

*А. В. Колесников, С. В. Листопад
С. Б. Румовская, Ф. Г. Майтаков*

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГЕТЕРОГЕННОГО МЫШЛЕНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ
ГИБРИДНЫМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ
МНОГОАГЕНТНЫМИ СИСТЕМАМИ**

59

Рассматриваются методы и подходы к организации различных этапов процесса гетерогенного конструирования решений в малых коллективах экспертов. Моделирование гетерогенного конструирования коллективных решений гибридными интеллектуальными многоагентными системами повысит эффективность решения проблем в динамических средах. Предлагается структура гибридной интеллектуальной многоагентной системы для реализации рассмотренных методов.

In this article, we consider techniques for, and approaches to, the organization of various stages of heterogeneous solution design in small expert teams. Simulating the heterogeneous design of team solutions by hybrid intellectual multi-agent systems will contribute to the efficiency of problem-solving in dynamic environments. We propose a structure of a hybrid intelligent multi-agent system for implementing the techniques considered.

Ключевые слова: гибридная интеллектуальная многоагентная система, гетерогенное мышление, малый коллектив экспертов.

Keywords: hybrid intelligent multi-agent system, heterogeneous thinking, small expert team.

Введение

Условия динамических сред ограничивают применение абстрактно-математических моделей и традиционных аналитических подходов к принятию решений. В этой связи актуально моделирование процессов решения проблем в горизонтальных структурах, интегрирующих разнородные знания в динамических средах принятия решений, таких как круглый стол, консилиум, планерка и др. Для их моделирования предлагается новый класс интеллектуальных систем — гибридные интеллектуальные многоагентные системы гетерогенного мышления (ГИМСГМ). Они сочетают аппарат многоагентных систем в смысле В.Б. Тарасова [1] и методики гетерогенного мышления: дивергентное, расходящееся безоценочное восприятие проблемной ситуации и конвергентное, сходящееся мышление С. Кейнера [2], параллельное мышление, конструирование решений из поля параллельно существующих возможностей Э. де Боно [3]. Это позволяет релевантно смоделировать процесс решения проблем при недостаточно выявленных условиях и с

неопределенной целью. В настоящей работе анализируются существующие методы и подходы к организации гетерогенного мышления в коллективе экспертов с целью их моделирования в ГИМСГМ.

1. Процесс решения проблем коллективом экспертов

При решении ранее не встречавшихся задач процесс в общем случае состоит из следующих этапов: постановка, формулирование и анализ, сбор и интерпретация данных, поиск решений, анализ эффективности решений и окончательный выбор, представление результатов, реализация решения, мониторинг и оценка результатов [4]. Периоды коллективного обсуждения общей задачи могут чередоваться с периодами индивидуальной работы экспертов над «своими» подзадачами. Процесс решения задачи накладывается на процесс формирования и развития коллектива экспертов как единой сущности, состоящий из стадий: формирование, бурление, становление норм, выполнение, принятие решения и расформирование [5; 6]. Эти стадии согласуются с моделью «ромба группового принятия решений» (рис. 1), предложенной С. Кейнером, К. Толди, С. Фиск, Д. Бергером [2].

60

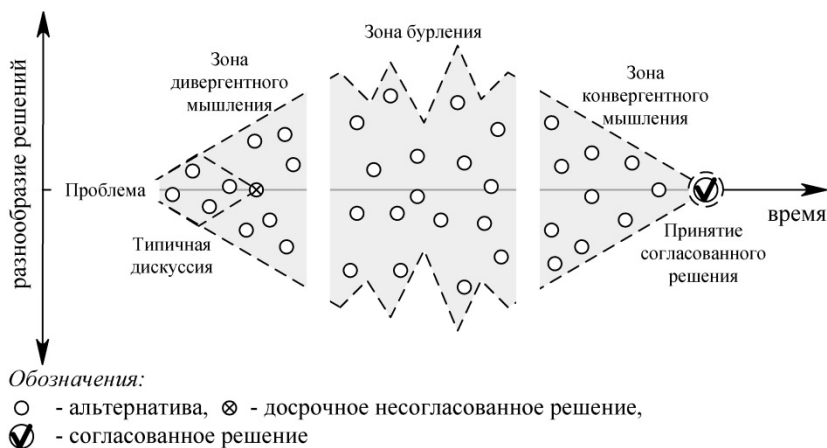


Рис. 1. Графическое представление модели ромба группового принятия решений С. Кейнера, К. Толди, С. Фиск, Д. Бергера

