

УДК 004.8**DOI: 10.34670/AR.2026.50.50.083****Перспективное расширение функциональности контроллинга в
связи с развитием искусственного интеллекта****Сухобоков Артем Андреевич**

Главный консультант,
SAP America, Inc.,
19073, США, Ньютаун-Сквер, ул. Вест Честер Пайк, 3999;
e-mail: artem.sukhobokov@gmail.com

Стельмах Яна Сергеевна

Ассистент,
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет),
105005, Российская Федерация, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1;
e-mail: stelmakyna99@gmail.com

Нестерова Екатерина Вадимовна

Студент,
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет),
105005, Российская Федерация, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1;
e-mail: katnestva2006@gmail.com

Аннотация

Одной из современных проблем развития предприятий является переход к массовому применению интеллектуальных агентов в информационных и управляющих системах, которые стремительно совершенствуются, усложняются и начинают принимать решения в областях, традиционно считавшихся исключительной прерогативой человека (стратегическое планирование, творческие задачи, межличностная коммуникация). В статье предлагается применить технологии контроллинга (управленческий учёт, мониторинг, планирование и координацию) для управления и координации деятельностью внутренних компонентов следующих поколений этих перспективных высокоинтеллектуальных агентов, в частности в их сознании (сбор и обработка информации, логический вывод, принятие решений на основе правил и данных), подсознании (интуитивные решения, распознавание образов, ассоциативные связи, быстрые эвристики) и модуле эмоций (учёт эмоциональной окраски решений, имитация эмпатии, оценка рисков на основе эмоциональных факторов), что позволит повысить надёжность, предсказуемость и контролируемость поведения агентов. Характер проблем, решаемых этими модулями (неполнота и неопределённость данных, многокритериальность, субъективность оценок, необходимость работы с качественными

категориями), и необходимость использовать объяснимый искусственный интеллект (XAI) для обеспечения доверия пользователей и соответствия регуляторным требованиям приводит к практическому решению – эти модули должны быть реализованы на основе fuzzy computing (нечёткой логики и нечёткого вывода), которая позволяет оперировать лингвистическими переменными и неопределёнными данными. Для каждого модуля описаны задачи, которые он должен решать, и основные показатели, которые должны контролироваться методами контроллинга: процент правильности принимаемых решений (точность и обоснованность выводов), время их выработки (оперативность), полезность извлекаемых ассоциаций (ценность для решения новых задач) и история эмоциональных состояний агента (стабильность и адекватность эмоциональных реакций), что позволяет отслеживать динамику поведения агента и своевременно корректировать его настройки. Рассмотрены управляющие параметры, с помощью которых можно изменять значения этих показателей (пороги чувствительности, веса правил, параметры функций принадлежности, коэффициенты эмоционального влияния), а также программная реализация предлагаемого контроллинга на основе алгоритма нечёткого вывода Такаги-Сугэно-Канга, который позволяет использовать как экспертные знания, так и обучаться на данных. Использование нечёткого вывода для принятия решений в рассматриваемых модулях делает логичным использование таких же технологий в компонентах контроллинга, используемых для управления работой этих модулей, что обеспечивает единообразие подходов и упрощает интеграцию.

Для цитирования в научных исследованиях

Сухобоков А.А., Стельмах Я.С., Нестерова Е.В. Перспективное расширение функциональности контроллинга в связи с развитием искусственного интеллекта // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 6А. С. 908-920. DOI: 10.34670/AR.2026.50.50.083

Ключевые слова

Контроллинг, искусственный интеллект, интеллектуальные агенты, нечёткий логический вывод, машинное сознание, машинное подсознание, эмоциональная система управления, fuzzy computing.

Введение

Современная экономическая наука и практика управления демонстрируют устойчивый интерес к концепции контроллинга, которая за последние десятилетия эволюционировала от узкой учетной функции до сложной междисциплинарной системы. Обобщая многообразие взглядов на суть этого феномена, профессор С. Г. Фалько выделил три ключевых аспекта контроллинга: философский (как образ мышления руководителей, нацеленный на долгосрочное развитие), функциональный (как система информационно-аналитической поддержки управленческих решений) и организационный. Такая широкая трактовка позволила включить в орбиту контроллинга множество направлений, выходящих за рамки классических экономических дисциплин.

Сегодня теоретический ландшафт контроллинга охватывает обширный спектр областей: от оперативного управления затратами, результатами, рисками и запасами до стратегических

аспектов, включающих контроллинг бизнес-моделей, инвестиций, методов управления и знаний. Однако сопоставление этого богатого теоретического конструкта с возможностями даже наиболее развитых прикладных корпоративных платформ обнаруживает существенный разрыв. Многие перспективные направления контроллинга (например, управление знаниями или динамическая смена бизнес-моделей) пока не находят адекватной реализации в реальных системах управления в силу отсутствия необходимых универсальных технологических платформ.

Парадоксальным образом именно стремительное развитие цифровых технологий, в частности – массовый переход к использованию интеллектуальных агентов в экономике, открывает новые горизонты для преодоления этого разрыва. В то время как фрилансеры и крупные корпорации уже начинают внедрять первых цифровых помощников, наука продвигается к созданию систем, функционально приближающихся к общему искусственному интеллекту (AGI).

В данной статье мы предлагаем рассмотреть потенциал контроллинга в контексте референсной архитектуры интеллектуального агента, приближающегося по своим возможностям к AGI. Опираясь на модель, включающую модули сознания, подсознания, эмоционального управления и целеполагания, мы ставим целью исследовать, каким образом философские и функциональные принципы контроллинга могут быть инкорпорированы в структуру таких агентов. Особое внимание в работе уделено модулям сознания, подсознания и эмоций как базовым элементам для реализации управленческих функций, что позволит наметить контуры новой парадигмы – «контроллинга в интеллектуальных средах» и предложить пути преодоления существующего разрыва между теорией и практикой управления.

