



Обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе использования больших языковых моделей в информационно-управляющих системах

А. В. Смирнов^а, доктор техн. наук, профессор, orcid.org/0000-0001-8364-073X, smir@iias.spb.su

Т. В. Левашова^а, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, orcid.org/0000-0002-1962-7044

А. В. Пономарев^а, канд. техн. наук, доцент, orcid.org/0000-0002-9380-5064

^аСанкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 14-я линия В. О., 39, Санкт-Петербург, 199178, РФ

Введение: большие языковые модели повышают эффективность принятия решений пользователями информационно-управляющих систем. Разные сценарии поддержки принятия решений сталкиваются с повторяющимися (типowymi) задачами. **Цель:** разработать обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе больших языковых моделей, который соответствует нормативным требованиям к таким системам и обеспечивает реализацию процесса принятия решений как выполнение процесса решения типовых задач. **Результаты:** путем анализа сценариев поддержки принятия решений на основе больших языковых моделей выявлены типовые задачи, которые выполняются в этих сценариях, установлены используемые виды информационных ресурсов и разработана спецификация требований к системам поддержки принятия решений на основе больших языковых моделей. В соответствии с этой спецификацией сформулированы принципы поддержки принятия решений на основе больших языковых моделей и предложена концепция организации системы поддержки принятия решений, воплощающая эти принципы. Главным результатом является обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе больших языковых моделей в нотации Business Process Model Notation, опирающийся на предложенную концепцию и реализующий стандартный процесс принятия решений как выполнение последовательности типовых задач. **Практическая значимость:** предложенный обобщенный сценарий представляет практический интерес в качестве прототипа сценария проблемно-независимой системы поддержки принятия решений, в котором большая языковая модель используется в качестве основной и (или) вспомогательной модели при поддержке принятия решений.

Ключевые слова — поддержка принятия решений, большие языковые модели, онтология, сценарий.

Для цитирования: Смирнов А. В., Левашова Т. В., Пономарев А. В. Обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе использования больших языковых моделей в информационно-управляющих системах. *Информационно-управляющие системы*, 2026, № 4, с. 2–16. doi:10.31799/1684-8853-2026-4-2-16, EDN: GUSQBR

For citation: Smirnov A. V., Levashova T. V., Ponomarev A. V. Generalized scenario of LLM-powered decision support in information and control systems. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2026, no. 4, pp. 2–16 (In Russian). doi:10.31799/1684-8853-2026-4-2-16, EDN: GUSQBR

Введение

Системы поддержки принятия решений (СППР) в информационно-управляющих системах — это интерактивные средства автоматизации, помогающие руководителям и менеджерам принимать обоснованные решения в сложных ситуациях. Они собирают, обрабатывают и анализируют большие объемы данных и информации, строят формальные модели, оценивают риски и предлагают оптимальные решения, повышая эффективность принятых решений и бизнес-процессов.

В последние годы большое внимание в области поддержки принятия решений (ППР) уделяется большим языковым моделям (БЯМ), поскольку они достаточно удобны в использовании благодаря их адаптации к индивидуальным предпочтениям и поведению пользователей [1–3]. Анализ исследований по ППР на основе БЯМ показал,

что к настоящему времени предложен целый ряд общих и достаточно универсальных подходов к этой проблеме. Также было замечено, что в сценариях ППР, реализованных в этих подходах, выполняются похожие (типowe) задачи. Это послужило мотивацией для разработки концепции организации СППР на основе БЯМ, которая позволяет реализовать обобщенный сценарий принятия решений — от анализа данных до выработки рекомендаций — как процесс выполнения БЯМ-ориентированных типовых задач.

В данной работе объектом исследования являются СППР, основанные на БЯМ, в том числе на БЯМ-агентах. В качестве предмета исследования выступает организация СППР указанного класса и методы разработки таких систем. Пространство решений охватывает множество вариантов организации СППР на основе БЯМ с соответствующими сценариями.

Целью работы является разработка обобщенного сценария ППР, обеспечивающего реализацию стандартного процесса ППР в виде последовательности выполнения БЯМ-ориентированных типовых задач.

Для достижения цели были рассмотрены сценарии ППР, реализуемые в различных подходах; определены однотипные задачи, которые повторяются в разных сценариях; сформулированы спецификация требований к разрабатываемой СППР и принципы, лежащие в основе такой СППР; предложена концептуальная организация СППР и сформирован порядок выполнения типовых задач в обобщенном сценарии ППР. Предлагаемая СППР представляет собой пример искусственного интеллекта (ИИ), когда компетенции лица, принимающего решения (ЛПР), и его понимание задачи принятия решений дополняются информационными и аналитическими возможностями ИИ.

Большие языковые модели в сценариях СППР

В данном разделе приводится обзор сценариев ППР на основе БЯМ, реализованных в различных прикладных областях, и на основании данного обзора специфицируются требования к таким СППР. Под сценарием ППР понимается формализованная структура, определяющая последовательность шагов, алгоритмов и аналитических действий, которую использует СППР для помощи ЛПР в выборе варианта действий или решения задачи из нескольких возможных в конкретной ситуации, которые наилучшим образом соответствуют его предпочтениям. Сценарии, в которых для реализации ППР используются БЯМ-агенты, также включены в данный обзор, поскольку при выборе сценариев для анализа основной акцент делался именно на использование БЯМ вне зависимости от архитектуры СППР.

Рассмотренные сценарии охватывают ряд прикладных областей: медицину [4–12], управление чрезвычайными ситуациями [13], логистику [14–16], планирование и составление расписаний [17, 18], управление умным городом [19], государственное управление [20], информационную безопасность [21], оценку климатических рисков [22]. Разнообразие анализируемых прикладных областей объясняется попыткой как можно полнее охватить пространство возможных сценариев встраивания БЯМ в процессы ППР. Большинство сценариев взято из области медицины, поскольку именно там БЯМ показали себя единственным инструментом, способным эффективно работать с основным ресурсом здравоохранения — медицинскими текстами и данными, освобождая врачей от рутинной обработки таких ресурсов и предоставляя

им время для выполнения действительно сложных клинических задач и повышая доступность знаний. Как следует из анализа, организация рассмотренных сценариев не сильно зависит от области их применения. Сценарии отличаются, например, сервисами обработки информации, наличием и объемом руководящих документов, строгостью критериев оценки, практиками оценки. При этом их организации похожи.

Обзор сценариев поддержки принятия решений на основе БЯМ

В результате анализа сценариев ППР, в которых используются БЯМ, было установлено, что в различных сценариях решаются похожие (однотипные) задачи. Выделено четыре типа задач: уточнение задачи принятия решений, учет предпочтений пользователя, использование знаний проблемной области (ПрО), генерация и оценка альтернатив. Рассматриваемая в работе концепция типовой задачи не предполагает, что такая задача решается в каждом сценарии. Типовые задачи иллюстрируются на примере сценариев, в которых есть акцент на решение задач определенного типа или которые наилучшим образом подходят для иллюстрации, вне зависимости от ПрО сценариев. Для каждого сценария указано, содержимое каких информационных ресурсов задействовано в процессе ППР.

Уточнение задачи принятия решений

Под задачей принятия решений понимается задача, которую пользователь сформулировал в своем запросе к СППР. Уточнение может потребоваться как пользователю, так и СППР. Пользователю требуется уточнение, если он не согласен с решением, которое ему предложила СППР, или сомневается в нем. СППР может прибегнуть к уточнению задачи, когда она не смогла верно интерпретировать запрос, ей недостает информации (например, входных данных) для решения задачи и когда область поиска решения видится слишком обширной.

Уточнение задачи принятия решений, когда пользователь сомневается в правильности предложенного решения, используется в части сценария разработки плана пожарной эвакуации, связанной с уточнением предлагаемого БЯМ плана [13]. Задача уточняется в процессе дискуссии между БЯМ и пользователем, если у него возникают сомнения в правильности предложенного плана. Используемые в сценарии информационные ресурсы: онтология (явная спецификация концептуализации [23]) ПрО «пожарная безопасность» и граф знаний, в котором представлены конкретные сценарии для выработки стратегии и анализа конкретных ситуаций (тушение пожара или планирование путей эвакуации).

Задача принятия решений при недостатке информации для ее решения уточняется в сценарии, где БЯМ ставит диагноз и рекомендует план лечения пациента [4]. В этом сценарии постановка задачи уточняется итеративно в процессе выработки моделью рекомендации по мере обнаружения БЯМ недостающей информации (например, результатов медицинских исследований, которые не сделаны, но нужны для постановки диагноза). Используемые в сценарии информационные ресурсы: электронные медицинские карты и клинические рекомендации по диагностике и лечению.

