

УДК 004.021

Построение концепции информационной поддержки принятия решений на основе процедур человеко-машинного взаимодействия

Голомазов А.В.*, Смирнов Н.Я., Иосифов П.А.*****

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия

**e-mail: milord-company@yandex.ru*

***e-mail: nik0lay@yandex.ru*

****e-mail: iosifovpa@mai.ru*

Статья поступила 14.07.2019

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы построения информационной поддержки принятия решений в среде мультиагентных систем, способствующих повышению интенсивности и оперативности продвижения взаимодействующих субъектов к состоянию консенсуса при необходимости заключения контракта на перевозки.

Ключевые слова: информационная поддержка, человеко-машинное взаимодействие, критерии, ограничения, мультиагентные системы.

В настоящее время со стороны предприятий различных сфер наблюдается высокий интерес к системам информационной поддержки принятия решения (ИППР), особенно к системам функционирующим на основе принципов систем

реального времени. Вопросы решения задач построения ИППР регулярно поднимаются авторами в публикациях [1-5].

Рассмотренный ниже подход к формированию ИППР обеспечивает возможность организации слежения в реальном масштабе времени за высоко динамичным состоянием управляемых объектов предметных областей (ОПО) транспортной логистики (ТЛ). Этот процесс слежения позволяет:

- определять тенденции изменения состояний ОПО ТЛ и развития ситуаций в рамках этих изменений, выявлять причины этих изменений и повышать эффективность на качество их взаимодействия;
- в ситуациях риска и конфликта накапливать знания о причинах возникновения этих изменений и последствиях, к которым они приводили;
- предоставлять лицам, принимающим решения (ЛПР) из состава взаимодействующих субъектов ТЛ в необходимые моменты времени, информацию максимально-возможного уровня аналитичности, требуемой общности и полноты, в адекватной для потребностей этих лиц и легко интерпретируемой ими форме, позволяющей более оперативно достигать консенсуса.

Рассматриваемый подход базируется на следующих основных положениях, обеспечивающих [6]:

- реализацию одного из принципов функционирования сознания, т.е. обеспечения участников процессов принятия решений общим интерпретатором информации об отслеживаемых процессах и состояниях реализации ТЛП;
- взаимовыгодное сочетание возможностей человека и средств МАС [12] при

обработке информации;

– совместную реализацию функций информационного обслуживания, регламентированного взаимодействия всех участников процессов формирования ИППР.

Сформированная на базе этого подхода человеко-машинная технология обеспечивает приемлемое для взаимодействующих субъектов ТЛ качество ИППР за счет интеграции интеллектуальных возможностей человека и средств МАС при приемлемом для ЛПР уровне аналитичности результатов коллективной аналитической работы.

Программное и лингвистическое обеспечение, поддерживающие данную технологию обладают высокой степенью адаптивности, что позволяет оперативно настраивать их на конкретный класс рискованных и конфликтных ситуаций.

МАС системы в виде средств МАС сформированной по этой технологии представляет собой локальную сеть мобильных автоматизированных мест (МАМ) различного целевого назначения, каждое из которых обеспечивает ИППР определенных экспертов взаимодействующих субъектов и в соответствии с их статусом.

Эксперт, работающий на своем МАМ, может выполнять следующие операции по обработке информации, конкретный набор которых определяется статусом и правами этого эксперта:

- вводить и корректировать исходную информацию;
- анализировать, сопоставлять и обобщать информацию;

- на основе имеющейся в его распоряжении информации делать выводы;
- выявлять неполноту, недостоверность и противоречивость анализируемой информации оценивать качество и возможности первичных источников информации: принимать решения о необходимости получения дополнительной и/или перепроверке имеющейся информации, оперативно формируя требования на представление соответствующей информации;
- получать необходимые результаты расчетов в требуемой форме;
- получать визуальное отображение информации, в том числе графическом, картографическом, мультимедийном виде, по различным комбинациям обобщенных оценочных характеристик;
- проверять гипотезы, делать прогнозы и выявлять тенденции;
- выполнять сервисные операции по перестройке системы в рамках функций администрирования.

