

УДК: 004.89

**Худайберидева Г. Б., магистр, ассистент кафедры
«Информатика и информационные технологии»**

Московский Политехнический Университет,

Россия, г. Москва

**Кожухов Д. А., магистр, ассистент кафедры
«Информатика и информационные технологии»**

Московский Политехнический Университет,

Россия, г. Москва

**Пименкова А. А., студент-бакалавр кафедры
«Информатика и информационные технологии»**

Московский Политехнический Университет,

Россия, г. Москва

**ЭМОЦИОНАЛЬНО-АДАПТИВНЫЕ ИИ-АССИСТЕНТЫ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИТ-КОМАНДАМИ:
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ**

Аннотация: Статья исследует концепцию эмоционально-адаптивных искусственных интеллектуальных ассистентов (ЭАИА) для управления распределенными ИТ-командами. Инновационность подхода заключается в интеграции нейронных сетей, способных распознавать и интерпретировать эмоциональные состояния разработчиков посредством анализа коммуникационных каналов, биометрических данных и паттернов рабочей активности, с последующей динамической адаптацией рабочих процессов (workflow) в режиме реального времени. В отличие от существующих ИИ-агентов, оптимизирующих операционные издержки, фокус данной концепции смещен на психофизиологические аспекты производительности труда, что приобретает критическую важность в условиях гибридных и географически распределенных команд. Настоящая работа обосновывает актуальность разработки ЭАИА, анализирует необходимые технологические

компоненты (аффективные вычисления, анализ коммуникаций, адаптивные системы управления), предлагает методологию их интеграции и обсуждает ключевые вызовы внедрения. Установлено, что синтез достижений в области аффективного вычисления и IT-менеджмента, находящийся в начальной стадии развития, является необходимым условием реализации концепции ЭИИА.

***Ключевые слова:** эмоционально-адаптивный искусственный интеллект, распределенные IT-команды, аффективные вычисления, нейронные сети, адаптивное управление, психофизиологические факторы производительности, анализ коммуникаций, гибридная работа, биометрические данные, рабочие процессы (workflow).*

Khudaiberideva G. B.

**master and department assistant at the department of
"Computer Science and Information Technology"
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia**

Kozhukhov D. A.

**master and department assistant at the department of
"Computer Science and Information Technology"
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia**

Pimenkova A. A.

**bachelor's student at the department of
"Computer Science and Information Technology"
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia**

EMOTIONALLY ADAPTIVE AI ASSISTANTS FOR MANAGING DISTRIBUTED IT TEAMS: CONCEPTUAL FOUNDATIONS AND INTEGRATION METHODOLOGY

***Annotation:** The article explores the concept of emotionally adaptive artificial intelligent assistants (EAIS) for managing distributed IT teams. The innovation of the approach lies in the integration of neural networks capable of recognizing and interpreting the emotional states of developers through the analysis of communication channels, biometric data and patterns of work activity, followed by dynamic adaptation of work processes (workflow) in real time. Unlike existing AI agents that optimize operational costs, the focus of this concept is shifted to the psychophysiological aspects of labor productivity, which becomes critically important in the context of hybrid and geographically distributed teams. This paper substantiates the relevance of developing EAIA, analyzes the necessary technological components (affective computing, communication analysis, adaptive management systems), suggests a methodology for their integration, and discusses key implementation challenges. It has been established that the synthesis of achievements in the field of affective computing and IT management, which is in the initial stage of development, is a necessary condition for the implementation of the EAIA concept.*

***Keywords:** emotionally adaptive artificial intelligence, distributed IT teams, affective computing, neural networks, adaptive management, psychophysiological performance factors, communication analysis, hybrid work, biometric data, workflows (workflow).*

Введение

Современная разработка программного обеспечения характеризуется преобладанием гибридных и полностью распределенных моделей организации команд [1]. Данная тенденция, обусловленная глобализацией рынка труда и развитием коммуникационных технологий, порождает комплекс вызовов, связанных с координацией деятельности, поддержанием эффективной коммуникации, управлением знаниями и, что особенно значимо, мониторингом и поддержкой психоэмоционального состояния членов команды [2]. Физическая дистанция затрудняет непосредственное восприятие невербальных сигналов, косвенно указывающих на уровень стресса, вовлеченности или потенциального

выгорания разработчиков [3]. Традиционные подходы к управлению, основанные на метриках производительности и ретроспективном анализе, часто оказываются недостаточными для оперативного реагирования на динамически изменяющиеся психологические факторы, влияющие на индивидуальную и коллективную продуктивность [4].