Уточнение задачи принятия решений в целях сужения области поиска решения является частью сценария поиска клинических рекомендаций [5]. В этом сценарии на основе введенных пользователем данных (симптомы, жалобы, история болезни) выбирается код заболевания по Международному классификатору болезней (МКБ), который позволяет сузить область поиска рекомендаций. Используемые информационные ресурсы: МКБ, клинические рекомендации, память БЯМ (факты, «запомненные» БЯМ во время обучения [24]), в которой хранятся ранее найденные рекомендации.

Область поиска также сужается за счет учета предпочтений пользователя. Но данный тип задачи отнесен в самостоятельную категорию и рассматривается ниже.

Учет предпочтений пользователя

В сценариях СППР на основе БЯМ явные и неявные предпочтения пользователей устанавливаются как непосредственно БЯМ, так и другими компонентами СППР.

Большие языковые модели, как правило, отвечают за выявление предпочтений, когда они вовлечены в процесс принятия решений, что характерно для многоагентных систем. Например, в сценарии составления расписания онлайн-совещания агенты договариваются о времени проведения совещания [17]; в процессе дискуссии обозначаются предпочтения пользователей относительно времени проведения конкретного совещания, а также неявные предпочтения относительно того, какой временной интервал (например, утро, после обеда, в конце рабочего дня и т. п.) более удобен тому или иному пользователю для участия в онлайн-мероприятиях. В другом многоагентном сценарии — сценарии выбора места групповой поездки [18] — организуется дискуссия, в которой агенты предлагают места для поездки, стараясь учесть явные предпочтения всех участников поездки (культурные интересы, развлечения, стоимость и т. п.). Если некоторый агент соглашается с предложенным местом поездки, означает, что у данного участника изменились предпочтения. В этом случае можно говорить о выявлении неявных предпочтений.

В обоих сценариях — организация совещания и планирование поездки — БЯМ обрабатывает текстовые сообщения, которые в данной статье рассматриваются как информационный ресурс.

Примером выяснения предпочтений пользователей при поддержке БЯМ является логистический сценарий доставки на «последней миле» [14]. В нем решение, найденное СППР, предлагается заинтересованным пользователям (например, клиентам, руководителям компаний, местным сообществам и т. п.), которые в текстовой форме делают качественные комментарии к этому решению. Фактически эти комментарии отражают предпочтения заинтересованных сторон, определением которых занимается специальный модуль. Обязанности БЯМ в этом сценарии — интерпретация текстовых комментариев и обновление постановки логистической задачи с учетом выявленных предпочтений. Комментарии рассматриваются как информационный ресурс.

Использование знаний проблемной области

В данной работе под знанием понимается формализованная и структурированная модель ПрО, предназначенная для автоматического рассуждения. В анализируемых сценариях знания, представленные при помощи таких моделей, являются информационными ресурсами. При этом в некоторых сценариях БЯМ является участником разработки подобного ресурса. С точки зрения способа представления знаний в рассмотренных сценариях используются онтологии, графы знаний и специализированные модели представления знаний.

Онтология ПрО и граф знаний. Онтологией называется формализованная система аксиом и определений на языке логики, которая предназначена для описания знаний ПрО в целях последующего автоматического логического вывода. Онтология предоставляет структуру, которая определяет понятия, отношения и сущности в графе знаний. Граф знаний — это конкретное применение онтологии, представляющее реальные данные в виде графовой структуры, где узлы — это сущности, а ребра — отношения. Примерами сценариев, в которых используются формальные модели онтологии и графа знаний, являются:

— сценарии разработки плана пожарной эвакуации и тушения пожара [13], в которых онтология представляет экспертные знания из области пожарной безопасности, а граф знаний — сценарии, для которых формируются рекомендации-планы;

— сценарий оптимизации интермодальных грузовых перевозок [15], где OWL-онтология (OWL, Web Ontology Language — язык описания онтологий) объединяет тематические группы знаний: а) знания предметной области (знания

системы анализа грузоперевозок и мультимодальной транспортной сети); б) знания, описывающие постановку задачи принятия решений; в) модели оптимизации, извлеченные из различных академических статей. Граф знаний формируется из онтологии для описания конкретного сценария;

- сценарий поддержки принятия клинических решений на основе объяснимого ИИ [6], в котором используется только граф знаний (без онтологии). Этот граф организует и связывает знания из различных источников и служит хранилищем постоянно обновляемых медицинских рекомендаций, которые в случае, когда запрос на предоставление рекомендации не может быть обработан из-за недостатка знаний в графе, ищутся во внешних документах и включаются в граф;

- сценарий ППР для вывода рекомендаций пациентам с набором заболеваний, в котором БЯМ транслирует текстовые регламентирующие документы в компоненты онтологической модели [7]. Онтология объединяет в себе знания о медикаментозной терапии для различных заболеваний.

Специализированные модели представления знаний — это методы описания фактов, объектов и закономерностей конкретной ПрО. Примерами сценариев, в которых знания представляются при помощи специализированных моделей, являются:

- сценарий поиска клинических рекомендаций в справочнике МКБ-10 [5];

- сценарий системы оповещения врачей о рекомендуемых мероприятиях и процедурах (вакцинациях, исследованиях и т. п.), систематизирующий причины отказа от предложенных мер в базе знаний конкретной СППР [8];

- сценарий СППР для клинических исследований на основе БЯМ [9] как представитель множества сценариев из области медицины, в которых задействована база знаний OpenEHR [25] — открытый стандарт управления, хранения и обмена электронными историями болезней;

- сценарий автоматического управления кооперативным вождением [16], в котором для накопления знаний используется внутренний модуль памяти. Модуль хранит: а) обработанные системой сценарии, б) рекомендованные для этих сценариев решения и в) принятые решения. Структурирование знаний происходит за счет использования векторной базы данных.

Генерация и оценка альтернатив

В рассмотренных сценариях на основании критериев количества генерируемых альтернатив и наличия зависимости от контекстных изменений можно выделить следующие множества альтернатив, подлежащих оценке: одна альтернатива, фиксированное множество альтернатив, динамическое множество альтернатив.

Одна альтернатива. Фактически одна альтернатива — это рекомендация, предложенная СППР, или оптимальное решение.

В случае альтернативы как рекомендации ЛПР может принять ее в том виде, в котором ее предложила СППР. Может подкорректировать, т. е. породить новую альтернативу. Может отклонить и принять собственное решение, отличное от рекомендованного. Сценарии, подпадающие под рассматриваемую категорию, включают в себя: сценарий ППР при постановке диагноза и разработке рекомендации плана лечения пациента [4], сценарий многоагентной СППР для сортировки и планирования лечения в отделениях неотложной помощи [10], сценарий интеллектуальной системы проактивного мониторинга центров информационной безопасности [21], сценарий оценки климатических рисков [22], сценарий поддержки принятия административных решений [20]. В последнем сценарии БЯМ, обученная на законодательных документах и примерах решений, помимо самой рекомендации, готовит черновик заключения о положительном или отрицательном решении. Информационными ресурсами в приведенных сценариях служат текстовые документы и запросы пользователей (врачей, администраторов, заявителей и т. п.).

Примерами сценариев, предполагающих решение задачи оптимизации, являются сценарии 1) интермодальных грузовых перевозок [15] и 2) СППР для управления умным городом [19]. В первом сценарии решением является оптимальный маршрут транспортировки из пункта отправления в пункт назначения, критериями оптимизации — максимизация топливной экономичности грузоперевозок, минимизация выбросов парниковых газов, минимизация общих эксплуатационных расходов. Во втором сценарии оптимизация применяется для решения различных задач принятия решений, связанных с муниципальным управлением (например, где лучше построить школу, разбить парк и т. п.). В этом сценарии множество альтернатив генерирует БЯМ, и впоследствии решается оптимизационная задача. Критерии оптимизации зависят от конкретной задачи принятия решений, одним из критериев является минимизация затрат на реализацию решения. Информационными ресурсами в рассмотренных сценариях служат запросы пользователей, онтология ПрО, граф знаний, документы (в частности, документы по развитию города в сценарии управления умным городом), знания БЯМ.

Фиксированное множество альтернатив. Такие множества используются в СППР, которые ориентированы на экспертную оценку. Среди рассмотренных можно указать сценарии, в которых множество альтернатив состоит из ответов разных

БЯМ на один и тот же запрос. Рекомендация, предложенная каждой БЯМ, рассматривается как альтернатива. К данной категории относятся сценарии интраоперационной ППР в пластической хирургии [11], который используется для сравнения разных БЯМ, оцениваемых по пятибалльной шкале в отношении умения планировать операцию, владения знаниями по общей анатомии и хирургических процедур, а также способности находить решения и альтернативы в случае возможных осложнений. Еще один из этой категории — сценарий ППР в персонализированной онкологии [12], где четыре БЯМ генерируют ответ на запрос, сформулированный при помощи типизированного промпта. Этот сценарий предназначен для принятия решений в ситуациях, когда для ответа нет стандартизированных рекомендаций, а есть множество источников с разными рекомендациями. Решения, предложенные несколькими БЯМ, выносятся на рассмотрение экспертным советом. Решения, предложенные только одной БЯМ, отбрасываются. Информационным ресурсом в указанных сценариях являются «собственные» знания БЯМ.