Поступающая от взаимодействующих субъектов информация содержит сведения (факты) различного уровня общности, которые отображают результаты взаимоувязанных и/или взаимообусловленных действий (событий), предпринимаемых или происходящих в ходе отслеживаемой деятельности. Любое из этих действий или событий на любом уровне общности может быть оценено по следующим аспектам:

- *"что"* (произошло, повлияло, происходит, будет происходить);
- *"на что"* (влияет, повлияет, может повлиять);
- *"характер и степень влияния"* (тип проявления воздействия возмущающего

фактора (ВФ), размер ущерба или эффекта);

- “кто” (совершил или способствовал, совершает, будет совершать);
- “где” (произошло событие или явление, происходит, будет происходить);
- “когда” (произошло событие или явление, происходит, будет происходить);
- “почему” (причина сложившейся ситуации);
- “что предпринять” (тип решения - оперативное, текущее, перспективное) и

т.п.

Такие оценки может легко сформулировать эксперт пары взаимодействующих субъектов, тем более что средства МАС предоставляет ему соответствующие подсказки в виде возможных формулировок этих аспектов. При этом средства МАС хранят как текстовое описание факта, с которым в основном работает эксперт, так и качественные оценки указанных аспектов, на базе которых осуществляется формализованная обработка информации.

Основой организации всех автоматизированных операций по обработке информации в системе является так называемая "матричная таблица" признаков, отражающая наиболее полное текущее представление о содержании отслеживаемой деятельности взаимодействующих субъектов. Характеристика "что" формируется в виде указания соответствия данного факта определенному элементу (узлу) этой таблицы. В ходе анализа комплексных фактов их смысловое содержание соотносится с несколькими элементами матричной таблицы.

При функционировании системы в реальном масштабе времени осуществляется процесс интеграции информации о ходе отслеживаемой

деятельности. В рамках этого процесса происходит качественное преобразование исходной информации разного уровня общности и полноты в накапливаемые знания о текущем состоянии, актуальных путях и способах осуществления и содержания этой деятельности.

В ходе интеграционного процесса исходная информация Грузообладателей и Перевозчиков проходит несколько этапов обработки. Результаты выполнения каждого этапа запоминаются машинной компонентой и могут использоваться соответствующими субъектами как конечный результат, а экспертами системы - как промежуточный.

Каждый этап обработки и использования информации организуется средствами МАС [12] в рамках одного из основных информационных процессов, выполняемых определенными экспертами в соответствии со своим статусом и прерогативами. Прежде, чем приступить к рассмотрению этих процессов, отметим, что в процессе обработки информации в среде МАС формируются и постоянно поддерживаются в актуальном состоянии два основных массива: массив данных, содержащий текстовые описания фактов, отражающих ход отслеживаемой деятельности, и служебный массив, содержащий отображение текущего состояния массива данных. Для каждого зафиксированного факта (события) в служебном массиве в формализованном виде содержатся характеризующие его качественные параметры:

- с какими элементами (элементом) содержания отслеживаемой деятельности этот факт был сопоставлен и степень его сопоставимости (характеристика

"что");

- "когда" и "где" этот факт (событие) произошел (произошло, происходит, будет происходить);
- "кто" исполнители автор (авторы) действий или событий, результатом которых явился этот факт;
- "как оценено влияние факта" на ход отслеживаемой деятельности, его неожиданность; содержался ли этот факт в исходной информации или был сформирован на основе анализа других фактов (обобщений, выводов).

В зависимости от конкретных свойств отслеживаемой деятельности служебный массив может содержать и другую информацию.