В целом в составе контроллинга сейчас можно выделить:

1. Оперативный контроллинг: контроллинг затрат, затрат на продукт, результатов, прибыли, рисков, закупок, сбыта, запасов, цепочек поставок, основных средств, качества, маркетинга, проектов, бизнес-процессов.

2. Контроллинг, ориентированный на длительную перспективу развития: стратегический контроллинг, инвестиций, бизнес-моделей, методов управления, знаний.

Сопоставление приведенного списка с возможностями одной из самых развитых прикладных платформ для разработки и внедрения корпоративных систем [Salmon, Walz, 2021] показывает, что не все направления контроллинга, представленные в теории, присутствуют в реальных системах управления. Имеющийся разрыв обусловлен разными причинами. Для контроллинга знаний необходима универсальная платформа, позволяющая оперировать с разными видами знаний, например такая, как предложена в [Sukhobokov et al., 2024]. Для контроллинга бизнес-моделей и методов управления необходимы более развитые приложения, позволяющие без существенных затрат переключаться на другие бизнес-модели или методы управления. Таких тоже пока не существует. Эти разрывы между теорией и существующими приложениями, безусловно, будут преодолены, но для этого может потребоваться много лет.

Развитые интеллектуальные агенты. В настоящее время в экономике происходит переход к массовому использованию интеллектуальных агентов. Фрилансеры и малый бизнес начинают использовать OpenClaw [OpenClaw, 2026], для более крупных компаний вендоры предлагают свои системы интеллектуальных клиентов [SAP SE, 2026; Oracle, 2026]. Все эти агенты пока ещё относительно слабы, им ещё далеко до уровня общего искусственного интеллекта (AGI), чтобы подобно человеку уметь качественно решать разнообразные задачи, но развитие технологий

идёт в этом направлении [Sukhobokov, Lavrinova, 2021].

Далее в статье мы будем опираться на предложенную в [Sukhobokov et al., 2024] референсную архитектуру интеллектуальных агентов, приближающихся по своим возможностям к AGI. Эта архитектура представлена на рисунке 1 и включает следующие модули: машинное сознание, машинное подсознание, модуль целеполагания, модуль эмоционального управления, модуль социального взаимодействия, модуль рефлексии, модуль этики, модуль мировоззрения, модуль обучения, модуль мониторинга, модули постановки и решения задач, модуль самоорганизации и мета-обучения.

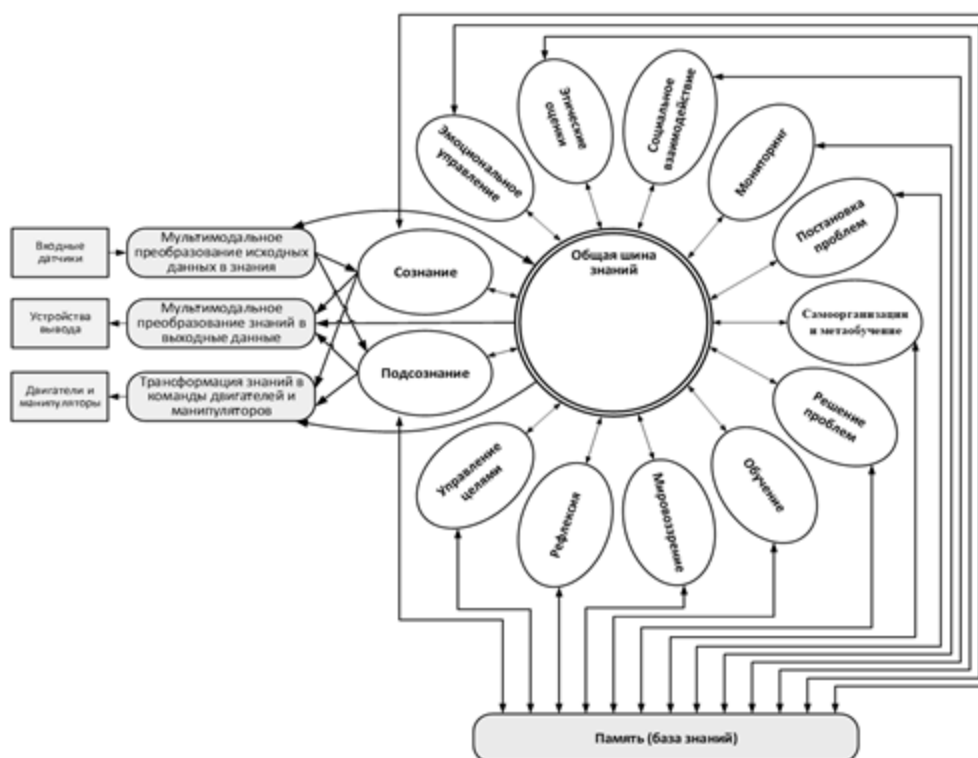


Рисунок 1 - Общая архитектура интеллектуального агента, функционально приближающегося к AGI

Всеобъемлющей системы, соответствующей этой архитектуре, пока не существует (ни у нас, ни, вероятно, где-либо еще), но существуют разработки прототипов отдельных модулей [Sukhobokov, Stelmakh, Rumak, 2025; Ольховенко, 2025; Popov et al., 2022]. Для более детальной проработки идеи использования контроллинга в интеллектуальных агентах выбраны модули сознания, подсознания и эмоций. Обзор других работ по реализации машинного сознания и подсознания представлен в [Sukhobokov et al., 2024], а обзор работ по реализации машинных эмоций представлен в [Sukhobokov, Stelmakh, Rumak, 2025].