Динамическое множество альтернатив. Это сценарий, когда альтернативы создаются по мере развития текущей ситуации. Примерами

являются вышеупомянутые сценарии разработки плана эвакуации при пожаре [13], организации онлайн-совещания [17] и планирования совместной поездки [18]. В сценарии по разработке плана эвакуации динамически развивающейся является ситуация с распространением пожара, а альтернативами — планы эвакуации. В двух других сценариях динамически развивающаяся ситуация — ситуация, сложившаяся в процессе принятия решений, а альтернативы — время проведения совещания и место групповой поездки с учетом предпочтений участников совещания и поездки соответственно. Информационные ресурсы в приведенных сценариях — это онтология ПрО, граф знаний, текстовые сообщения (включая запросы пользователей), электронные календари (в сценарии организации расписания) и «собственные» знания БЯМ.

Виды информационных ресурсов, задействованных в рассмотренных в данном обзоре сценариях, обобщены в табл. 1. Резюмируя, такими ресурсами являются информационные системы и сервисы, пользователи, их запросы и текстовые сообщения, промпты, структурированные и неструктурированные источники знаний, в том числе доступные в веб, формализованные знания ПрО, знания БЯМ.

- **Таблица 1.** Информационные ресурсы, задействованные в сценариях ППР на основе БЯМ
- **Table 1.** Information sources involved in LLM-based decision support scenarios

Используемый контент	Информационный объект	Вид информационного ресурса
Постановка задачи принятия решений	Запрос пользователя, текстовые сообщения, промпт	Пользователь
Знания ПрО	Онтология, граф знаний, память СППР, запрос пользователя, содержимое текстовых документов, шаблоны формальных документов, промпт	Пользователь, веб-ресурс, СППР, информационная система, информационный сервис, неструктурированные и структурированные документы
Структура знаний ПрО	Хранилище знаний	Веб-ресурс, СППР, структурированный документ
Альтернатива, рекомендация	Вычислительный сервис, чат, знания БЯМ	Пользователь, СППР, БЯМ, программное обеспечение
Критерии оптимизации	Запрос пользователя, знания БЯМ, содержимое документов	Пользователь, веб-ресурс, БЯМ, неструктурированные и структурированные документы
Текст запроса, текст сообщений	Чат	Пользователь
Принятое решение	Чат, формальный документ	Пользователь

Спецификация требований к ППР на основе БЯМ

В соответствии с рассмотренными сценариями разработана спецификация требований к ППР на базе БЯМ, структурированная по четырем ключевым группам.

А. Требования к СППР на основе БЯМ:

A.Req-01: в СППР должна быть предусмотрена реализация взаимодействия между пользователем и системой через чат или (и) интерфейс;

A.Req-02: в сценарии функционирования СППР должна быть предусмотрена возможность инициации взаимодействия с пользователем со стороны БЯМ;

A.Req-03: СППР должна предоставлять пользователю решения в понятном, пригодном для экспертного анализа и оценки виде;

A.Req-04: предлагаемые системой решения должны учитывать предпочтения пользователей и личностные качества ЛПР (например, компетентность, инициативность, напористость, неконфликтность, коммуникативность и др.);

A.Req-05: СППР должна быть контекстно-ориентированной в части динамически меняющихся постановки задачи, предпочтений пользователей и текущей ситуации;

A.Req-06: СППР должна учитывать новейшие достижения, интегрируя современные технологии для разработки альтернатив, такие как дополненный интеллект, машинное обучение, нейронные сети и др.;

A.Req-07: в СППР должна быть предусмотрена возможность построения модели знаний ПрО при помощи БЯМ или иных средств;

A.Req-08: СППР должна обладать «памятью» и позволять накапливать знания об обработанных сценариях, предложенных рекомендациях и принятых решениях в виде, подходящем для анализа и повторного использования.

В. *Требования к БЯМ* (некоторые требования, как, например, обработка информации, предполагают интеграцию БЯМ со специальными механизмами):

B.Req-01: в многоагентных СППР БЯМ-агенты должны уметь взаимодействовать в чате;

B.Req-02: БЯМ должна уметь поддерживать многомодальное взаимодействие с пользователем, интерпретировать его запросы и формализовывать постановку задачи принятия решений на основе этих запросов и формальной модели, используемой в СППР;

B.Req-03: БЯМ должна уметь динамически обновлять постановку задачи пользователя в соответствии с изменениями текущей ситуации;

B.Req-04: БЯМ должна уметь обрабатывать и интегрировать разнородную информацию

(знания), в том числе из веб-ресурсов и от пользователя, и представлять их в требуемом виде, а в особо оговариваемых случаях и оценивать их;

B.Req-05: если БЯМ отвечает за разработку модели знаний ПрО, то она должна уметь систематизировать знания в соответствии с логической системой, принятой в разрабатываемой модели;

B.Req-06: если БЯМ отвечает за предоставление рекомендаций и разработку альтернатив, то она должна уметь:

B.Req-06.1: предлагать рекомендации (альтернативы) на основе постановки задачи пользователя, знаний из информационных ресурсов и из модели знаний ПрО, а также на основе оценки собранной информации;

B.Req-06.2: при разработке альтернатив учитывать новейшие достижения, в том числе опубликованные в веб-ресурсах;

B.Req-06.3: корректировать сгенерированные альтернативы или динамически порождать новые по мере развития текущей ситуации;

B.Req-07: если БЯМ отвечает за оценку и выбор альтернатив, то она должна уметь оценивать и выбирать альтернативы на основе явно заданных критериев, а также критериев, рекомендуемых источниками знаний ПрО, в том числе доступных в веб, и собственных знаний;

B.Req-08: если БЯМ отвечает за выявление предпочтений пользователей, то она должна уметь извлекать явные и неявные предпочтения пользователя на основании исходящей от пользователя информации в процессе разработки альтернатив и принятия решений;

B.Req-09: БЯМ должна уметь преобразовывать предназначенные пользователю результаты в вид, понятный ему и пригодный для экспертного анализа и оценки;

B.Req-10: БЯМ должна сопровождать объяснениями свои ответы, рекомендации, а также результаты разработки, оценки и выбора альтернатив, в том числе в определенных случаях ссылками на источники знаний, на основании которых она пришла к этим ответам/рекомендациям/результатам;

B.Req-11: если в обязанности БЯМ входит документирование принятого решения, то она должна уметь составлять формальные документы на основе имеющихся образцов.

С. Требования к организации процесса ППР:

C.Req-01: при необходимости должна быть предусмотрена возможность использования:

C.Req-01.1: препромптинга — метода, который предоставляет контекст, ограничения и инструкции БЯМ перед выполнением основной задачи, для получения более точных ответов;

C.Req-01.2: промптинга в соответствии с методологией Prompt-Driven Development (PDD) и концепцией Prompt Operations (PromptOps — операционная дисциплина управления жизненным циклом промптов для БЯМ).

D. Требования к экспертам проблемной области:

D.Req-01: эксперты-ЛПР должны быть компетентны в части оценки решений, которые предлагает СППР;

D.Req-02: инженеры RAG (Retrieval-Augmented Generation) и промпт-инженеры должны соответствовать квалификационным требованиям, предъявляемым к инженерам по промпту.

Способом проверки групп требований А–С является тестирование, требований группы D — статический анализ.

Для определения применимости требований к задаче разработки СППР на основе БЯМ использовался метод MoSCoW, устанавливающий приоритеты для требований в зависимости от их важности и срочности (табл. 2). Заложенные в метод приоритеты: Must (обязательно), Should (желательно, но не критично — важные задачи, не влияющие на работу текущей версии продукта), Could (можно сделать — задачи, направленные на улучшение существующей версии продукта), Won't (не делать сейчас — наименее приоритетные задачи).