На первой стадии – формирования – члены коллектива знакомятся, обмениваются официальной информацией друг о друге, вносят предложения о работе коллектива, придерживаются общепринятых точек зрения, высказывают предложения, ведущие к очевидным решениям [6]. Если задача имеет очевидное решение, то дискуссия заканчивается уже на этом этапе. Однако часто даже в сложных, проблемных ситуациях дискуссия завершается еще на стадии формирования без выработки удовлетворительного решения, основной причиной чего



служит неспособность членов коллектива к совместной работе, когда различия в точках зрения рассматриваются как конфликты-барьеры, требующие преодоления, и в результате перспективные нестандартные решения отбрасываются [2].

Если коллективу удалось выйти за границы устоявшихся мнений, процесс обсуждения переходит на стадию бурления, когда участники начинают высказывать нестандартные, часто противоречивые решения. Здесь возможны конфликты между членами коллектива. Важную роль на этой стадии играет фасилитатор либо формальный лидер, решающий внутригрупповые конфликты. В этой зоне члены коллектива приспособляются к различиям во взглядах и сотрудничают друг с другом, разрабатывают групповые нормы поведения, в группе возникает чувство товарищества и сплоченности.

На стадии доработки предложений и подготовки альтернатив члены коллектива переформулируют ценные мысли в конкретные предложения и «шлифуют» их, пока все участники дискуссии не придут к конечному решению, воплощающему все разнообразие точек зрения членов коллектива. Эта стадия характеризуется «сходящимся мышлением» (происходит классификация идей, их обобщение, вынесение оценок) в противовес расходящемуся, свойственному для первых стадий, в рамках которых поощряется открытая безоценочная дискуссия и генерация большого числа решений [2].

На стадии принятия решений и расформирования вырабатывается коллективное решение, учитывающее мнения всех экспертов, принявших участие в обсуждении, и если коллектив собран ради единственной задачи, он расформируется. Постоянные коллективы достигают этой стадии после реализации всех своих целей.

Моделирование конструирования коллективных решений гибридными интеллектуальными многоагентными системами с использованием методик гетерогенного мышления (дивергентного, параллельного и конвергентного) позволит получить новые теоретическое, методологическое и технологические знания о коллективном интеллекте в условиях динамической сложности систем управления.

2. Стадия дивергентного мышления

Дивергентное мышление – творческое мышление, «веерообразное», расходящееся, ассоциативное решение проблем [7–9]. Оно характеризуется тем, что психологи называют беглостью восприятия, способностью генерировать несколько идей, гибкостью, способностью переходить на другую точку зрения и оригинальностью, способностью вырабатывать нетривиальные идеи.

Для запуска дивергентного мышления отдельного эксперта могут создаваться списки наводящих вопросов, выделяться время для размышлений и медитации, применяться метод ментальных карт, ведение



журнала, иллюстрирование и свободное письмо или рисование, когда человек сосредотачивается на конкретной теме и пишет или создает эскизы без остановок в течение короткого периода времени в потоке сознания [10].

Выделяются следующие наиболее известные подходы к организации дивергентного мышления в малых коллективах экспертов.

1. Классический мозговой штурм — создание списка идей в творческом, неструктурированном виде с целью получения большего числа идей за короткий промежуток времени. Ключевой инструмент — комбинирование или использование одной идеи для порождения новых. Во время мозгового штурма все идеи записываются, а не критикуются [11].