Материалы и методы исследования

Поскольку предлагаются новые направления контроллинга, мы не можем отказаться от классической методологии контроллинга [Фалько, 2008], которую можно представить

следующим образом:

1. определение целей деятельности;
2. отражение этих целей в системе показателей;
3. планирование деятельности и определение плановых (целевых) значений показателей;
4. деятельность по исполнению планов;
5. контроль (измерение) фактических значений показателей в процессе деятельности;
6. анализ и выявление причин отклонений фактических значений показателей от плановых;
7. принятие на этой основе управленческих решений по минимизации отклонений.

После первого выполнения этой последовательности действия циклически повторяются, начиная с шага 3. Если после некоторого числа итераций $i > 1$ отклонения остаются неприемлемыми, процесс возвращается к первому шагу.

Вторым важным аспектом методологии является используемый инструментарий. Функционирование когнитивных систем человека, аналогичных рассматриваемым модулям ИИ, характеризуются нечёткостью. Эту нечёткость приносят биологические нейросети. Скорее всего, нечёткость является неотъемлемой характеристикой сложных когнитивных процессов. Все рассматриваемые модули ИИ, вероятно, тоже могут быть реализованы с помощью искусственных нейросетей, но тогда принимаемые ими решения будет невозможно объяснить. Для интеллектуальных систем, используемых в промышленности, в бизнесе, в социальных сферах это будет сильно сдерживать их применение. Поэтому желательно использовать другой подход – создавать все необходимые модули ИИ с использованием нечёткой логики.

Результаты и обсуждение

В своей основополагающей книге «В театре сознания» [Baars, 1997] Бернард Баарс описывает сознание через театральную аналогию, как деятельность небольшого числа осознаваемых процессов – актеров, выступающих на сцене под светом прожекторов. А их игру наблюдает огромная аудитория бессознательно выполняемых процессов, сидящих в темноте зрительного зала. Сознательные процессы используют механизм внимания и могут детально анализировать складывающуюся ситуацию, обстоятельства, возможные последствия принимаемых решений. Они выполняются медленно и обрабатывают мало информации [Kahneman, 2011] в отличие от быстро выполняемых подсознательных процессов, обрабатывающих большие объемы поступающей информации.

Процессы конкурируют между собой, на сцену под «прожектора» внимания попадают самые важные и критичные с точки зрения результатов процессы. Каждый процесс сознания работает в собственном многомерном пространстве, включающем время и объекты, с которыми он оперирует. Эти пространства разных процессов могут в значительной мере пересекаться между собой. Все вместе они образуют внешнюю среду, в которой оперирует интеллектуальный агент, как он её себе представляет. Каждый процесс сознания непрерывно в цикле анализирует изменения, происходящие в его пространстве, и с помощью нечёткой логики выбирает следующее наиболее целесообразное действие. Один из вариантов механизма выбора – алгоритм Такаги-Сугэно-Канга (TSK) [Takagi, Sugeno, 1985; Sugeno, Kang, 1988]. Наиболее широко используемые правила первого порядка Такаги-Сугэно-Канга с соответствующими линейными функциями имеют следующий вид:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_{1i} \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_{ni} \text{ THEN } y = f_i(c_{i1}x_1 + \dots + c_{in}x_n),$$

где: $(x_1, \dots, x_n)$ – входящие нечёткие переменные; $A_{1i}, \dots, A_{ni}$ – значения соответствующих нечётких переменных; y – результирующая нечёткая переменная; f_i – функция, имеющая одинаковую структуру для всех n правил и отличающаяся только параметрами c_{ij} .

Если ситуация складывается так, что какие-либо действия выполнять нецелесообразно, процесс может вызвать модуль мониторинга и ожидать, пока сложатся нужные условия.

Внешняя среда, с которой оперируют процессы подсознания, будет шире внешней среды процессов сознания (так обстоит дело у людей, и это объяснимо). Процессы подсознания реагируют на происходящие во внешней среде изменения и на автоматизме выполняют ранее выученные действия в ответ на эти изменения. Кроме того, процессы подсознания накапливают большую базу встречающихся в процессе функционирования ситуаций, текстов, изображений, фильмов, алгоритмов и других видов неформализованных и формализованных знаний [Jung, 1964]. В задачи процессов подсознания входит ассоциативное извлечение наиболее подходящих знаний из этой базы и передача их в другие модули интеллектуальной системы. Выбор ассоциаций производится методами нечёткой логики.

Показателями, которые можно использовать для контроллинга сознания, будут процент правильности принимаемых решений и время, затрачиваемое на выработку решений. Процент правильности можно оценивать постфактум, обращаясь к модулю рефлексии, время можно фиксировать непосредственно. Управляющими параметрами, с помощью которых можно управлять работой сознания и изменять значения показателей, будут количество одновременно выполняемых процессов сознательного принятия решений и глубина проработки каждого решения. Так же, как и сам модуль сознания, контроллинг сознания тоже должен быть нечётким и объяснимым. Поэтому его целесообразно реализовывать тем же инструментарием – с помощью нечёткого логического вывода. В критических ситуациях при необходимости быстрого принятия особо важных решений число параллельных процессов можно сильно сокращать (вплоть до 1). Увеличение глубины проработки проблем может достигаться не только за счёт анализа большего числа событий и объектов, но и за счёт подключения в процесс модулей постановки и решения задач. При наличии резерва времени улучшить качество принимаемых решений можно за счёт прохождения обучения.