■ Таблица 2. Приоритетность требований

■ Table 2. Requirements prioritization

Требование	Описание	Обоснование
Must		
A.Req-01 A.Req-03 A.Req-07 B.Req-01 B.Req-02 B.Req-09	Чат/интерфейс, понятный для эксперта вид решений, базовая модель знаний, формальная постановка задачи на основе запроса	Формируют минимальный рабочий каркас СППР
B.Req-04	Обеспечение данными для анализа	Внешняя информация необходима для связи с реальностью и устранения галлюцинаций БЯМ
D.Req-01	Компетентность экспертов	Если ЛПР некомпетентен в ПрО, СППР теряет смысл
Should		
A.Req-05 A.Req-08 B.Req-03	Динамический контекст, память системы	Необходимы для полностью готовой СППР, но минимально жизнеспособная СППР может работать в статике без самообучения
B.Req-06.1 B.Req-07	Генерация, оценка и выбор альтернатив	Ключевые задачи СППР
B.Req-10	Предоставление объяснений	Обеспечение доверия к СППР со стороны экспертов
C.Req-01	Использование промптинга	Промптинг требуется по мере усложнения системы
Could		
D.Req-02	Квалифицированные инженеры	На этапе разработки минимально жизнеспособной СППР возможно привлечение смежных специалистов
A.Req-02 A.Req-04	Инициатива общения со стороны БЯМ, учет личностных качеств	На начальном этапе разработки СППР достаточно реактивного режима (запрос — ответ), личностные качества учитываются во вторую очередь
B.Req-05	Автоматизированная разработка базы знаний ПрО	Трудоемко, на начальном этапе можно использовать готовую базу знаний
B.Req-06.2 B.Req-06.3	Учет важнейших достижений и динамическая корректировка альтернатив	Базовая СППР должна заработать в статике
B.Req-08	Выявление предпочтений	На начальном этапе разработки СППР достаточно работать с явными запросами
Won't		
A.Req-06	Интеграция современных технологий для разработки альтернатив	На текущем этапе ядром выступает БЯМ, дополнительные технологии могут быть встроены в расширенную версию СППР
B.Req-11	Автоматическое составление формальных документов	Рутинная задача, которую легко можно встроить в финальную версию СППР

Концептуальная организация СППР на основе БЯМ

Ключевые принципы, на которые опирается предлагаемая концепция, сформулированы в соответствии со спецификацией требований к ППР на основе БЯМ, описанными в одноименном подразделе. Принципы структурированы по трем направлениям.

Направление 1. Область применения и функциональность СППР.

1. СППР предназначена для помощи пользователю-ЛПР в детальном анализе проблемной ситуации, формулировке задачи принятия решений и принятии решений.

2. СППР выполняет функции по а) сбору и поиску информации; б) генерации рекомендуемых решений; в) оценке и выбору решений, предложенных ЛПР или системой, оставляя при этом принятие окончательного решения за человеком; г) запоминанию сценариев, результатов их выполнения и принятых решений для формирования рекомендаций в будущем.

Направление 2. Взаимодействие с пользователем.

1. СППР интерпретирует задачу принятия решений, сформулированную на естественном языке, использование которого в качестве основного средства коммуникации устраняет необходимость создания специализированных интерфейсов и упрощает внедрение СППР. Формулировка на естественном языке может быть дополнена графическими схемами и голосовым общением, но текстовое сообщение играет ведущую роль, что обусловлено тем, что над текстом человек, как правило, думает гораздо больше, чем над спонтанной речью.

2. СППР взаимодействует с пользователем, когда это необходимо, например для уточнения его запроса, согласования модели задачи принятия решений и т. д.

3. БЯМ предоставляет объяснения рекомендуемым решениям и оценкам, обеспечивая прослеживаемую аргументацию, что позволяет проверить обоснованность результатов.

4. СППР выявляет, анализирует и учитывает при предоставлении рекомендаций явные и неявные предпочтения пользователей.

Направление 3. Представление и обработка задачи принятия решений.

1. СППР учитывает контекст. Она выявляет и принимает во внимание окружение задачи принятия решений, точку зрения и предпочтения ЛПР, а также другие временные данные, связанные с этой задачей.

2. СППР строит модель задачи принятия решений (или несколько семантически совмести-

мых моделей). Специфика моделей может варьироваться в зависимости от ПрО и самой задачи. Построение модели позволяет прояснить сложность текущей задачи и ее связи с другими элементами ПрО и дает возможность применять эффективные и интерпретируемые методы, что соответствует принципу объяснимости.

3. СППР декомпозирует сложные задачи на более простые. Такая декомпозиция часто основывается на модели задачи принятия решений и имеющихся представлениях задач, схожих с задачей принятия решений, в виде процессной модели (последовательности шагов, операций и исполнителей).

4. Для выполнения задачи принятия решений СППР использует доступные знания, которые могут быть представлены в структурированном (на основе модели представления знаний) и неструктурированном видах (документы, мультимедиа и др.).

Предлагаемая концепция учитывает базовые принципы ППР на основе БЯМ и исходит из того, что СППР, использующая БЯМ, должна быть способна: 1) уточнять формулировку и постановку задачи принятия решений; 2) генерировать контекстно-зависимые рекомендации с учетом предпочтений пользователя; 3) оценивать сгенерированные рекомендации; 4) поддерживать ЛПР при принятии окончательного решения, сопровождая объяснениями ответы БЯМ, предлагаемые рекомендации, а также результаты разработки, оценки и выбора альтернатив.

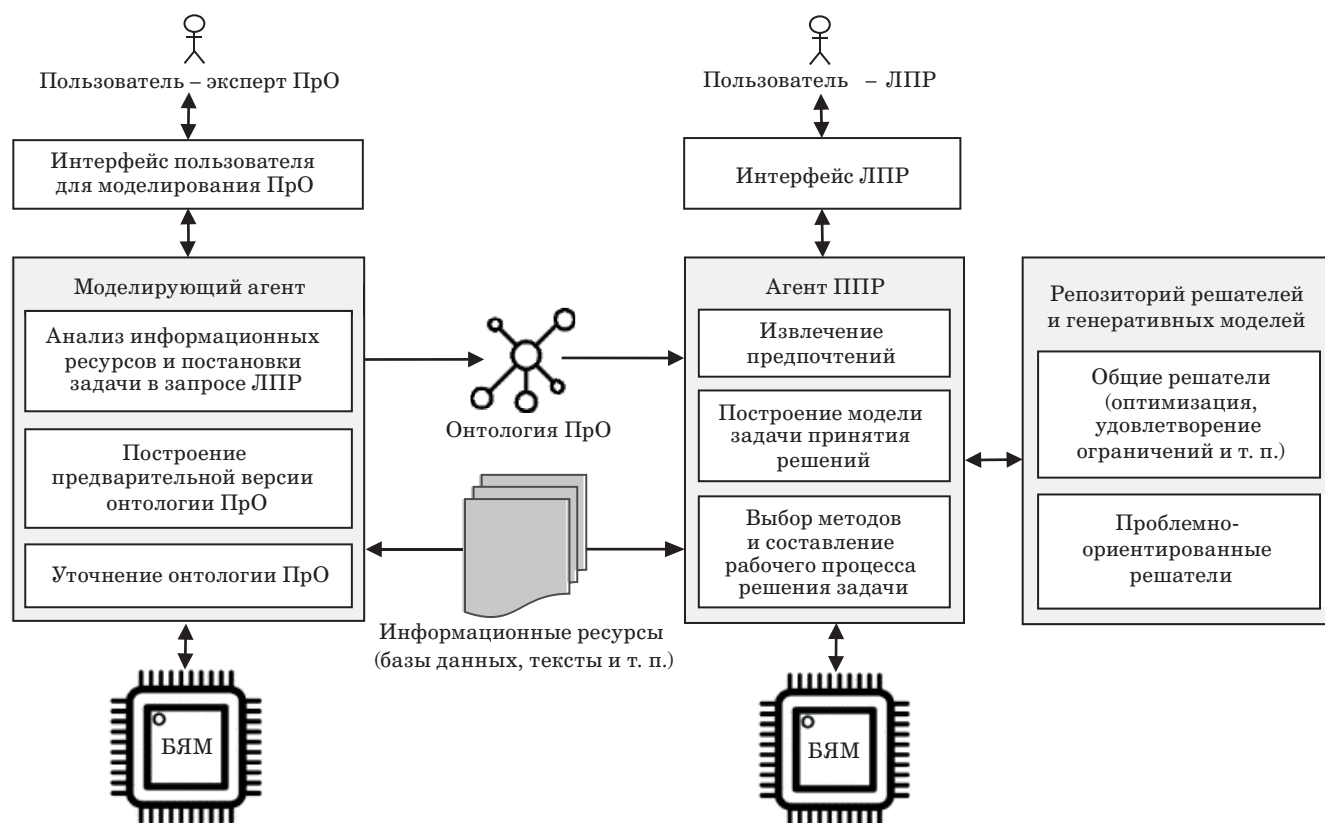
Основными компонентами СППР, использующей БЯМ, являются информационные ресурсы, онтология ПрО, БЯМ, БЯМ-агенты и репозиторий решателей и генеративных моделей (рис. 1).