2. Метод «6 идей в 1 идею» — разновидность мозгового штурма, комбинирующая дивергентное и конвергентное мышление. За короткое время, например 10 мин, каждый участник записывает пришедшие на ум шесть подходов к решению поставленной задачи, после чего все предложения обсуждаются. Каждый эксперт, получив мнения других участников о своих вариантах решения проблемы, дорабатывает одну из своих альтернатив. Доработанные варианты решения проблемы каждого участника формируют пул идей, с которыми группа работает на следующих этапах (рис. 1).

3. Мозговой штурм с наводящими вопросами. Экспертам, кроме постановки возникшей проблемы, предоставляется список наводящих вопросов, например: как сейчас решается проблема? кем она решается, где и когда она решается? что для этого нужно? почему так? как, кем, где и когда еще она может быть решена? Эти вопросы помогают экспертам лучше понять возникшую проблему, а последний заставляет рассмотреть различные варианты ее решения и побуждает к дивергентному мышлению.

4. Синектика — разновидность мозгового штурма, выполняемого обычно профессиональной или полупрофессиональной группой экспертов с опытом коллективного решения задач. В данном методе допустимы элементы критики, но основная особенность — применение четырех приемов на основе аналогии: 1) прямой (как решались похожие задачи); 2) личной (требуется представить себе данный в задаче объект и рассуждать с его точки зрения); 3) символической (необходимо кратко, в двух словах сформулировать образное представление сути задачи); 4) фантастической (как бы задачу решили вымышленные персонажи) [12].

5. Метод пула мозговой записи. На заседании коллектива эксперты получают специальные формуляры, в которые они вносят свои предложения по решению поставленной проблемы и кладут их на середину стола, в «пул». Каждый эксперт случайным образом берет из пула формуляр, который им ранее не обрабатывался (для того чтобы их можно было различать, на формуляры наносят крупные метки или используют формуляры разного цвета). Теперь эксперт может вдохновиться новыми для него идеями, расширить и дополнить их. В ходе заседания в



пуле накапливается все больше заполненных формуляров, в результате чего появляется возможность обмена мнениями и стимулирования каждого эксперта через более короткие промежутки времени. Заседание продолжается, пока каждый формуляр не будет обработан каждым экспертом [12].

6. Метод 6-3-5 аналогичен методу пула мозговой записи, но при этом вводятся временные ограничения на подготовку предложений участниками. Группа из шести экспертов анализирует и формулирует проблему, после чего участник за пять минут заносит в формуляр три предложения по решению проблемы и передает его соседу, который под ними записывает свои три предложения — новые или развивающие уже высказанные. При этом количество экспертов, время на подготовку предложений и их число определяются до начала заседания и могут отличаться в большую или меньшую сторону от рекомендованных значений.

7. Метод ментальных карт состоит в отображении предложений или идей визуальной картой или картиной, показывающей отношения между ними. Создание ментальной карты начинается с отображения решаемой проблемы, затем показываются ответвления, представляющие собой разные задачи, части или аспекты основной проблемы. В результате создается визуальный образ или «карта» проблемы, которую коллектив может использовать для дальнейшего обсуждения [10].

8. Метод оспаривания предположений (ограничений). Эксперт-участник совещания высказывает существующие ограничения или предположения, затрудняющие решение проблемы. После этого ограничения поочередно снимаются и эксперты пытаются решить проблему без них. Если проблема успешно решается, коллектив анализирует возможность устранения ограничений.