Показатели для контроллинга подсознания, будут похожи: процент правильности принимаемых решений, время, затрачиваемое на выработку решений, процент полезности ассоциаций, извлекаемых из базы знаний и время поиска ассоциаций. Полезность ассоциаций также может определяться постфактум с привлечением модуля рефлексии. В случае подсознания сложнее управлять числом событий во внешней среде, на которые надо реагировать, но, с другой стороны, подсознание – это быстрое мышление, обработка событий происходит быстро. В крайнем случае можно временно отключить реакции на некоторые классы событий. Улучшение качества принимаемых решений возможно за счёт обучения, но обучение требуется более продолжительное по сравнению с сознанием, чтобы реакции стали рефлексорными. Улучшение качества извлекаемых ассоциаций возможно за счёт сознательного процесса активации и классификации отдельных элементов базы знаний.

Модуль эмоций serve as an adaptive mechanism that tunes all the agent's subsystems to current events. В нём используется текущее эмоциональное состояние агента, которое изменяется под действием внешних событий. Это эмоциональное состояние и влияет на все другие модули интеллектуального агента. Для представления эмоций традиционно используется Женевское колесо эмоций (GEW) [Université de Genève, www...; Scherer, Shuman, Fontaine, Soriano, 2013], представляющее собой набор из 20 векторов, каждый из которых отражает уровень одной из

эмоций. GEW актуальной версии представлено на рисунке 2.

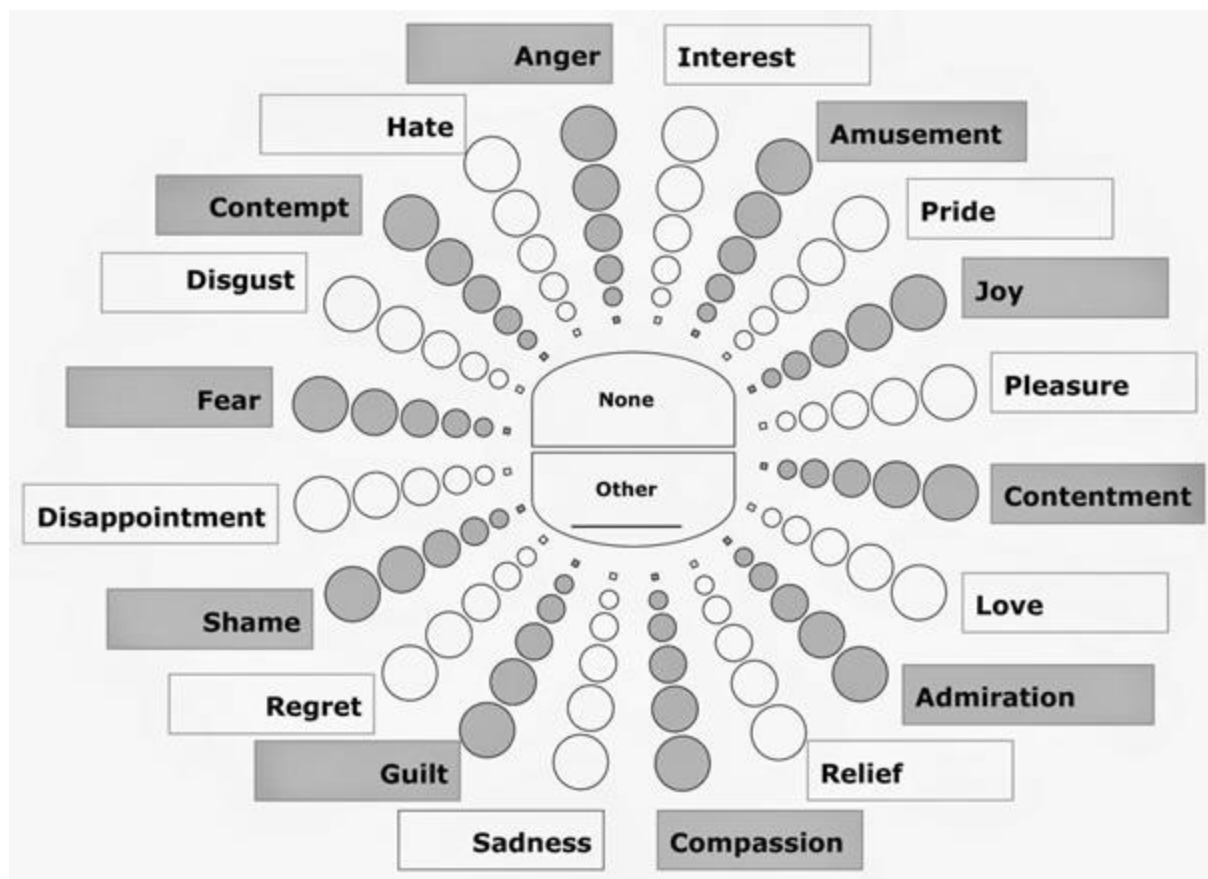


Рисунок 2 - GEW версии 3.0

При наступлении каждого очередного события эмоциональное состояние интеллектуального агента изменяется под влиянием эмоциональных характеристик этого события. Эмоциональные характеристики событий также представлены значениями набора векторов GEW. Начальные значения характеристик загружаются из базы знаний подсознания, в которой многим хранимым элементам знаний присвоены эмоциональные характеристики. В работе [Sukhobokov, Stelmakh, Rumak, 2025] показано, как с помощью алгоритма нечёткого вывода TSK из текущего эмоционального состояния агента и эмоциональной характеристики события формируется новое эмоциональное состояние агента.