Информационные ресурсы — источники данных, информации и знаний, которые внедрены в онтологию ПрО или в которых можно найти информацию, требующуюся для выполнения задачи принятия решений.

Онтология ПрО — специализированная база знаний ПрО, предоставляющая знания для выполнения задачи принятия решений.

Концептуальная организация предполагает наличие двух БЯМ-агентов: моделирующего агента и агента ППР. Под БЯМ-агентом понимается автономная интеллектуальная система, которая использует БЯМ в качестве центрального когнитивного компонента («мозга») для восприятия среды, планирования, рассуждения, распознавания сложных целей и выполнения сложных многошаговых задач [26].

Моделирующий агент взаимодействует с экспертом для создания онтологии ПрО, которая соответствует представлению и потребностям эксперта.



■ **Рис. 1.** Концептуальные компоненты БЯМ-ориентированной СППР

■ **Fig. 1.** Conceptual components of LLM-powered DSS

Агент ППР играет центральную роль. Он отвечает за поддержание диалога с ЛПР. В ходе этого диалога агент ППР решает следующие задачи: 1) уточнение описания задачи принятия решений и выявление предпочтений пользователя; 2) построение модели задачи принятия решений — онтологической модели этой задачи с учетом предпочтений пользователя — посредством извлечения из онтологии знаний, релевантных запросу пользователя, в случае необходимости — при поддержке пользователя; 3) выбор соответствующего решателя и (или) генеративной модели из репозитория. Для обогащения диалога может использоваться дополнительная информация из онтологии ПрО и доступных информационных ресурсов.

Большая языковая модель используется для разработки онтологии ПрО, интерпретации высказываний пользователей и их связи с моделью задачи принятия решений. Она также может применяться в качестве резервного решателя (для поиска оптимального или эффективного решения), однако предпочтение отдается специализированным решателям из репозитория, так как они могут гарантировать строгое (или, по крайней

мере, контролируемое) удовлетворение требований пользователя и обладают большей объяснимостью. Кроме того, БЯМ может использоваться для унификации представления данных и (или) формирования консолидированного представления решения.

Репозиторий решателей и генеративных моделей — хранилище вычислительных моделей, из которого выбираются модели, предлагающие методы для решения конкретной задачи принятия решений.

Предложенная концептуальная организация СППР может быть реализована на основе существующих технологий и программных библиотек построения систем, основанных на БЯМ. Так, агенты — и моделирующий, и агент ППР — могут быть построены на базе платформы Lang* (множество взаимосвязанных библиотек, включающее, в частности, LangChain и LangGraph). Например, LangGraph предлагает адекватный набор абстракций для реализации различных сценариев обработки информации, необходимых как для моделирования ПрО в ходе взаимодействия пользователя и БЯМ, так и для извлечения предпочтений конечного пользователя и ППР.

Интеграция репозитория решателей и генеративных моделей может осуществляться различными способами: посредством концепции инструментов (tools) и, соответственно, использования возможностей обращения БЯМ к инструментам; посредством протокола МСР или же иным способом на основе более традиционных технологий обнаружения сервисов, опирающихся, например, на OWL-S.

Обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе БЯМ

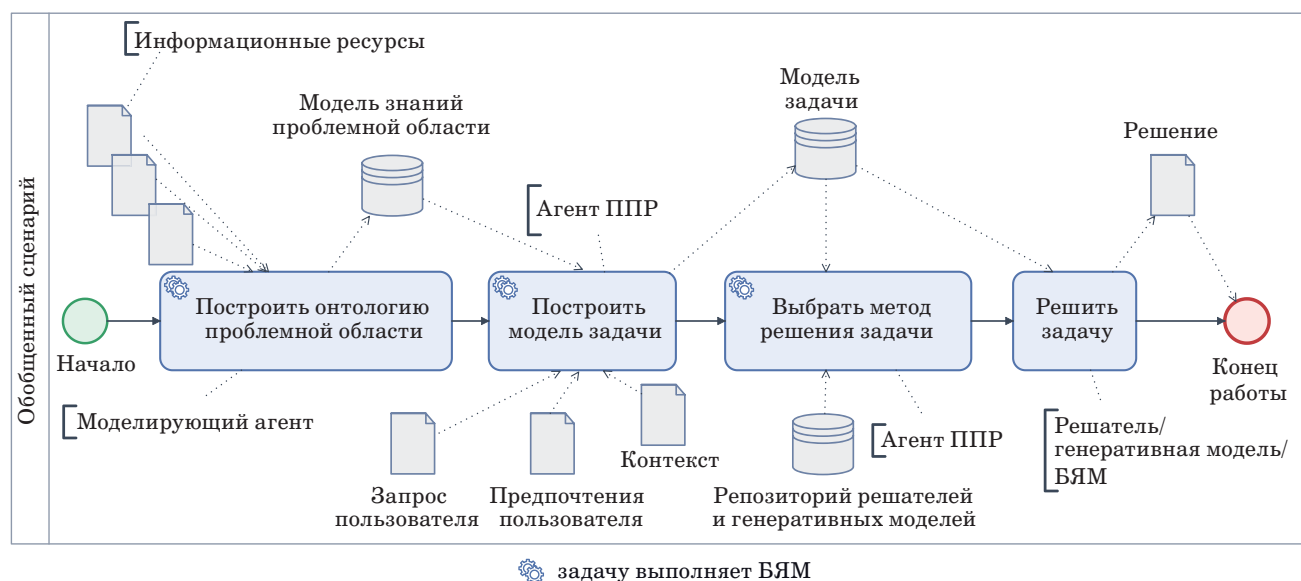
Обобщенный сценарий ППР на основе БЯМ (рис. 2) охватывает два этапа жизненного цикла СППР — разработки (анализ предметной области и сбор требований, проектирование, разработка и тестирование системы) и эксплуатации.

На этапе разработки осуществляются два тесно взаимосвязанных параллельных процесса: 1) анализ неструктурированных (текстовых) и структурированных (базы данных) информационных ресурсов ПрО; 2) построение и уточнение модели ПрО, включающей онтологию ПрО, модели задач, возможную декомпозицию задач на подзадачи и предполагаемые сценарии решений. Оба процесса выполняются при взаимодействии эксперта ПрО и моделирующего агента.

На этапе эксплуатации СППР идентифицируется цель ЛПР и происходит построение и последовательное уточнение модели задачи принятия решений, которая затем используется для

генерации и оценки решений. Модель задачи принятия решений строит агент ППР, используя онтологию ПрО. Модель включает в себя знания ПрО, релевантные данной задаче, и предпочтения пользователя-ЛПР. Агент ППР наполняет модель контекстной информацией и выбирает компонент для решения задачи из репозитория решателей и генеративных моделей. Этот компонент решает задачу и предоставляет рекомендуемое решение.

Хотя вероятность получения полностью согласованной и детализированной онтологии непосредственно от БЯМ невысока, в то же время многие исследования (например, [28–30] и др.) обоснованно утверждают, что автоматизированное построение онтологий возможно и вполне перспективно. В обобщенном сценарии разработка онтологии реализована как итеративный процесс (рис. 3). Моделирующий агент формирует черновой вариант онтологии, который выглядит как множество RDF (Resource Description Framework) троек, релевантных рассматриваемой ПрО. RDF совместим со всеми стандартами Semantic Web (семантической паутины), Linked Data (связанных данных), а также баз знаний уровня предприятий. Другие форматы представления онтологий (например, концептуальные графы), как правило, поддерживают возможности перевода между собственными форматами и форматом RDF. Черновой вариант онтологии затем уточняется посредством взаимодействия с экспертом до тех пор, пока эксперт не будет удовлетворен результатом, т. е. созданной онтологией ПрО в желаемом формате.