9. Латеральное мышление — метод нелинейного, непоследовательного и нешаблонного мышления для решения проблем нетрадиционным и зачастую нелогичным способом. Выделяются четыре основных принципа латерального мышления: 1) осознание и избегание или дискредитация господствующих (или поляризующих) идей; 2) поиски различных подходов к решению проблемы, например путем предварительного определения числа вариантов решений, которые нужно предложить, или переверачивания явления с ног на голову, сознательного изменения некоторых соотношений; 3) высвобождение из-под жесткого контроля шаблонного мышления, когда, например, абсурдная на первый взгляд идея не отвергается, а развивается в обратном и поступательном направлении, что позволяет посмотреть, на чем она основана и куда может привести; 4) использование случайного поиска решений, например с обращением к мозговому штурму или ассоциациям, возникающим в процессе свободной, не связанной напрямую с проблемой игры [13].

Достоинства и недостатки перечисленных методов организации коллективного решения проблем на стадии дивергентного мышления представлены в таблице 1.



Таблица 1

**Методы коллективного решения проблем
на стадии дивергентного мышления**

Метод	Достоинства	Недостатки
Классический мозговой шторм	Простой инструмент	Низкая скорость. Большие интеллектуальные усилия участников. Исключает возможность «управления мышлением»
Метод «6 идей в 1 идею»	Высокая скорость выработки решений	Исключает «управление мышлением». Ограниченное количество вырабатываемых решений
Мозговой шторм с наводящими вопросами	Наводящие вопросы позволяют организовать процесс мышления	Низкая скорость. Большие интеллектуальные усилия участников
Синектика	Генерирует неочевидные решения, используя аналогии, метафоры и т. п. Высокая скорость выработки решений	Большие интеллектуальные усилия участников. Требуется обученный коллектив, иначе возрастает критичность метода и снижается его продуктивность. Коллектив решает аналог задачи
Метод пула мозговой записи	Анонимное обсуждение, исключение группинка	Большие интеллектуальные усилия участников
Метод 6-3-5	Анонимное обсуждение, исключение группинка. Высокая скорость выработки решений	Большие интеллектуальные усилия участников. Ограниченное количество вырабатываемых решений Невысокое качество решений
Метод ментальных карт	Позволяет наглядно представить проблему	Не предназначен для генерации решений
Метод оспаривания предположений	Генерирует нестандартные решения	Низкая скорость. Гипотетически оспариваемые ограничения могут быть неснимаемыми
Латеральное мышление	Генерирует нестандартные решения	Большие интеллектуальные усилия участников. Требуется обученный коллектив

Анализ достоинств и недостатков методов позволяет рекомендовать к моделированию в ГИМСГМ методы мозгового шторма с наводящими вопросами, пула мозговой записи, оспаривания предположений (ограничений) и латерального мышления.



3. Стадия бурления

Если коллектив сумел успешно пройти стадию дивергентного мышления, не завершив досрочно процесс обсуждения принятием никого не устраивающего решения, он входит в зону дискомфорта, или стадию бурления. Работа на этой стадии малоприятна: огромные усилия затрачиваются, чтобы понять позиции и интересы друг друга, построить общую платформу взаимопонимания, идет борьба за интеграцию, составляющую суть действий в зоне дискомфорта [2]. Могут быть выделены следующие основные подходы к построению общей платформы взаимопонимания, цель которых — научить людей занимать чужую позицию.

1. Выяснение точек зрения экспертов путем поочередной постановки уточняющих вопросов. Коллектив заслушивает эксперта-добровольца с трехминутным выступлением; ему задаются вопросы, ответив на которые он уточняет у каждого спрашивающего, понятно ли ему пояснение, и если нет, спрашивающий излагает то, что ему удалось понять, и указывает неясные моменты. После того как три-четыре человека зададут свои вопросы выступающему и добьются понимания, выступает следующий эксперт-доброволец.

2. Взгляд с чужой точки зрения. Для каждого эксперта случайным образом, например жребием, определяются два оппонента, которые говорят ему по одной фразе, начинающейся со слов «На вашем месте...» Выслушав обоих собеседников, эксперт может ответить. После того как каждый эксперт выслушал предложения и ответил, коллектив обсуждает вновь возникшие мысли.