Показателями для контроллинга модуля эмоций будет история значений эмоциональных состояний в привязке к вызвавшим их событиям и история интегрированных значений сумм позитивных и негативных эмоций. Задачей контроллинга эмоций будет исключение длительных периодов с высокими значениями интегрированных сумм позитивных или негативных эмоций, а также исключение неадекватных эмоциональных реакций на отдельные события. Для оценки адекватности будет подключаться модуль рефлексии. Корректировка эмоциональных реакций будет производиться методом переоценки [Ochsner, Gross, 2005] и включать в себя вызов процесса в сознании для переосмысления значения события и изменения эмоциональной реакции на него.

Из приведенных выше описаний механизмов контроллинга видно, что для их реализации необходимо взаимодействие с другими блоками интеллектуальной системы, которые пока не

реализованы. Поэтому на первом этапе было решено разрабатывать блок контроллинга эмоций, опираясь на модель эмоционального управления, реализованную в [Sukhobokov, Stelmakh, Rumak, 2025]. Модуль эмоций дополнен средствами ведения журнала изменения эмоциональных состояний с фиксацией событий, вызывающих такие изменения. Параллельно в другом журнале фиксируются интегрированных значений сумм позитивных и негативных эмоций. Вместо использования отсутствующих модулей сознания и рефлексии была разработана временная заменяющая их модель-заглушка, которая содержит пары предельных значений отдельных эмоций в привязке к конкретным типам событий, и значения предельных интегрированных значений сумм позитивных и негативных эмоций.

На момент разработки статьи эксперименты проводятся со следующим алгоритмом контроллинга, работающим синхронно с обработкой ситуаций агентом:

- Если в процессе движения по сценарной сети после трёх событий подряд фиксируется превышение одного из предельных интегрированных значений сумм эмоций, разработанная модель понижает его модуле эмоций до уровня на 10% ниже установленного максимального значения.
- Если в процессе обработки какого-то события одна из эмоций превосходит пороговое значение для данной пары (тип события, эмоция), значение этой эмоции в модуле эмоций уменьшается до уровня на 10% ниже установленного максимального.

Заключение

В данной статье предлагается использовать механизмы контроллинга для управления интеллектуальными агентами, приближающимися по своим возможностям к человеку. Для успешной работы таких агентов в составе корпоративных систем управления по аналогии с механизмами контроллинга трёх рассмотренных модулей в детальном проекте референсной архитектуры интеллектуального агента должны быть также разработаны и предусмотрены механизмы контроллинга для остальных модулей: модуля целеполагания, модуля социального взаимодействия, модуля рефлексии, модуля этики, модуля мировоззрения, модуля обучения, модуля мониторинга, модулей постановки и решения задач, модуля самоорганизации и мета-обучения. По мере того, как системы ИИ становятся всё более автономными и функционально развитыми, обеспечение их поведения в рамках этических норм, наделение их социальными навыками и реакциями, обеспечение высокого уровня взаимопонимания при взаимодействии с людьми приобретает критически важное значение. Это сложные задачи, требующие междисциплинарного подхода. Будущие исследования должны обеспечить возможность разработки таких агентов.

Библиография

1. Фалько С. Г. Контроллинг для руководителей и специалистов. М.: Финансы и статистика, 2008.
2. Preißler P. R., Stoffel K. Übungs- und Klausurenbuch Controlling: Controlling und Kosten- und Leistungsrechnung. München, Germany: Oldenbourg Verlag München, 2013.
3. Jordan J. Product Cost Controlling with SAP. 3rd edition. Bonn; Boston: Rheinwerk Publishing, 2016.
4. Salmon J., Walz S. Controlling with SAP S/4HANA: Business User Guide. Bonn; Boston: Rheinwerk Publishing, 2021.
5. Bedrinets M. D., Lisnichuk O. A., Ananieva Y. V. The formation of the risk controlling system in the enterprise // Revista Gênero e Interdisciplinaridade. 2020. Vol. 1. No. 01. P. 973–993. DOI 10.51249/gei.v1i01.78.
6. Czenskowsky T., Schünemann G., Zdrowomyslaw N. Grundzüge des Controlling: Lehrbuch der Controlling-Konzepte und -Instrumente. Gernsbach, Germany: Deutscher Betriebswirte-Verlag GmbH, 2010.
7. Axsäter, S. Inventory control. Boston, MA: Springer US, 2006. DOI 10.1007/978-3-319-15729-0.