■ **Рис. 2.** Обобщенный сценарий поддержки принятия решений на основе БЯМ (стандарт BPMN [27])

■ **Fig. 2.** Generalized scenario of LLM-based decision support (BPMN representation [27])



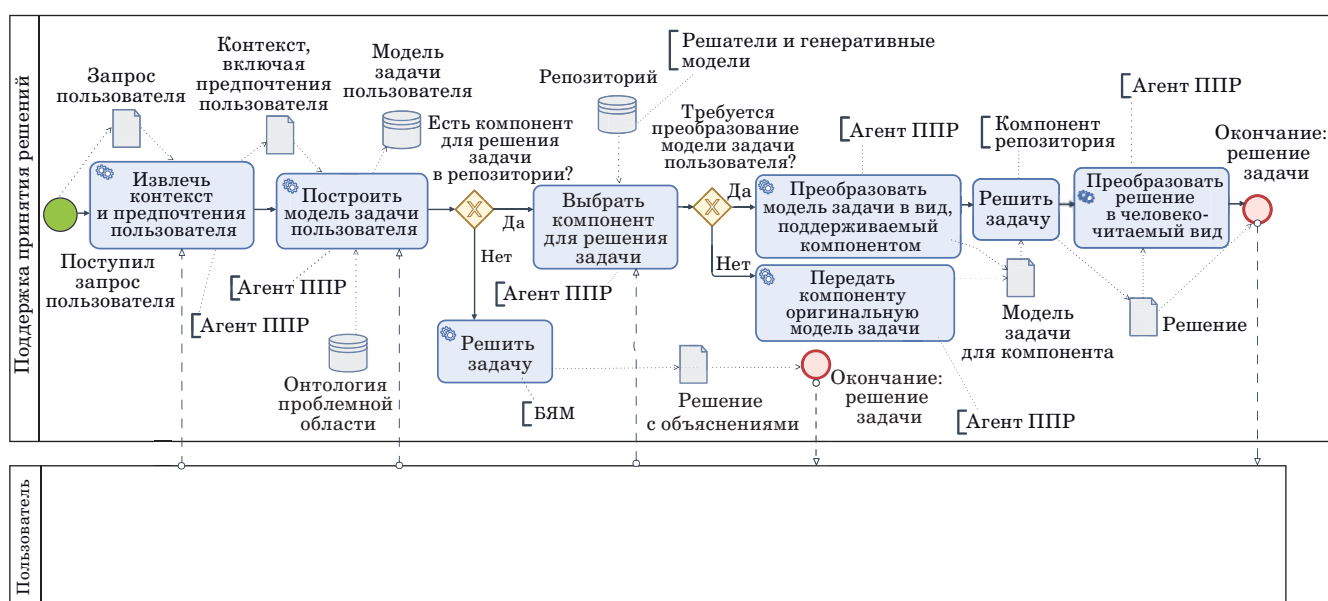
■ **Рис. 3.** Разработка онтологии проблемной области
 ■ **Fig. 3.** Development of domain ontology

При разработке онтологии используется RAG-промптинг. Вначале определяются информационные ресурсы, в которых содержатся знания ПрО (базы данных, документы, модели знаний и т. п.). Если найденные ресурсы содержат знания в виде диаграмм или графических материалов, то знания, представленные таким образом, преобразовываются в текстовый формат с помощью дополнительных инструментов. После чего посредством RAG-промптинга содержимое ресурсов передается в БЯМ.

Помимо передачи содержимого ресурсов в БЯМ, промпты описывают схему разработки онтологии в соответствии с выбранной методологией

(например, METHONTOLOGY [31], On-to-Knowledge [32], AMOD (Agile Methodology for Ontology Development) [33] и др.), специфицируют требования к онтологии, указывают формат представления знаний, формулируют вопросы компетенции, а в случае применения техники few-shot-промптинг содержат примеры ожидаемых результатов.

В рамках обобщенного сценария рабочий процесс ППР (рис. 4) реализует классическую модель принятия решений — от идентификации задачи до рекомендации решения. Агент ППР поддерживает взаимодействие с ЛПР на всех этапах данного процесса. БЯМ выполняет функции,



■ **Рис. 4.** Рабочий процесс поддержки принятия решений на основе БЯМ
 ■ **Fig. 4.** Workflow of LLM-based decision support

связанные с преобразованием информации и знаний и предоставлением пользователю объяснений. Также БЯМ решает задачу принятия решений, если в хранилище решателей и генеративных моделей не найдено компонента, который мог бы ее решить.

Заключение

В работе представлен комплексный подход к интеграции больших языковых моделей в системы поддержки принятия решений. Проведенный анализ существующих сценариев использования БЯМ в СППР позволил систематизировать опыт их применения в информационно-управляющих системах из различных прикладных областей и выявить ключевые закономерности. Основным результатом анализа стало выделение четырех типовых задач, повторяющихся в различных ПрО: уточнение постановки задачи принятия решений, выявление и учет предпочтений пользователя, использование знаний ПрО, генерация и оценка альтернатив.

На основе выявленных типовых задач разработана спецификация требований к СППР на основе БЯМ, которая легла в основу базовых принципов функционирования таких систем.

Одним из результатов исследований является концепция организации СППР, отличительной особенностью которой выступает двунаправленное совмещение возможностей БЯМ и онтологического моделирования. С одной стороны, онтология ПрО и модель задачи принятия решений

используются для повышения качества и интерпретируемости рекомендаций, формируемых с участием БЯМ. С другой стороны, сама БЯМ применяется как инструмент для построения и актуализации онтологии, что особенно важно в динамически меняющихся ПрО. Такой подход позволяет компенсировать ограничения языковых моделей (галлюцинации, неполнота знаний) за счет структурированных знаний и одновременно преодолеть высокую трудоемкость ручного построения онтологий за счет генеративных возможностей ИИ.

Разработанный обобщенный сценарий ППР объединяет все типовые задачи в единый рабочий процесс. Особенностью сценария является четкое разделение функций между агентами и внешними специализированными решателями. Такой подход позволяет использовать БЯМ как для непосредственного решения задач (в случаях отсутствия специализированных решателей), так и в качестве «интеллектуального посредника», обеспечивающего интерпретацию запросов, преобразование данных и объяснение полученных результатов.

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-11-00127 «Модели и методы дополненного интеллекта для контекстно-зависимой поддержки принятия решений с использованием больших языковых моделей»).

Литература

1. Abolnejadian M., Amirshahi S., Brehmer M., Crisan A. AInsight: Augmenting expert decision-making with on-the-fly insights grounded in historical data. *Proceedings of the 7th ACM Conference on Conversational User Interfaces, CUI 2025*, Waterloo, ON, Canada, July 8–10, ACM, 2025, pp. 13:1–13:7. doi:10.1145/3719160.3737633
2. Handler A., Larsen K. R., Hackathorn R. Large language models present new questions for decision support. *International Journal of Information Management*, 2024, vol. 79, Article 102811. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2024.102811
3. Deng R., Martin G., Wang T., Zhang G., Liu Y., Weng C., Wang Y., Rousseau J. F., Peng Y. CPG-Prompt: Translating clinical guidelines into large language model-executable decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2026, vol. 33, iss. 4, pp. 855–862. doi:10.1093/jamia/ocag026
4. Hager P., Jungmann F., Holland R., Bhagat K., Hubrecht I., Knauer M., Vielhauer J., Makowski M., Braren R., Kaissis G., Rueckert D. Evaluation and mitigation of the limitations of large language models in clinical decision-making. *Nature Medicine*, 2024, vol. 30, iss. 9, pp. 2613–2622. doi:10.1038/s41591-024-03097-1
5. Евлахова М. А., Зубков А. В. Обзор применения больших языковых моделей в информационных задачах систем поддержки принятия решения на примере здравоохранения. *Инженерный вестник Дона*, 2025, вып. 123, №3, с. 920–945. EDN: DEFDEH. <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9956> (дата обращения: 13.05.2026).
6. Park C., Lee H., Lee S., Jeong O. Synergistic joint model of knowledge graph and LLM for enhancing XAI-based clinical decision support systems. *Mathematics*, 2025, vol. 13, iss. 6, Article 949. doi:10.3390/math13060949
7. Грибова В. В., Шалфеева Е. А. Смарт-стандарты в реабилитации: онтологическая модель и методы