Сочетание в рамках такой человеко-машинной системы текстуального и формализованного на смысловом уровне представления информации обеспечивает возможность одновременного выполнения как интеллектуальных операций по обработке информации, так и коллективного использования их результатов. При этом ее компьютерная составляющая обеспечивает все эти операции соответствующей информационной поддержкой и услугами в необходимых и достаточных объемах.

Рассмотрим процесс первичной обработки исходной информации Грузообладателей и Перевозчиков. В рамках этого процесса вся поступающая в МАС информация о ходе отслеживаемой деятельности предоставляется для анализа и оценки экспертам, осуществляющим ее обработку в реальном масштабе времени.

Эксперты осуществляют интерпретацию содержания входного сообщения (запроса) по целям отслеживаемой деятельности и по текстовому описанию смысла свершившегося события формируют оценки с использованием характеристик типа *"что – кто – где – когда – почему – действия (решения) – эффективность реализации решения"*.

В процессе первичной обработки исходной информации эксперт имеет возможность корректировать, дополнять и повторно анализировать исходные данные. В машинной компоненте системы автоматически запоминаются авторство и время первичного анализа информации. Эти сведения автоматически фиксируются и во всех остальных ТЛП.

Далее, с целью достижения консенсуса осуществляется экспресс-анализ актуальной информации. Этот процесс предназначен для оперативной ориентации эксперта в массиве поступившей или подготовленной в системе (обобщенной) информации с целью выявления тех элементов отслеживаемой деятельности, оценка состояния которых может измениться в связи с поступлением новой первичной информации. Влияние этой информации может отразиться не только на соответствующем ей уровне общности представления о ходе отслеживаемой деятельности ТЛП, но и на более общем (важном): выявлении тех элементов отслеживаемой деятельности, относительно которых можно предположить, что вероятно изменение их состояния, но сведений об этом еще не поступило в систему или они поступили, как противоречивые сведения, и, следовательно, необходима компенсация неполноты или противоречивости вызванной ситуацией

риска или конфликта.

Принятие решения о необходимости такого рода компенсации порождает в системе автоматическое формирование соответствующего требования к источникам информации: оценки эволюции экспертных суждений о поступающих фактах, отражающих ход отслеживаемой деятельности за определенный экспертом период времени. Для этой оценки может использоваться текстовый материал или ее можно проводить с помощью соответствующей графической экспертизы.

Рассмотрим процесс слияния накопленной информации. Этот процесс предназначен для снятия избыточности исходной информации. Дело в том, что сведения об одном и том же факте могут поступать в систему из разных источников, в разное время и представляться разной группе взаимодействующих субъектов. Поэтому для сокращения затрат на дальнейшую обработку этой информации необходимо и сведение ее к единому понятийному образу и слияние (агрегирование) таких сведений. При этом уничтожаются все описывающие этот факт фрагменты информации с сохранением указания на источники получения соответствующих сведений.

Процесс обобщения накопленной информации представлен ниже. В рамках этого процесса при анализе и сопоставлении накопленной в системе информации эксперт может сделать предположение, что имеющаяся совокупность сведений свидетельствует о наличии событий в отслеживаемой деятельности, об актуальных данных, информация о которых или не поступало в систему, или не

может поступить. Такие сведения извлекаются экспертом и интерпретируются все в совокупности. На этой основе эксперт формирует обобщение, содержание которого отражает смысл выявленного таким образом факта осуществления отслеживаемой деятельности и проводит финишную оценку этого факта.

После завершения этой операции в среде МАС автоматически устанавливаются связи между сформированным обобщением и породившими его сведениями. Эти связи сохраняются в системе и имеют ссылки на источник породивших сведений. Одни и те же сведения могут использоваться для различных обобщений, а факты, полученные в результате обобщения, могут использоваться для формирования более общего факта.