8. Werner, H. Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. Wiesbaden, Germany: Gabler, 2010.
9. King, A. M. Internal control of fixed assets: a controller and auditor's guide. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2011.
10. Brauer D., Cesarone J. Total manufacturing assurance: controlling product quality, reliability, and safety. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2022. DOI 10.1201/9781003208051.
11. Hörner T. Advertising Impact and Controlling in Content Marketing: Recognize Impact Mechanisms, Optimize Controlling and Adapt Strategy. Wiesbaden, Germany: Springer, 2023. DOI 10.1007/978-3-658-40551-9.
12. Fiedler R. Controlling von Projekten: Mit konkreten Beispielen aus der Unternehmenspraxis - Alle Aspekte der Projektplanung, Projektsteuerung und Projektkontrolle. 6. Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg, 2014. DOI 10.1007/978-3-8348-2201-7.
13. Gadatsch A. Grundkurs Geschäftsprozess-Management: Analyse, Modellierung, Optimierung und Controlling von Prozessen. 10. Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg, 2025. DOI 10.1007/978-3-658-40298-3.
14. Bischof J. Die balanced scorecard als Instrument einer modernen Controlling-Konzeption: Beurteilung und Gestaltungsempfehlungen auf der Basis des Stakeholder-Ansatzes. Springer-Verlag, 2002. DOI 10.1007/978-3-322-81418-0.
15. Müller D. Investitionsrechnung und Investitionscontrolling. Berlin: Springer Gabler, 2019. DOI 10.1007/978-3-662-57609-0.
16. Скрягин Ю.В. Эволюционные тенденции развития искусственного интеллекта в управлении корпоративными ресурсами и принятии стратегических решений // Академический исследовательский журнал. 2025. Т. 3. № 8. С. 192-201.
17. Guggemos T. Controlling in digitalen Geschäftsmodellen // Controlling-Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung. 2021. Vol. 33. No. 2, P. 54-60. DOI 10.15358/0935-0381-2021-2-54.
18. Бойко В. П. Стратегии, модели проектирования и контроллинг инновационных бизнес-моделей // Контроллинг. 2021. № 2(80). С. 12–17.
19. Орлов А. Контроллинг организационно-экономических методов – новое научное направление в менеджменте. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2026.
20. Dashchenko H., Klymash N., Dukhnovska L., Vialots O., Blokhina, G. Controlling as an enterprise management tool in the digital economy // Scientific Bulletin of National Mining University. 2023. No 5. DOI 10.33271/nvngu/2023-5/ 134.
21. Seyr B.F., Hoffer T. Measuring, Visualizing, and Controlling Intangible Assets in Knowledge Management // Journal of the Knowledge Economy. 2021. Vol. 12. P. 1462–1476. DOI 10.1007/s13132-020-00676-8.
22. Broßmann M., Mödinger W. Praxisguide Wissensmanagement: Qualifizieren in Gegenwart und Zukunft. Planung, Umsetzung und Controlling in Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. DOI 10.1007/978-3-540-46225-5.
23. Фалько С. Г., Чугунов В. С. Контроллинг: представление и использование знаний в управлении организацией // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2017. № 3. С. 4–11.
24. Белякова Е. А. Контроллинг знаний – новое направление в теории и практике менеджмента // Статистика и экономика. 2009. № 4. С. 72–75.
25. Sukhobokov A., Belousov E., Gromozdov D., Zenger A., Popov I. A universal knowledge model and cognitive architectures for prototyping AGI // Cognitive Systems Research. 2024. Vol. 88, Article 101279. DOI 10.1016/j.cogsys.2024.101279.
26. OpenClaw: The AI that actually does things // OpenClaw, 2026. URL: <https://openclaw.ai/>
27. Joule Agents // SAP SE, 2026. URL: <https://www.sap.com/products/artificial-intelligence/ai-agents.html>
28. Oracle AI Agents for Fusion Applications // Oracle, 2026. URL: <https://www.oracle.com/applications/fusion-ai/ai-agents/>
29. Sukhobokov A. A., Lavrinova L. I. AGI Components for Enterprise Management Systems // Samsonovich A.V., Gudwin R.R., Simões A.d.S. (Eds.) Brain-Inspired Cognitive Architectures for Artificial Intelligence: BICA*AI 2020 BICA 2020 Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol 1310. P. 495–500. Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-65596-9_60.
30. Sukhobokov A. A., Stelmakh Y. S., Rumak, D. P. Simultaneous Use of Ethical and Emotional Models to Control an Intelligent Agent. 2025 12th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI), Rio de Janeiro, Brazil, 2025. P. 288-293. DOI 10.1109/ISCMI67495.2025.11358503.
31. Ольховенко К. А. (2025). Методы адаптивного переключения и поддержки множественного мировоззрения в системах искусственного интеллекта // ИИАСУ'24 – Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных. Сборник статей III Всероссийской научной конференции (Москва, 30 октября – 1 ноября 2024 г.): в 3 т. М.: «КДУ», 2025. Т. 2. С. 16–21. DOI 10.31453/kdu.ru.978-5-00247-132-4-2025-523.
32. Popov I. A., Erokhin I. A., Sukhobokov A. A., Gromozdov D. R., Belousov E. A. An Implementation of Different Minimal Consciousness's Variants for a Cyber-Physical System // Procedia Computer Science. 2022. Vol. 213. P. 370–376. DOI 10.1016/j.procs.2022.11.080.

33. Baars, B.J. In the Theater of Consciousness: The Workspace of the Mind. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1997.
34. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. New York, NY, USA: Farrar, Strauss and Giroux, 2011.
35. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1985. Vol. SMC-15. No. 1. P. 116–132. DOI 10.1109/TSMC.1985.6313399.
36. Sugeno M., Kang G.-T. (1988). Structure Identification of Fuzzy Model // Fuzzy Sets and Systems. 1988. Vol. 28. No. 1. P. 15–33. DOI 10.1016/0165-0114(88)90113-3.
37. Jung C. G. (1964). Approaching the unconscious // C. G. Jung, M.-L. von Franz, J. Freeman (Eds.), Man and his Symbols. P. 18–103. Doubleday & Company Inc, 1964.
38. The Geneva Emotion Wheel // Université de Genève: Swiss Center for Affective Sciences. URL: <https://www.unige.ch/cisa/gew/>.
39. Scherer K. R., Shuman V., Fontaine J. J. R., Soriano C. The GRID Meets the Wheel: Assessing Emotional Feeling via Self-Report // J. J. R. Fontaine, K. R. Scherer, C. Soriano (eds.) Components of Emotional Meaning: A Sourcebook. P. 281–298. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013. DOI 10.1093/acprof:oso/9780199592746.003.0019.
40. Ochsner K. N., Gross J. J. The cognitive control of emotion // Trends in cognitive sciences. 2005. Vol. 9. No. 5. P. 242–249. DOI 10.1016/j.tics.2005.03.010.