- формализации. *Информатика и системы управления*, 2026, вып. 87, № 1, с. 61–73. doi:10.22250/18142400_2026_87_1_61, EDN: QZAWZY
8. Liu S., McCoy A. B., Wright A. P., Nelson S. D., Huang S. S., Ahmad H. B., Carro S. E., Franklin J., Brogan J., Wright A. Why do users override alerts? Utilizing large language model to summarize comments and optimize clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2024, vol. 31, iss. 6, pp. 1388–1396. doi:10.1093/jamia/ocae041
 9. Kaiser P., Yang S., Bach M., Breit C., Mertz K., Stieltjes B., Ebbing J., Wetterauer C., Henkel M. The interaction of structured data using openEHR and large language models for clinical decision support in prostate cancer. *World Journal of Urology*, 2025, vol. 43, iss. 1, Article 67. doi:10.1007/s00345-024-05423-1
 10. Han S., Choi W. Development of a large language model-based multi-agent clinical decision support system for Korean Triage and Acuity Scale (KTAS)-based triage and treatment planning in emergency departments. *Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning*, 2025, vol. 5, iss. 1, pp. 3261–3275. doi:10.54364/AAIML.2025.51187
 11. Gomez-Cabello C. A., Borna S., Pressman S. M., Haider S. A., Forte A. J. Large language models for intraoperative decision support in plastic surgery: A comparison between ChatGPT-4 and Gemini. *Medicina*, 2024, vol. 60, iss. 6, Article 957. doi:10.3390/medicina60060957
 12. Benary M., Wang X. D., Schmidt M., Soll D., Hilfenhaus G., Nassir M., Sigler C., Knödler M., Keller U., Beule D., Keilholz U., Leser U., Rieke D. T. Leveraging large language models for decision support in personalized oncology. *JAMA Network Open*, 2023, vol. 6, iss. 11, Article e2343689. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.43689
 13. Durmus D., Giretti A., Ashkenazi O., Carbonari A., Isaac S. The role of large language models for decision support in fire safety planning. *Proceedings of the 41st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2024)*, 2024, pp. 339–346. doi:10.22260/ISARC2024/0045
 14. Ghiani G., Solazzo G., Elia G. Integrating large language models and optimization in semi-structured decision making: methodology and a case study. *Algorithms*, 2024, vol. 17, iss. 12, Article 582. doi:10.3390/a17120582
 15. Tupayachi J., Xu H., Omitaomu O. A., Camur M. C., Sharmin A., Li X. Towards next-generation urban decision support systems through AI-powered construction of scientific ontology using large language models – A case in optimizing intermodal freight transportation. *Smart Cities*, 2024, vol. 7, iss. 5, pp. 2392–2421. doi:10.3390/smartcities7050094
 16. Fang S., Liu J., Ding M., Cui Y., Lv C., Hang P., Sun J. Towards interactive and learnable cooperative driving automation: A large language model-driven decision-making framework. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2025, vol. 74, iss. 8, pp. 11894–11905. doi:10.1109/TVT.2025.3552922
 17. Lawless C., Lawless C., Schoeffler J., Le L., Rowan K., Sen S., St. Hill C., Suh J., Sarrafzadeh B. “I want it that way”: Enabling interactive decision support using large language models and constraint programming. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, 2024, vol. 14, iss. 3, pp. 1–33. doi:10.1145/3685053
 18. Shiiku S., Takeuchi Y. Exploring the mutual adaptation of large language models and emergent decision-making in simulated small group interactions. *Proceedings of the 12th International Conference on Human-Agent Interaction*, ACM, 2024, pp. 270–277. doi:10.1145/3687272.3688317
 19. Kalyuzhnaya A., Mityagin S., Lutsenko E., Getmanov A., Aksenkin Y., Fatkhiev K., Fedorin K., Nikitin N. O., Chiehkova N., Vorona V., Boukhanovsky A. LLM agents for smart city management: Enhancing decision support through multi-agent AI systems. *Smart Cities*, 2025, vol. 8, iss. 1, Article 19. doi:10.3390/smartcities8010019
 20. Pesch P. J. Potentials and challenges of Large Language Models (LLMs) in the context of administrative decision-making. *European Journal of Risk Regulation*, 2025, vol. 16, iss. 1, pp. 76–95. doi:10.1017/err.2024.99
 21. Прохорец И. О., Шматок В. А., Попов М. А. Использование больших языковых моделей и машинного обучения в составе интеллектуальной системы проактивного мониторинга центров информационной безопасности. *Безопасность информационных технологий*, 2026, вып. 33, № 2, с. 82–93. doi:10.26583/bit.2026.2.09, EDN: QWWSON
 22. Изосимова К. С., Попов В. В., Соловьева А. Ю., Краснова В. С., Чернышева Т. Ю. Разработка интеллектуальной СППР для составления рекомендаций по адаптации к климатическим рискам. *Математическое и информационное моделирование: материалы Всероссийской конференции молодых ученых*, Тюмень, ТюмГУ-Press, 2025, с. 82–85.
 23. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 1993, vol. 5, iss. 2, pp. 199–220. doi:10.1006/knac.1993.1008
 24. Manning C. D. Human language understanding & reasoning. *Daedalus*, 2022, vol. 151, iss. 2, pp. 127–138. doi:10.1162/daed_a_01905
 25. openEHR Architecture Overview. The openEHR Foundation. https://specifications.openehr.org/releases/BASE/latest/architecture_overview.html#_architecture_overview (дата обращения: 13.05.2026).
 26. Cheng Y., Zhang C., Zhang Z., Meng X., Hong S., Li W., Wang Z., Wang Z., Yin F., Zhao J., He X. Exploring Large Language Model Based Intelligent Agents: Definitions, Methods, and Prospects. 2024. <http://arxiv.org/abs/2401.03428> (дата обращения: 13.05.2026).

27. Briol P. *BPMN, the Business Process Modeling Notation*. 1st ed. Lulu.com, 2008. 124 p.
28. Neuhaus F. Ontologies in the era of large language models — a perspective. *Applied Ontology*, 2023, vol. 18, iss. 4, pp. 399–407. doi:10.3233/AO-230072
29. Chen K., Yang Y., Chen B., Hernández López J. A., Mussbacher G., Varró D. Automated domain modeling with large language models: A comparative study. *Proceedings of the 26th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)*, IEEE, 2023, pp. 162–172. doi:10.1109/MODELS58315.2023.00037
30. Saeedizade M. J., Blomqvist E. Navigating ontology development with large language models. *Proceedings of the 21st European Semantic Web Conference ESWC 2024*, A. Meroño Peñuela, A. Dimou, R. Troncy, O. Hartig, M. Acosta, M. Alam, H. Paulheim, P. Lise-na (Eds). Cham, Springer, 2024, vol. 14664, pp. 143–161. doi:10.1007/978-3-031-60626-7_8
31. Fernández-López M., Gómez-Pérez A., Juristo N., Fernandez M., Gomes-Perez A., Juristo N. METHONTOLOGY: From ontological art towards ontological engineering. *AAAI Proceedings of the Symposium on Ontological Engineering*, AAAI, 1997, pp. 33–40.
32. Sure Y., Staab S., Studer R. On-To-Knowledge Methodology (OTKM). *Handbook on Ontologies*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2004, pp. 117–132. doi:10.1007/978-3-540-24750-0_6
33. Abdelghany A., Darwish N., Hefni H. An agile methodology for ontology development. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 2019, vol. 12, iss. 2, pp. 170–181. doi:10.22266/ijies2019.0430.17

UDC 004.89:004.822:004.048

doi:10.31799/1684-8853-2026-4-2-16

EDN: GUSQBR

Generalized scenario of LLM-powered decision support in information and control systems

A. V. Smirnov^a, Dr. Sc., Tech., Professor, Principal Researcher, orcid.org/0000-0001-8364-073X, smir@iias.spb.su

T. V. Levashova^a, PhD, Tech., Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-1962-7044

A. V. Ponomarev^a, PhD, Tech., Associate Professor, Senior Researcher, orcid.org/0000-0002-9380-5064

^aSt. Petersburg Federal Research Center of the RAS, 39, 14th Line, 199178, Saint-Petersburg, Russian Federation

Introduction: Large language models improve the efficiency of decision-making for users of information and control systems. Different decision support scenarios involve recurring (typical) tasks. **Purpose:** To develop a generalized decision support scenario powered by large language models that meets the regulatory requirements for such systems and ensures the implementation of the decision-making process as a process of solving typical tasks. **Results:** Based on the analysis of decision support scenarios powered by large language models, this study identifies typical tasks, establishes the kinds of information resources used, and develops a specification of requirements for decision support powered by large language models. Following this specification, the paper proposes principles of decision support powered by large language models and a conceptual organization of a decision support system that embodies these principles. The main research result is a generalized scenario of decision support powered by large language models in Business Process Model Notation, grounded in the developed conceptual organization and combining the typical tasks. **Practical relevance:** The proposed generalized scenario is of practical interest as a prototype scenario for a problem-independent decision support system, in which a large language model is used as a primary and/or auxiliary model in decision support.

Keywords — decision support, large language model, ontology, scenario.

For citation: Smirnov A. V., Levashova T. V., Ponomarev A. V. Generalized scenario of LLM-powered decision support in information and control systems. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems], 2026, no. 4, pp. 2–16 (In Russian). doi:10.31799/1684-8853-2026-4-2-16, EDN: GUSQBR

Financial support

The research is due to the Russian Science Foundation Project No. 25-11-00127 “Models and methods of LLM-assisted augmented intelligence for context-aware decision support”.