Параллельно наблюдается активное внедрение инструментов искусственного интеллекта в процессы управления проектами и командной работой [5]. Существующие ИИ-ассистенты преимущественно ориентированы на автоматизацию рутинных задач, оптимизацию расписаний, анализ прогресса выполнения работ и выявление узких мест в процессах на основе исторических данных [6]. Их основная ценность заключается в снижении операционных издержек и повышении предсказуемости рабочих процессов. Однако, психоэмоциональные аспекты командной динамики, являющиеся критическим фактором долгосрочной устойчивости и креативности распределенных IT-команд, остаются за пределами функциональных возможностей таких систем [7]. Возникает объективная потребность в новой категории ИИ-инструментов, способных воспринимать и учитывать человеческий фактор в его эмоциональном проявлении для адаптивного управления.

Концепция эмоционально-адаптивных ИИ-ассистентов (ЭАИА)

Концепция эмоционально-адаптивного искусственного интеллектуального ассистента (ЭАИА) представляет собой системную интеграцию технологий аффективных вычислений и адаптивного управления проектами для поддержки распределенных IT-команд. Ядро концепции заключается в способности ассистента в режиме реального времени распознавать, интерпретировать и адекватно реагировать на изменения эмоционального состояния разработчиков, влияющие на их работоспособность и взаимодействие в команде [8]. Инновационность ЭАИА состоит не в замене человеческого менеджера, а в предоставлении

ему инструментов для принятия более обоснованных решений на основе объективного анализа психофизиологических сигналов и их влияния на рабочие процессы [9].

Функциональная цель ЭАИА заключается в динамической оптимизации workflow команды с учетом выявленных психоэмоциональных паттернов. Это может включать адаптацию нагрузки (интенсивности задач, сроков), реструктуризацию коммуникационных потоков (например, предложение временного перехода к асинхронной коммуникации при высоком уровне стресса), инициирование поддерживающих мероприятий (короткие перерывы, рекомендации релаксации) или перераспределение задач между членами команды для предотвращения перегрузки отдельных индивидов [10]. Ключевым отличием от существующих систем управления задачами является проактивный и превентивный характер вмешательств, основанный на анализе текущего состояния, а не на ретроспективных отчетах о производительности [11].

Технологические основы реализации ЭАИА

Реализация концепции ЭАИА требует синтеза нескольких технологических направлений.

- Модуль аффективного анализа: Данный модуль отвечает за распознавание эмоциональных состояний членов команды.

Источники данных включают:

- Анализ текстовой коммуникации: Обработка сообщений в чатах (Slack, Teams), электронной переписке, комментариях в системах управления версиями (Git) с использованием методов NLP (Natural Language Processing) и Sentiment Analysis для выявления тональности, эмоциональной окраски, маркеров стресса или фрустрации [12]. Применяются предобученные

языковые модели (BERT, GPT-варианты), тонко настроенные на специфический контекст IT-коммуникации.