Prospective Expansion of Controlling Functionality in Connection with the Development of Artificial Intelligence

Artem A. Sukhobokov

Chief Consultant,
SAP America, Inc.,
19073, 3999, West Chester Pike, Newtown Square, USA;
e-mail: artem.sukhobokov@gmail.com

Yana S. Stel'makh

Assistant,
Bauman Moscow State Technical
University (National Research University),
105005, 5, bld. 1, 2nd Baumanskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: stelmak yana99@gmail.com

Ekaterina V. Nesterova

Student,
Bauman Moscow State Technical
University (National Research University),
105005, 5, bld. 1, 2nd Baumanskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: katnestva2006@gmail.com

Abstract

One of the modern problems of enterprise development is the transition to the mass application of intelligent agents in information and management systems, which are rapidly improving, becoming more complex, and beginning to make decisions in areas traditionally considered the

exclusive prerogative of humans (strategic planning, creative tasks, interpersonal communication). The article proposes applying controlling technologies (management accounting, monitoring, planning, and coordination) to manage and coordinate the activities of the internal components of the next generations of these promising highly intelligent agents, in particular in their consciousness (collection and processing of information, logical inference, decision-making based on rules and data), subconsciousness (intuitive decisions, pattern recognition, associative connections, fast heuristics), and emotion module (accounting for the emotional coloring of decisions, imitation of empathy, risk assessment based on emotional factors), which will improve the reliability, predictability, and controllability of agent behavior. The nature of the problems solved by these modules (incompleteness and uncertainty of data, multi-criteria nature, subjectivity of assessments, the need to work with qualitative categories), and the need to use explainable artificial intelligence (XAI) to ensure user trust and compliance with regulatory requirements lead to a practical solution – these modules must be implemented on the basis of fuzzy computing (fuzzy logic and fuzzy inference), which allows operating with linguistic variables and uncertain data. For each module, the tasks it should solve and the main indicators that should be monitored by controlling methods are described: the percentage of correctness of decisions made (accuracy and validity of conclusions), the time of their development (promptness), the usefulness of extracted associations (value for solving new tasks), and the history of the agent's emotional states (stability and adequacy of emotional reactions), which allows tracking the dynamics of the agent's behavior and timely adjusting its settings. The control parameters by which the values of these indicators can be changed are considered (sensitivity thresholds, rule weights, parameters of membership functions, coefficients of emotional influence), as well as the software implementation of the proposed controlling based on the Takagi-Sugeno-Kang fuzzy inference algorithm, which allows using both expert knowledge and learning from data. The use of fuzzy inference for decision-making in the modules under consideration makes it logical to use the same technologies in the controlling components used to manage the operation of these modules, which ensures uniformity of approaches and simplifies integration.

For citation

Sukhobokov A.A., Stel'makh Ya.S., Nesterova E.V. (2026) Perspektivnoe rasshirenie funktsional'nosti kontrollinga v svyazi s razvitiem iskusstvennogo intellekta [Prospective Expansion of Controlling Functionality in Connection with the Development of Artificial Intelligence]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (6A), pp. 908-920. DOI: 10.34670/AR.2026.50.50.083

Keywords

Controlling, artificial intelligence, intelligent agents, fuzzy inference, machine consciousness, machine subconsciousness, emotional management system, fuzzy computing.

References

1. Falko S. G. Controlling for managers and specialists. Moscow: Finansy i Statistika, 2008.
2. Preißler P. R., Stoffel K. Übungs-und Klausurenbuch Controlling: Controlling und Kosten-und Leistungsrechnung. München, Germany: Oldenbourg Verlag München, 2013.
3. Jordan J. Product Cost Controlling with SAP. 3rd edition. Bonn; Boston: Rheinwerk Publishing, 2016.
4. Salmon J., Walz S. Controlling with SAP S/4HANA: Business User Guide. Bonn; Boston: Rheinwerk Publishing, 2021.
5. Bedrinets M. D., Lisnichuk O. A., Ananieva Y. V. The formation of the risk controlling system in the enterprise // Revista