References

1. Abolnejadian M., Amirshahi S., Brehmer M., Crisan A. AIInsight: Augmenting expert decision-making with on-the-fly insights grounded in historical data. *Proceedings of the 7th ACM Conference on Conversational User Interfaces, CUI 2025*, ACM, 2025, pp. 13:1–13:7. doi:10.1145/3719160.3737633
2. Handler A., Larsen K. R., Hackathorn R. Large language models present new questions for decision support. *International Journal of Information Management*, 2024, vol. 79, Article 102811. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2024.102811
3. Deng R., Martin G., Wang T., Zhang G., Liu Y., Weng C., Wang Y., Rousseau J. F., Peng Y. CPGPrompt: Translating clinical guidelines into large language model-executable decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2026, vol. 33, no. 4, pp. 855–862. doi:10.1093/jamia/ocag026
4. Hager P., Jungmann F., Holland R., Bhagat K., Hubrecht I., Knauer M., Vielhauer J., Makowski M., Braren R., Kaissis G., Rueckert D. Evaluation and mitigation of the limitations of large language models in clinical decision-making. *Nature Medicine*, 2024, vol. 30, no. 9, pp. 2613–2622. doi:10.1038/s41591-024-03097-1
5. Evlakhova M. A., Zubkov A. V. An overview of the use of large language models in information tasks of decision support systems using the example of healthcare. *Engineering Journal of Don*, 2025, vol. 123, no. 3, pp. 920–945 (In Russian). EDN: DEFDEH. Available at: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9956> (accessed 13 May 2026).
6. Park C., Lee H., Lee S., Jeong O. Synergistic joint model of knowledge graph and LLM for enhancing XAI-based clinical decision support systems. *Mathematics*, 2025, vol. 13, no. 6, Article 949. doi:10.3390/math13060949

7. Gribova V. V., Shalfeeva E. A. Smart standards in rehabilitation: An ontological model and formalization methods. *Information Science and Control Systems*, 2026, vol. 87, no. 1, pp. 61–73 (In Russian). doi:10.22250/18142400_2026_87_1_61, EDN: QZAWZY
8. Liu S., McCoy A. B., Wright A. P., Nelson S. D., Huang S. S., Ahmad H. B., Carro S. E., Franklin J., Brogan J., Wright A. Why do users override alerts? Utilizing large language model to summarize comments and optimize clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2024, vol. 31, no. 6, pp. 1388–1396. doi:10.1093/jamia/ocae041
9. Kaiser P., Yang S., Bach M., Breit C., Mertz K., Stieltjes B., Ebbing J., Wetterauer C., Henkel M. The interaction of structured data using openEHR and large language models for clinical decision support in prostate cancer. *World Journal of Urology*, 2025, vol. 43, no. 1, Article 67. doi:10.1007/s00345-024-05423-1
10. Han S., Choi W. Development of a large language model-based multi-agent clinical decision support system for Korean Triage and Acuity Scale (KTAS)-based triage and treatment planning in emergency departments. *Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning*, 2025, vol. 5, no. 1, pp. 3261–3275. doi:10.54364/AAIML.2025.51187
11. Gomez-Cabello C. A., Borna S., Pressman S. M., Haider S. A., Forte A. J. Large language models for intraoperative decision support in plastic surgery: A comparison between ChatGPT-4 and Gemini. *Medicina*, 2024, vol. 60, no. 6, Article 957. doi:10.3390/medicina60060957
12. Benary M., Wang X. D., Schmidt M., Soll D., Hilfenhaus G., Nassir M., Sigler C., Knödler M., Keller U., Beule D., Keilholz U., Leser U., Rieke D. T. Leveraging large language models for decision support in personalized oncology. *JAMA Network Open*, 2023, vol. 6, no. 11, Article e2343689. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.43689
13. Durmus D., Giretti A., Ashkenazi O., Carbonari A., Isaac S. The role of large language models for decision support in fire safety planning. *Proceedings of the 41st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2024)*, 2024, pp. 339–346. doi:10.22260/ISARC2024/0045
14. Ghiani G., Solazzo G., Elia G. Integrating large language models and optimization in semi-structured decision making: Methodology and a case study. *Algorithms*, 2024, vol. 17, no. 12, Article 582. doi:10.3390/a17120582
15. Tupayachi J., Xu H., Omaitou O. A., Camur M. C., Sharmin A., Li X. Towards next-generation urban decision support systems through AI-powered construction of scientific ontology using large language models – A case in optimizing intermodal freight transportation. *Smart Cities*, 2024, vol. 7, no. 5, pp. 2392–2421. doi:10.3390/smartcities7050094
16. Fang S., Liu J., Ding M., Cui Y., Lv C., Hang P., Sun J. Towards interactive and learnable cooperative driving automation: A large language model-driven decision-making framework. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2025, vol. 74, no. 8, pp. 11894–11905. doi:10.1109/TVT.2025.3552922
17. Lawless C., Lawless C., Schoeffer J., Le L., Rowan K., Sen S., St. Hill C., Suh J., Sarrafzadeh B. “I want it that way”: Enabling interactive decision support using large language models and constraint programming. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, 2024, vol. 14, no. 3, pp. 1–33. doi:10.1145/3685053
18. Shiiku S., Takeuchi Y. Exploring the mutual adaptation of large language models and emergent decision-making in simulated small group interactions. *Proceedings of the 12th International Conference on Human-Agent Interaction*, ACM, 2024, pp. 270–277. doi:10.1145/3687272.3688317
19. Kalyuzhnaya A., Mityagin S., Lutsenko E., Getmanov A., Aksenkin Y., Fatkhiev K., Fedorin K., Nikitin N. O., Chichkova N., Vorona V., Boukhanovsky A. LLM agents for smart city management: Enhancing decision support through multi-agent AI systems. *Smart Cities*, 2025, vol. 8, no. 1, Article 19. doi:10.3390/smartcities8010019
20. Pesch P. J. Potentials and challenges of Large Language Models (LLMs) in the context of administrative decision-making. *European Journal of Risk Regulation*, 2025, vol. 16, no. 1, pp. 76–95. doi:10.1017/err.2024.99
21. Prokhorets I., Shmatok V., Popov M. The use of large language models and machine learning as part of an intelligent proactive information security monitoring system. *IT Security*, 2026, vol. 33, no. 2, pp. 82–93 (In Russian). doi:10.26583/bit.2026.2.09, EDN: QWWSON
22. Izosimova K., Popov V., Solovieva A., Krasnova V., Chernysheva T. Development of intelligent DSS for generating recommendations on adaptation to climate risks. *Materialy Vserossiyskoy konferencii molodykh uchenykh “Matematicheskoe i informacionnoe modelirovanie”* [Proc. of the All-Russian Conf. of Young Scientists “Mathematical and information modeling”]. Tyumen’, Tyumenskij gosudarstvennyj universitet Press Publ., 2025, pp. 82–85 (In Russian).
23. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 1993, vol. 5, no. 2, pp. 199–220. doi:10.1006/knac.1993.1008
24. Manning C. D. Human language understanding & reasoning. *Daedalus*, 2022, vol. 151, no. 2, pp. 127–138. doi:10.1162/daed_a_01905
25. *openEHR Architecture Overview*. The openEHR Foundation. Available at: https://specifications.openehr.org/releases/BASE/latest/architecture_overview.html#_architecture_overview (accessed 13 May 2026).
26. Cheng Y., Zhang C., Zhang Z., Meng X., Hong S., Li W., Wang Z., Wang Z., Yin F., Zhao J., He X. *Exploring Large Language Model Based Intelligent Agents: Definitions, Methods, and Prospects*. 2024. Available at: <http://arxiv.org/abs/2401.03428> (accessed 13 May 2026).
27. Briol P. *BPMN, the Business Process Modeling Notation*. 1st ed. Lulu.com, 2008. 124 p.
28. Neuhaus F. Ontologies in the era of large language models – a perspective. *Applied Ontology*, 2023, vol. 18, no. 4, pp. 399–407. doi:10.3233/AO-230072
29. Chen K., Yang Y., Chen B., Hernández López J. A., Mussbacher G., Varró D. Automated domain modeling with large language models: A comparative study. *Proceedings of the 26th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)*, IEEE, 2023, pp. 162–172. doi:10.1109/MODELS58315.2023.00037
30. Saeedizade M. J., Blomqvist E. Navigating ontology development with large language models. *Proceedings of the 21st European Semantic Web Conference ESWC 2024*. A. Meroño Peñuela, A. Dimou, R. Troncy, O. Hartig, M. Acosta, M. Alam, H. Paulheim, P. Lisena (Eds), Cham, Springer, 2024, vol. 14664, pp. 143–161. doi:10.1007/978-3-031-60626-7_8
31. Fernández-López M., Gómez-Pérez A., Juristo N., Fernández M., Gomes-Pérez A., Juristo N. METHONTOLOGY: From ontological art towards ontological engineering. *AAAI Proceedings of the Symposium on Ontological Engineering*, AAAI, 1997, pp. 33–40.
32. Sure Y., Staab S., Studer R. *On-To-Knowledge Methodology (OTKM)*. In: *Handbook on Ontologies*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2004, pp. 117–132. doi:10.1007/978-3-540-24750-0_6
33. Abdelghany A., Darwish N., Hefni H. An agile methodology for ontology development. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 2019, vol. 12, no. 2, pp. 170–181. doi:10.22266/ijies2019.0430.17