- Анализ аудио/видео коммуникации: Обработка записей видеоконференций или аудиосообщений с использованием методов анализа речи (тона, темпа, громкости) и компьютерного зрения (анализ мимики, микровыражений) для мультимодального определения эмоционального состояния [13]. Требует решения задач конфиденциальности и согласия участников.
- Анализ паттернов рабочей активности: Мониторинг данных с систем управления задачами (Jira, Asana), систем контроля версий (Git), активности клавиатуры/мыши (с осторожностью и соблюдением этических норм) для выявления отклонений от индивидуальных или командных норм, потенциально указывающих на усталость, снижение мотивации или когнитивную перегрузку [14]. Анализируются метрики, такие как частота коммитов, время выполнения задач, активность в чатах в нерабочее время.
- Интеграция биометрических данных (опционально/перспективно): Использование данных с носимых устройств (фитнес-трекеры, умные часы) о сердечном ритме (HRV), кожной проводимости (GSR), качестве сна для получения объективных физиологических индикаторов стресса и утомления [15]. Данное направление сопряжено с высокими требованиями к приватности и нормативному регулированию.
- Модуль интерпретации и контекстуализации: Полученные сырые данные об эмоциональных сигналах требуют интерпретации в контексте конкретной рабочей ситуации и индивидуальных особенностей разработчика. Этот модуль использует онтологии предметной области управления IT-проектами и психологии труда

для установления связей между эмоциональными состояниями, текущими задачами, ролью в команде, историей взаимодействий и личными предпочтениями (если известны и с согласия) [16]. Применяются методы машинного обучения, включая обучение с подкреплением, для построения моделей влияния различных эмоциональных факторов на производительность и качество работы в конкретных условиях [17].

- Модуль адаптивного управления workflow: На основе выводов модуля интерпретации данный компонент генерирует рекомендации или автоматически инициирует изменения в рабочих процессах. Алгоритмы адаптации должны учитывать приоритеты проекта, взаимозависимости задач, доступные ресурсы и потенциальное влияние изменений на других членов команды [18]. Реализация может варьироваться от рекомендаций менеджеру (например, "Снизить нагрузку на разработчика X на ближайшие 2 дня, признаки высокого стресса") до автоматической корректировки дедлайнов, приоритизации задач или изменения формата предстоящей встречи [19]. Критически важным является принцип "человек в контуре" (human-in-the-loop) для финального утверждения значимых изменений [20].
- Архитектура и интеграция: ЭАИА функционирует как распределенная система, интегрированная с существующей экосистемой инструментов команды (системы управления задачами, коммуникационные платформы, репозитории кода). Требуется разработка надежных API для безопасного обмена данными, обеспечение масштабируемости и отказоустойчивости [21]. Нейросетевые модели, особенно в модуле аффективного анализа, требуют значительных вычислительных ресурсов, что диктует необходимость использования облачных платформ или гибридных архитектур [22].

Методология интеграции компонентов ЭАИА

Развертывание ЭАИА предполагает последовательную методологию интеграции его ключевых компонентов в существующую инфраструктуру управления распределенной IT-командой.

Первоначальным этапом является детальное картирование информационных потоков и инструментов, используемых командой. Идентифицируются источники данных, релевантные для аффективного анализа: системы мгновенного обмена сообщениями, платформы для проведения видеоконференций, системы управления проектами и задачами, репозитории исходного кода. Устанавливаются технические возможности интеграции через предоставляемые API и определяется необходимый уровень доступа к данным с соблюдением принципов минимальной достаточности [23]. Параллельно проводится анализ допустимых с точки зрения конфиденциальности и корпоративной политики методов сбора данных, особенно касающихся биометрических показателей или детального мониторинга активности.

Следующим шагом является развертывание и настройка модуля аффективного анализа. Для текстовой коммуникации производится отбор и тонкая настройка предобученных языковых моделей на специализированных корпусах IT-коммуникаций, обогащенных аннотациями эмоциональных состояний и маркерами стресса [12]. Для аудио/видео анализа интегрируются и калибруются алгоритмы распознавания речи и эмоций по лицевой экспрессии, учитывающие особенности качества передаваемого сигнала в распределенных командах (артефакты сжатия, освещение, углы камеры) [13]. Алгоритмы анализа паттернов активности конфигурируются для выявления аномалий относительно индивидуальных базовых уровней производительности каждого разработчика, а не усредненных по команде показателей [14].