3. Возврат от решений к потребностям. Эксперты пытаются прояснить потребности друг друга, обуславливающие предлагаемые решения, например отвечают на вопросы: «Каковы мои потребности в данной ситуации?» и «Каковы, по моему мнению, нужды другой стороны?» Когда потребности каждого будут полностью высказаны, эксперты должны сформулировать новые предложения, удовлетворяющие также потребности других участников.

4. Определение целей и контрольных точек. Определяется конечная цель коллектива, после чего формируется от трех до пяти контрольных точек на пути приближения к цели. Далее участники объединяются в подгруппы, каждой из которых выделяется по контрольной точке. Группе нужно сформулировать необходимые шаги для ее достижения. Затем участники вновь собираются вместе и устанавливают порядок выполнения шагов.

5. Учет отклонений от темы. Отклонения от основной темы, возникающие в процессе беседы, записываются в отдельный список, чтобы не тратить на них время при обсуждении основной проблемы, и на каждой встрече отводится фиксированное время для обсуждения вопросов из этого списка.

6. Параллельное мышление подразумевает, что идеи выкладываются «бок о бок» без столкновений, споров и изначальных суждений [3] — вместо этого идет искреннее исследование, на основе которого впоследствии строятся выводы и решения. Есть шесть метафорических шляп



разного цвета. Каждой шляпой пользуются по очереди, применяя каждый раз исключительно тот режим мышления, который диктуется выбранной шляпой: белая шляпа олицетворяет информацию от твердых, допускающих проверку фактов до слухов и частных мнений, при этом докладывающий информацию должен указывать на ее качество; красная шляпа олицетворяет выражение сиюминутных чувств, эмоций, интуитивных догадок, черная – предостережение, анализ рисков и критику; желтая шляпа обозначает «логический позитивизм», все участники обсуждения параллельно выискивают логически обоснованные положительные стороны и полезные свойства, а также ищут пути осуществления задуманного; зеленая шляпа предназначена для творческих усилий, дивергентного мышления, синяя – для управления самим мыслительным процессом.

Достоинства и недостатки методов организации коллективного решения проблем на стадии бурления представлены в таблице 2.

Таблица 2

Методы коллективного решения проблем на стадии бурления

Метод	Достоинства	Недостатки
Выяснение точек зрения	Простой инструмент	Большие временные затраты. Вопросы могут восприниматься как критика
Взгляд с чужой точки зрения	Дает экспертам ощущение взаимопонимания	Предложения оппонентов могут восприниматься как критика
Возврат от решений к потребностям	Упрощает выработку компромиссных решений. Позволяет заинтересовать экспертов в дискуссии	Истинные потребности экспертов могут скрываться
Определение целей и контрольных точек	Разграничивает крупные и мелкие цели	Сложность и длительность согласования контрольных точек. Не влияет на качество решений
Учет отклонений от темы	Позволяет обсудить важные для каждого эксперта темы при небольших временных затратах на каждой встрече	Повышенные затраты времени на обсуждение дополнительных тем из-за переноса их на разные встречи
Параллельное мышление	Низкие временные затраты. Позволяет всесторонне анализировать каждую идею с различных точек зрения. Снижается вероятность эгоистичного поведения экспертов	Для успешного применения метода необходим опытный коллектив

Анализ рассмотренных методов позволяет выделить наиболее перспективные методы для реализации в ГИМСГМ: взгляд с чужой точки зрения, возврат от решений к потребностям, учет отклонений от темы и параллельное мышление.



4. Стадия конвергентного мышления

После стадий дивергентного мышления и бурления коллектив обычно накапливает большое количество альтернативных решений проблемы, из которых сложно выбрать релевантное. Для сокращения количества альтернатив могут применяться диаграмма сходства или фильтры решений [14]. При построении диаграммы сходства альтернативы классифицируются не более чем на 10 категорий, которые можно в дальнейшем сравнивать между собой. Фильтры решений отсеивают решения, которые невозможно реализовать по различным причинам, например из-за недостатка ресурсов или несоответствия законам.