Кроме формирования обобщенных фактов в рамках данного режима эксперт сообщает системе свое мнение - "выводы" о текущем состоянии того или иного элемента отслеживаемой деятельности, описав смысл этого вывода и, оценив время, в течение которого, по его мнению, данный вывод будет сохранять актуальность. Эксперт постоянно оценивает адекватность своих априорных представлений об отслеживаемом процессе в соответствии с вновь поступающей информацией. Эта информация может, как подтверждать ранее сформированное мнение эксперта, так и опровергать его.

В последнем случае каждый субъект ТЛП может скорректировать ранее сформированные обобщения и выводы.

Рассмотрим процесс подготовки решений [7-11] по компенсации неполноты, недостоверности и/или противоречивости информации взаимодействующих

субъектов ТЛ.

Этот процесс предназначен для организации и поддержанию обратной связи со всеми известными системе источниками информации. Осуществляющей его эксперт должен постоянно и оперативно анализировать, и сопоставлять поступающие от других экспертов требования по компенсации неполноты, недостоверности и/или противоречивости информации и реальные возможности источников информации по их удовлетворению [13-17].

Данный процесс идет одновременно с основным интеграционным процессом и обеспечивает:

- своевременную компенсацию неполноты сведений о ходе отслеживаемой деятельности;
- перепроверку противоречивой информации;
- контроль за своевременностью поступления и качеством исходной информации о ходе отслеживаемой деятельности.

Экспертом каждым из множества взаимодействующих субъектов, осуществляющим данный процесс, на основе анализа и сообщения имеющейся в системе информации постоянно актуализируется специализированная база детерминированных и нечётких знаний, содержащая сведения о возможностях источников информации по актуализации отслеживаемой деятельности.

При принятии экспертом решения о формировании запроса на компенсацию неполноты или противоречивости машинной компонентой автоматически формируется основной текст этого запроса и список возможных его адресатов

(источников информации) с указанием степени их информационной ответственности и реальной статистики по обеспечению ими этой функции. На основании этой информации каждой из пар взаимодействующих субъектов ТЛ, формулирующий запрос, проводит необходимую корректировку или дополнение текста и выбирает одного или нескольких адресатов. Кроме того, он может воспользоваться и другими адресатами, по формальным критериям, не вошедшим в этот список, но которые, по его мнению, (или по реальной статистике) могли бы удовлетворить имеющееся требование. При формировании запроса эксперт указывает срок, до которого должен быть получен ответ от адресата на этот запрос. Сформированный запрос по каналам связи или традиционным образом направляется адресату. При этом элемент отслеживаемой деятельности, запрос, на освещение которого ушел к адресату, исключается из списка актуальных требований, а в случае поступления аналогичного требования формирование запроса по нему откладывается до поступления ответа на посланный запрос.

Теперь рассмотрим процесс разноаспектного анализа накопленной информации взаимодействующими субъектами ТЛП. Этот процесс предназначен для обеспечения доступа эксперта, участвующего в выработке управляющих решений, в пределах их полномочий ко всей накопленной информации, которая отбирается по требуемым ими комбинациям ее формализованных признаков (характеристик) и в определенном ими объеме [18-20]. Персоналу в этом режиме предоставляется возможность формировать запросы на отбор и извлечение имеющейся в системе информации. В этих запросах описываются комбинации

признаков с использованием функций *"равно"*, *"не равно"*, *"больше"*, *"меньше"*, *"больше и равно"*, *"меньше и равно"*, *"вложение"* или специальных функций, по которым будет отбираться информация, и определяются те составляющие этой информации, которые должны извлекаться из отобранного массива и предоставляться указанным лицам. Запросы могут формироваться как на взаимосвязанную, так и несвязанную нечёткую информацию.

По требованию персонала из числа субъектов в этом режиме сформированный запрос может каталогизироваться в среде МАС и использоваться многократно с возможностью коррекции перед очередным исполнением.

Набор форм отображения полученной в результате обработки запроса информации может быть достаточно разнообразным (текст, статистические данные, графики, диаграммы и т.п.) и зависит от конкретных способов использования информации об отслеживаемой деятельности позволяющей более интенсивно и более оперативно продвигаться к состоянию консенсуса взаимодействующих субъектов роя Грузообладателей и Перевозчиков.