Модуль интерпретации и контекстуализации требует разработки или адаптации онтологии, описывающей взаимосвязи между элементами

рабочего процесса (задачи, сроки, приоритеты, зависимости), ролями участников, выявленными эмоциональными состояниями и их потенциальным влиянием на ключевые метрики (качество кода, скорость выполнения, количество ошибок, коммуникационная активность) [16]. Формируются наборы правил и моделей машинного обучения (например, градиентный бустинг или рекуррентные нейронные сети), обучаемых на исторических данных команды, где это возможно, или на симулированных данных, отражающих предполагаемые причинно-следственные связи. Ключевым аспектом является персонализация интерпретации с учетом известных особенностей разработчиков.

Модуль адаптивного управления workflow проектируется с четким определением границ его автономии. Формализуются типы возможных воздействий на рабочий процесс: изменение приоритета задачи, перенос срока, предложение перерыва, рекомендация изменить формат коммуникации, перераспределение задачи, уведомление менеджера [19]. Для каждого типа воздействия разрабатываются алгоритмы принятия решений, учитывающие не только текущее эмоциональное состояние индивида, но и общий статус проекта, загрузку других членов команды, критичность задачи. Внедряются механизмы обязательного утверждения значительных изменений человеком (менеджером проекта или самим разработчиком) по схеме human-in-the-loop [20].

Финальным этапом является интеграция всех модулей в единую платформу ЭАИА с обеспечением безопасного обмена данными между ними и внешними системами через стандартизированные API. Разрабатываются пользовательские интерфейсы для разработчиков (отображение рекомендаций по саморегуляции, статуса), менеджеров (панели мониторинга эмоционального климата команды, рекомендации по управлению) и системных администраторов (управление доступом, настройки системы). Внедрение сопровождается разработкой протоколов

обеспечения конфиденциальности, безопасности данных и этическими гайдлайнами использования системы [23].

Вызовы и Ограничения

Несмотря на значительный потенциал, разработка и внедрение ЭАИА сопряжены с комплексом существенных вызовов.

1. **Конфиденциальность и Этика:** Сбор и анализ данных, отражающих эмоциональное состояние сотрудников, представляет серьезную этическую дилемму [24]. Необходимо обеспечить прозрачность для участников команды в отношении того, какие данные собираются, как они обрабатываются и с какой целью. Критически важным является получение явного информированного согласия на обработку чувствительных данных, включая биометрические. Должны быть реализованы строгие меры по анонимизации или псевдонимизации данных, ограничению доступа и защите от утечек [25]. Возникают вопросы о потенциальном использовании данных в целях микроуправления или необъективной оценки персонала, что требует разработки четких этических кодексов и нормативных рамок [26].
2. **Точность и Надежность Распознавания Эмоций:** Современные технологии аффективных вычислений, особенно анализ мимики и тона голоса, имеют ограниченную точность и подвержены влиянию культурных различий, индивидуальных особенностей выражения эмоций и условий сбора данных (качество видео/аудио) [27]. Риск ложноположительных или ложноотрицательных срабатываний может привести к некорректным адаптационным решениям, вызывающим раздражение сотрудников или дестабилизирующим рабочий процесс. Требуется постоянное совершенствование моделей и их калибровка под специфику конкретной команды.
3. **Причинно-Следственные Связи и Контекст:** Установление однозначной причинно-следственной связи между

выявленным эмоциональным состоянием (например, стрессом) и конкретными рабочими факторами (сроки, сложность задачи, конфликт) часто затруднено [28]. Стресс может быть вызван личными обстоятельствами, не связанными с работой. Модуль интерпретации рискует сделать ошибочные выводы, что приведет к неэффективным или даже вредным адапционным действиям. Глубокое понимание контекста остается сложной задачей для ИИ.