67

После того как количество альтернатив сократилось до приемлемого числа, применяется один из методов конвергентного мышления для выбора решения. В случае коллектива экспертов для определения приемлемого количества альтернатив обычно берется число Мюллера (7 ± 2), в случае ГИМСГМ количество решений определяется пользователем на основе доступной вычислительной мощности. Выделяются следующие методы выбора альтернатив [2]:

1. Поиск консенсуса заключается в том, чтобы выработать решения, устраивающие всех. Участникам необходимо учитывать интересы друг друга и вырабатывать общую платформу взаимопонимания.

2. Голосование. Участники коллектива в открытой или закрытой форме высказывают свои предпочтения относительно рассматриваемых альтернатив. Каждый участник может выбрать одно или несколько решений либо ранжировать их в порядке предпочтения. В результате выбирается альтернатива, получившая высшую суммарную оценку.

3. Жребий — среди рассматриваемых решений выбирается одно случайным образом.

4. Лицо, принимающее решение (ЛПР), принимает решение после обсуждения с другими членами коллектива, которые высказывают свое мнение относительно каждой альтернативы.

5. ЛПР берет на себя ответственность за принятие решения и выбирает альтернативу на свое усмотрение, не советуясь с экспертами.

Достоинства и недостатки перечисленных методов представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Методы коллективного решения проблем
на стадии конвергентного мышления**

Метод	Достоинства	Недостатки
Поиск консенсуса	Выбор жизнеспособных решений при (высокой цене ошибки). Учет мнения меньшинства	Длителен и трудозатратен
Голосование	Баланс между длительным обсуждением и недостатком рассуждений. Конкуренция идей создает необходимое напряжение	Игнорируется мнение меньшинства. Голосование может быть неискренним

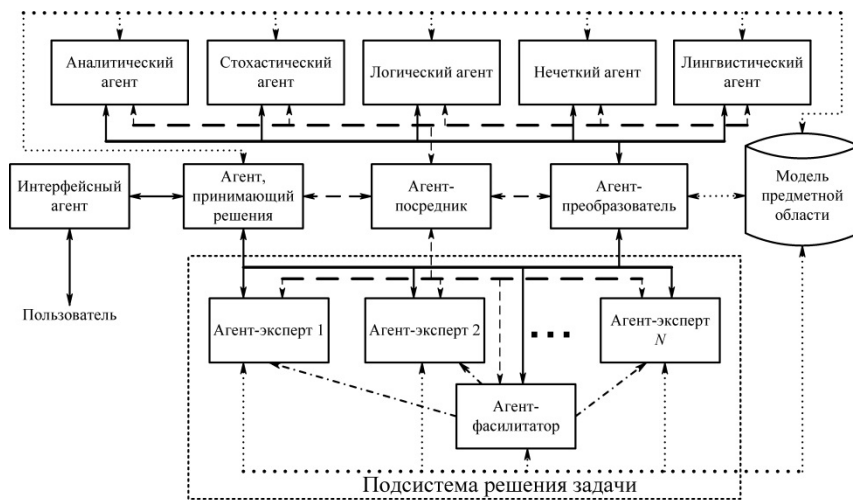


Метод	Достоинства	Недостатки
Жребий	Высокая скорость	Не подходит для проблем, когда высока цена ошибки
Выбор ЛПР после обсуждения	Решение принимает человек, способный его реализовать. Обеспечивает понимание ЛПР проблемы	Сложность и длительность согласования контрольных точек
Выбор ЛПР без обсуждения	Высокая скорость. Решение принимает человек, способный его реализовать	Возможна иррациональность ЛПР. Исполнители могут саботировать выполнение решения

С учетом того, что ГИМСГМ предназначены для решения проблем в динамических средах с высокой ценой ошибки, наиболее перспективны методы поиска консенсуса, голосования и принятия решения ЛПР после обсуждения с экспертами.