- Gênero e Interdisciplinaridade. 2020. Vol. 1. No. 01. Pp. 973–993. DOI 10.51249/gei.v1i01.78.
6. Czenskowsky T., Schünemann G., Zdrowomyslaw N. Grundzüge des Controlling: Lehrbuch der Controlling-Konzepte und -Instrumente. Gernsbach, Germany: Deutscher Betriebswirte-Verlag GmbH, 2010.
 7. Axsäter, S. Inventory control. Boston, MA: Springer US, 2006. DOI 10.1007/978-3-319-15729-0.
 8. Werner, H. Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. Wiesbaden, Germany: Gabler, 2010.
 9. King, A. M. Internal control of fixed assets: a controller and auditor's guide. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2011.
 10. Brauer D., Cesarone J. Total manufacturing assurance: controlling product quality, reliability, and safety. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2022. DOI 10.1201/9781003208051.
 11. Hörner T. Advertising Impact and Controlling in Content Marketing: Recognize Impact Mechanisms, Optimize Controlling and Adapt Strategy. Wiesbaden, Germany: Springer, 2023. DOI 10.1007/978-3-658-40551-9.
 12. Fiedler R. Controlling von Projekten: Mit konkreten Beispielen aus der Unternehmenspraxis - Alle Aspekte der Projektplanung, Projektsteuerung und Projektkontrolle. 6. Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg, 2014. DOI 10.1007/978-3-8348-2201-7.
 13. Gadatsch A. Grundkurs Geschäftsprozess-Management: Analyse, Modellierung, Optimierung und Controlling von Prozessen. 10. Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg, 2025. DOI 10.1007/978-3-658-40298-3.
 14. Bischof J. Die balanced scorecard als Instrument einer modernen Controlling-Konzeption: Beurteilung und Gestaltungsempfehlungen auf der Basis des Stakeholder-Ansatzes. Springer-Verlag, 2002. DOI 10.1007/978-3-322-81418-0.
 15. Müller D. Investitionsrechnung und Investitionscontrolling. Berlin: Springer Gabler, 2019. DOI 10.1007/978-3-662-57609-0.
 16. Скрягин Ю.В. Эволюционные тенденции развития искусственного интеллекта в управлении корпоративными ресурсами и принятии стратегических решений // Академический исследовательский журнал. 2025. Т. 3. № 8. С. 192-201.
 17. Guggemos T. Controlling in digitalen Geschäftsmodellen // Controlling-Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, 2021. Vol. 33. No. 2, Pp. 54-60. DOI 10.15358/0935-0381-2021-2-54.
 18. Boyko V. P. Strategies, design models and controlling of innovative business models // Controlling. 2021. No. 2(80). Pp. 12–17.
 19. Orlov A. Controlling of organizational and economic methods – a new scientific direction in management. Moscow: Dashkov i K Co., 2026.
 20. Dashchenko H., Klymash N., Dukhnovska L., Vialets O., Blokhina, G. Controlling as an enterprise management tool in the digital economy // Scientific Bulletin of National Mining University. 2023. No 5. DOI 10.33271/nvngu/2023-5/134.
 21. Seyr B.F., Hoffer T. Measuring, Visualizing, and Controlling Intangible Assets in Knowledge Management // Journal of the Knowledge Economy. 2021. Vol. 12. Pp. 1462–1476. DOI 10.1007/s13132-020-00676-8.
 22. Broßmann M., Mödinger W. Praxisguide Wissensmanagement: Qualifizieren in Gegenwart und Zukunft. Planung, Umsetzung und Controlling in Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. DOI 10.1007/978-3-540-46225-5.
 23. Falko S. G., Chugunov V. S. Controlling: representation and use of knowledge in organizational management // Bulletin of the South Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences. 2017. No. 3. Pp. 4–11.
 24. Belyakova E. A. Knowledge controlling – a new direction in the theory and practice of management // Statistics and Economics. 2009. No. 4. Pp. 72–75.
 25. Sukhobokov A., Belousov E., Gromozdov D., Zenger A., Popov I. A universal knowledge model and cognitive architectures for prototyping AGI // Cognitive Systems Research. 2024. Vol. 88, Article 101279. DOI 10.1016/j.cogsys.2024.101279.
 26. OpenClaw: The AI that actually does things // OpenClaw, 2026. URL: <https://openclaw.ai/>
 27. Joule Agents // SAP SE, 2026. URL: <https://www.sap.com/products/artificial-intelligence/ai-agents.html>
 28. Oracle AI Agents for Fusion Applications // Oracle, 2026. URL: <https://www.oracle.com/applications/fusion-ai/ai-agents/>
 29. Sukhobokov A. A., Lavrinova L. I. AGI Components for Enterprise Management Systems // Samsonovich A.V., Gudwin R.R., Simões A.d.S. (Eds.) Brain-Inspired Cognitive Architectures for Artificial Intelligence: BICA*AI 2020 BICA 2020 Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol 1310. Pp. 495–500. Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-65596-9_60.
 30. Sukhobokov A. A., Stelmakh Y. S., Rumak, D. P. Simultaneous Use of Ethical and Emotional Models to Control an Intelligent Agent. 2025 12th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI), Rio de Janeiro, Brazil, 2025. Pp. 288-293. DOI 10.1109/ISCMI67495.2025.11358503.
 31. Olkhovenko K. A. Methods of adaptive switching and support of multiple worldviews in artificial intelligence systems // Artificial Intelligence in Management, Control and Data Processing Systems (IIASU'24): Proceedings of the III All-Russian Scientific Conference (Moscow, October 30 – November 1, 2024): in 3 vols. Moscow: KDU, 2025. Vol. 2. Pp. 16–21. DOI 10.31453/kdu.ru.978-5-00247-132-4-2025-523.

-
32. Popov I. A., Erokhin I. A., Sukhobokov A. A., Gromozdov D. R., Belousov E. A. An Implementation of Different Minimal Consciousness's Variants for a Cyber-Physical System // *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 213. Pp. 370–376. DOI 10.1016/j.procs.2022.11.080.
 33. Baars, B.J. *In the Theater of Consciousness: The Workspace of the Mind*. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1997.
 34. Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow*. New York, NY, USA: Farrar, Strauss and Giroux, 2011.
 35. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1985. Vol. SMC-15. No. 1. Pp. 116–132. DOI 10.1109/TSMC.1985.6313399.
 36. Sugeno M., Kang G.-T. (1988). Structure Identification of Fuzzy Model // *Fuzzy Sets and Systems*. 1988. Vol. 28. No. 1. Pp. 15–33. DOI 10.1016/0165-0114(88)90113-3.
 37. Jung C. G. (1964). Approaching the unconscious // C. G. Jung, M.-L. von Franz, J. Freeman (Eds.), *Man and his Symbols*. Pp. 18–103. Doubleday & Company Inc, 1964.
 38. The Geneva Emotion Wheel // Université de Genève: Swiss Center for Affective Sciences. URL: <https://www.unige.ch/cisa/gew/>.
 39. Scherer K. R., Shuman V., Fontaine J. J. R., Soriano C. The GRID Meets the Wheel: Assessing Emotional Feeling via Self-Report // J. J. R. Fontaine, K. R. Scherer, C. Soriano (eds.) *Components of Emotional Meaning: A Sourcebook*. Pp. 281–298. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013. DOI 10.1093/acprof:oso/9780199592746.003.0019.
 40. Ochsner K. N., Gross J. J. The cognitive control of emotion // *Trends in cognitive sciences*. 2005. Vol. 9. No. 5. Pp. 242–249. DOI 10.1016/j.tics.2005.03.010.