Библиографический список

1. Жеребин А.М., Кропова В.В. Критериальное обеспечение процессов подготовки и принятия решений при управлении развитием авиационной техники // Труды МАИ. 2012. № 55. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=30133>

2. Бобронников В.Т., Терещенко Т.С. Система поддержки принятия решений для обоснования выбора проектных параметров автономных систем энергоснабжения // Труды МАИ. 2016. № 88. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=70715>
3. Герчикова И.Н. Процесс принятия и реализации управленческих решений // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 12. С. 39 – 42.
4. Опрышко Н.В., Рубан Н.В. Разработка модели принятия решения в вопросах обновления основных производственных фондов российских промышленных предприятий // Труды МАИ. 2011. № 43. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=24857>
5. Короткова Т.И. Многокритериальный алгоритм принятия решения в системе обеспечения информационной безопасности объектов гражданской авиации // Труды МАИ. 2015. № 84. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=63279>
6. Олейников Е.А. Основы экономической безопасности. (Государство, регион, предприятие, личность). - М.: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. – 288 с.
7. Голомазов А.В. Метод информационной поддержки принятия решений реализуемый в среде мультиагентной системы // Труды МАИ. 2019. № 106. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=105738>
8. Дубовик С.Е., Сошников Д.В. Использование семантических сетей, расширенных деревьями И/ИЛИ для представления структурно-динамических знаний в интеллектуальных системах // Труды МАИ. 2003. № 13. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=34444>

9. Сараев А.Д., Щербина О.А. Системный анализ и современные информационные технологии. Труды Крымской Академии наук. - Симферополь: СОНАТ, 2009. – 136 с.
10. Трофимов В.В., Трофимова Л.А. Методы принятия управленческих решений. - М.: Юрайт, 2017. - 336 с.
11. Герчикова И.Н. Процесс принятия и реализации управленческих решений // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 12. С. 39 - 42.
12. Голомазов А.В., Смирнов Н.Я. Особенности применения мультиагентных систем в предметных областях транспортной логистики в условиях неопределенности // Успехи современной науки и образования. 2016. № 11. Т. 2. URL: https://www.modernsciencejournal.org/release/USNO_2016_11_2_tom.pdf
13. Соловьева И.А., Соловьев Д.С., Литовка Ю.В., Коробова И.Л. Модификация метода анализа иерархий для повышения объективности принимаемых решений // Труды МАИ. 2018. № 98. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=90475>
14. Воронцов В.А., Федоров Е.А. Разработка прототипа интеллектуальной системы оперативного мониторинга и технического состояния основных бортовых систем космического аппарата // Труды МАИ. 2015. № 82. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=58817>
15. Смерчинская С.О., Яшина Н.П. Построение агрегированного отношения предпочтения на основе нагруженного мажоритарного графа // Труды МАИ. 2010. № 39. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=14817>

16. Плонская Н.И., Кренёва Г.В. Применение сценарного планирования для разработки стратегии развития низкотарифной авиакомпании в РФ // Труды МАИ. 2012. № 52. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29581>
17. Даниленко А.Н. Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений в системах управления кадрами // Труды МАИ. 2011. № 46. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=25997>
18. Михеева Л.С. Разработка стратегии развития предприятия с помощью интеграции информационной системы управления бизнеспроцессами // Труды МАИ. 2010. № 38. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=14523>
19. Калошина М.Н., Ермакова О.В. Основные подходы к определению стоимости научноисследовательских и опытно-конструкторских работ в аэрокосмической отрасли // Труды МАИ. 2014. № 76. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=50131>
20. Смерчинская С.О., Яшина Н.П. Агрегирование предпочтений с учетом важности критериев // Труды МАИ. 2015. № 84. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=63146>