5. Компьютерная модель малого коллектива экспертов

Для компьютерного моделирования методов гетерогенного мышления в малом коллективе экспертов предлагается функциональная структура ГИМСГМ, представленная на рисунке 2.



Обозначения:
→ - отношения агентов: запросы информации, передача результатов их решения,
--- - отношения агентов: запросы помощи в решении задач,
..... - взаимодействие (получение сведений из модели, обновление модели) агентов с моделью предметной области,
-.-.- - отношения фасилитации

Рис. 2. Функциональная структура гибридной интеллектуальной многоагентной системы гетерогенного мышления



Данная структура – гибридная интеллектуальная многоагентная система [15], расширенная агентом-фасилитатором, организующим коллективные процессы, и соответствующими отношениями между ним и агентами подсистемы решения задачи. Интерфейсный агент отвечает за взаимодействие с пользователем: запрашивает входные данные и выдает результат, а также визуализирует процесс решения проблемы. Агент, принимающий решения, ставит задачи агентам-экспертам, собирает результаты работы, определяет, достигнут ли критерий останова, и либо принимает итоговое решение, либо запускает новую итерацию процесса решения проблемы. Агенты-эксперты, имея знания о соответствующей своей «специальности» предметной области и моделируя определенный вид мышления, выполняют генерацию решений. Агент-посредник осуществляет служебную работу по отслеживанию имен, моделей и возможностей зарегистрированных агентов. Агенты-решатели (верхняя часть рис. 2) вместе с агентом-преобразователем реализуют гибридную составляющую ГИМСГМ, комбинируя разнородные знания, методы, модели и алгоритмы решения задач. Модель предметной области – семантическая сеть, являющаяся основой взаимодействия агентов, строится по концептуальной модели решаемой задачи.

Ключевое отличие ГИМСГМ от классических гибридных интеллектуальных многоагентных систем [15] – наличие агента-фасилитатора, который отвечает за организацию эффективной коллективной работы агентов: идентифицирует этапы процесса решения проблемы, состав агентов-экспертов и их «стиль мышления», сложившуюся ситуацию в ГИМСГМ, возникающие положительные и отрицательные групповые эффекты, воздействует на агентов-экспертов, чтобы активировать релевантные ситуации «стиль мышления», минимизировать отрицательные эффекты и усилить положительные, используя среди прочего модель «ромба группового принятия решений» (рис. 1). Для управления коллективной работой агентов ГИМСГМ агент-фасилитатор должен иметь нечеткую базу знаний о релевантности «стилей мышления» агентов различным ситуациям принятия решений в ГИМСГМ, а также перечисленных выше подходов дивергентного мышления возникающим проблемам. Для формирования такой базы знаний необходимо провести серию вычислительных экспериментов по решению проблем из различных классов [16] и установить соответствия между классом проблем и релевантным подходом к организации дивергентного мышления.

Предлагаемый класс ГИМСГМ обеспечивает комбинирование репрезентации неоднородной функциональной структуры сложной задачи (проблемы) с гетерогенным коллективным мышлением интеллектуальных агентов, что создает условия для решения проблем без упрощения и идеализации в условиях динамической среды.

ГИМСГМ по аналогии с многоагентными системами обладают высокой гибкостью, могут быть дополнены и модифицированы, устойчивы к сбоям, благодаря достаточному запасу компонентов и самоорганизации имеют развитые возможности и средства адаптации к изменениям среды, в том числе путем модификации своей структуры и параметров. Применение ГИМСГМ в виртуальных коллективах, когда искусственные интеллектуальные агенты работают совместно с реальными экспертами, позволит поддерживать совместное принятие решений



в смысле С. Кейнера и повышать групповую эффективность, в частности качество решений и ответственность за принимаемые решения, значительно сокращать время реализации решений, улучшать отношения в группе, усиливать личную удовлетворенность участников, способствовать организационному обучению.

