating Applications. Professional's library. Moscow: Vil'yams; 2015. 816 p. (In Russ.).
33. Knyazeva M. D., Karamysheva N. S., Grigor'eva D. D. From algorithm to program and artificial intelligence. With examples in Python and Prolog. Penza: PGU; 2024. 412 p. (In Russ.).

34. MongoDB: The Developer Data Platform. Available at: <https://www.mongodb.com> (accessed: 01.03.2024).
35. React. JavaScript library for creating user interfaces. (In Russ.). Available at: <https://ru.react.js.org> (accessed: 01.03.2024).
36. Creating a Web Application Using Python Flask. (In Russ.). Available at: <https://timeweb.cloud/tutorials/python/sozdanie-veb-prilozheniya-s-ispolzovaniem-python-flask> (accessed: 01.03.2024).
37. Karamysheva N. S., Milovanov A. S., Mitrokhin M. A., Zinkin S. A. On the Software Implementation of Cognitive Interoperable Agent-Based Systems]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2024; 28(1): 100-122 (In Russ.). <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2024-28-1-100-122>.
38. Tejz A., Gribomon P., Lui Zh., et al. Logical approach to artificial intelligence: from classical logic to logic programming. Moscow: Mir; 1990. 429 p. (In Russ.).
39. Sowa J. F. Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations. Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 2000. 594 p.
40. Unified Theories of Cognition. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Theories_of_Cognition (accessed: 01.03.2024).

Информация об авторах / Information about the Authors

Карамышева Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация, e-mail: karamyshevans@yandex.ru

Nadezhda S. Karamysheva, Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor, Penza State University, Penza, Russian Federation, e-mail: karamyshevans@yandex.ru

Александров Владимир Сергеевич, студент, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация, e-mail: vt@pnzgu.ru

Vladimir S. Aleksandrov, Student, Penza State University, Penza, Russian Federation, e-mail: vt@pnzgu.ru

Кирюткин Илья Алексеевич, студент, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация, e-mail: vt@pnzgu.ru

Ilya A. Kiryutkin, Student, Penza State University, Penza, Russian Federation, e-mail: vt@pnzgu.ru

Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Российская Федерация, e-mail: zsa49@yandex.ru

Sergey A. Zinkin, Dr. of Sci. (Engineering), Professor, Penza State University, Penza, Russian Federation, e-mail: zsa49@yandex.ru