Заключение

Рассмотрен процесс решения проблем малым коллективом экспертов и его основные стадии, выделены релевантные им стили мышления участников. Представлены основные подходы к организации процесса решения проблем малым коллективом экспертов с использованием гетерогенного мышления. Для релевантного моделирования процесса решения проблем малым коллективом экспертов предложена функциональная модель ГИМСГМ. Ее применение позволяет соединять в информационной системе объективные (по крайней мере относительно объективные) описания процессов и явлений во внешнем мире и субъективные подходы к восприятию во внутреннем мире коллектива интеллектуальных агентов. Субъективные знания аппроксимируют нелинейности, неоднородности, которыми изобилует внешний мир, поддерживают в группе совместное дивергентное мышление для выработки поля альтернатив, а объективные знания укрепляют конвергентное мышление над этим полем, критику, оценки и суждения для преодоления ограниченности теории принятия решений в динамичной среде.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 18-07-00448а).

Список литературы

1. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М., 2002.
2. Кейнер С., Линд Л., Толди К. и др. Руководство фасилитатора: как привести группу к принятию совместного решения. М., 2014.
3. Боно Э. Параллельное мышление. От сократовского мышления к дебовскому. Минск, 2007.
4. Самсонова М. В., Ефимов В. В. Технология и методы коллективного решения проблем : учеб. пособие. Ульяновск, 2003.
5. Занковский А. Н. Организационная психология : учеб. пособие для вузов. 2-е изд. М., 2002.
6. Организационное поведение : учебник для вузов / под ред. Г. Р. Латфуллина, О. Н. Громовой. СПб., 2004.
7. Torrance E. P. Developing creative thinking through school experiences // A source book for creative thinking / eds. S. J. Parnes, H. F. Harding. N. Y., 1962. P. 31–47.
8. Гилфорд Дж. Три стороны интеллекта // Психология мышления. М., 1965.
9. Taylor C. W. Various approaches to and definitions of creativity // The nature of creativity / eds. R. Sternberg, T. Tardif. Cambridge, 1988. P. 99–126.
10. Anoko. Creativity. URL: https://oiko.files.wordpress.com/2011/03/2011_wiki_anoko_creativity1.pdf (дата обращения: 15.07.2018).
11. Strategies of Divergent Thinking. URL: <http://faculty.washington.edu/ezent/imdt.htm> (дата обращения: 15.07.2018).
12. Сладкевич В. П., Чернявский А. Д. Современный менеджмент (в схемах) : опорный конспект лекций. Киев, 2003.



13. Бонэ Э. Латеральное мышление : учебник. Минск, 2012.
14. Hirst E. Creativity in Teams – Searching for Solutions. URL: https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/ftmsc/modules/modulelist/peuss/slides/section_4b_creative_thinking_ver_0.2_student.pdf (дата обращения: 15.07.2018).
15. Колесников А.В., Кириков И.А., Листопад С.В. и др. Решение сложных задач коммивояжера методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. М., 2011.
16. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки. СПб., 2001.

Об авторах

Александр Васильевич Колесников — д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; ст. науч. сотр., Калининградский филиал Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, Россия.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Сергей Викторович Листопад — канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Калининградский филиал Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, Россия.

E-mail: ser-list-post@yandex.ru

София Борисовна Румовская — канд. техн. наук, ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; науч. сотр., Калининградский филиал Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, Россия.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Федор Георгиевич Майтаков — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: maitakov@mail.ru

The authors

Prof. Alexander V. Kolesnikov, Immanuel Kant Baltic Federal University; Senior Research Fellow, Kaliningrad Branch of the 'Computer Science and Control' Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Dr Sergey V. Listopad, Senior Research Fellow, Kaliningrad Branch of the 'Computer Science and Control' Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: ser-list-post@yandex.ru

Dr Sophia B. Rumovskaya, Lecturer, Immanuel Kant Baltic Federal University; Research Fellow, Kaliningrad Branch of the 'Computer Science and Control' Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Fedor G. Maitakov, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: maitakov@mail.ru