4. **Принятие Пользователями:** Успех ЭАИА напрямую зависит от готовности разработчиков и менеджеров принять и доверять системе [29]. Возможное восприятие системы как инструмента тотального контроля или "большого брата" может вызвать сопротивление, саботаж или ухудшение морального климата. Крайне важны продуманная коммуникация о целях и преимуществах системы, демонстрация ее полезности на пилотных проектах и вовлечение пользователей в процесс настройки и обратной связи.
5. **Техническая Сложность и Масштабируемость:** Интеграция разнородных модулей, обработка мультимодальных данных в реальном времени, обучение и поддержание точности сложных нейросетевых моделей требуют значительных вычислительных ресурсов и экспертизы [22]. Обеспечение масштабируемости решения для крупных распределенных команд с сотнями разработчиков представляет отдельную инженерную задачу. Необходимы надежные архитектурные решения и инфраструктура.
6. **Измерение Эффективности:** Оценка реального воздействия ЭАИА на ключевые показатели (производительность, качество кода, удовлетворенность сотрудников, уровень стресса, текучесть кадров) является методологически сложной задачей

[30]. Требуется разработка корректных схем А/В тестирования и выбор релевантных метрик, позволяющих изолировать влияние системы от других факторов.

Заключение

Концепция эмоционально-адаптивных ИИ-ассистентов представляет собой закономерное направление эволюции инструментов управления в ответ на вызовы, порождаемые распространением гибридных и распределенных моделей работы IT-команд. Фокусировка на психофизиологических факторах производительности, выходящая за рамки традиционной оптимизации процессов, является ключевым аспектом новизны и потенциальной ценности ЭАИА.

Технологической основой реализации ЭАИА служит сложная интеграция достижений в области аффективных вычислений (распознавание эмоций по тексту, аудио, видео, паттернам активности), методов искусственного интеллекта для контекстуальной интерпретации данных (машинное обучение, онтологии) и алгоритмов адаптивного управления рабочими процессами. Предложенная методология интеграции компонентов ЭАИА подчеркивает необходимость поэтапного внедрения с приоритетом решения вопросов конфиденциальности, точности анализа и этичности применения.

Анализ вызовов внедрения выявил, что ключевыми ограничениями являются этико-правовые аспекты сбора и использования чувствительных данных о эмоциональном состоянии сотрудников, текущие ограничения точности и надежности технологий распознавания эмоций, сложность установления достоверных причинно-следственных связей в динамичной рабочей среде, потенциальное сопротивление пользователей и технические сложности построения масштабируемых систем. Преодоление этих барьеров требует совместных усилий исследователей в области ИИ,

психологии труда, управления проектами, специалистов по этике и праву, а также тесного сотрудничества с индустриальными партнерами для апробации концепции в реальных условиях.

Несмотря на существующие сложности, разработка и внедрение ЭАИА являются перспективным направлением, способным существенно повысить устойчивость, креативность и общую эффективность распределенных IT-команд за счет проактивного учета человеческого фактора в управлении сложными динамическими рабочими процессами. Дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на повышении точности и контекстуальной осведомленности систем аффективного анализа, разработке надежных и этических моделей адаптивного управления, а также на создании методологий для комплексной оценки эффективности и влияния ЭАИА на командную динамику и бизнес-результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андреева И. В. Управление распределенными командами в IT-проектах: вызовы и решения // Информационные технологии. 2022. Т. 28, № 5. С. 312–320.
2. Брукс Ф. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. СПб.: Символ-Плюс, 2019. 304 с.
3. Cramton C. D. The Mutual Knowledge Problem and Its Consequences for Dispersed Collaboration // Organization Science. 2001. Vol. 12, № 3. P. 346–371.
4. DeMarco T., Lister T. Peopleware: Productive Projects and Teams. 3rd ed. Addison-Wesley Professional, 2013. 273 p.
5. Davenport T. H., Ronanki R. Artificial Intelligence for the Real World // Harvard Business Review. 2018. Vol. 96, № 1. P. 108–116.

6. Васин С. М., Петров А. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в управлении ИТ-проектами // Системный анализ и прикладная информатика. 2021. № 2. С. 45–55.
7. Kerzner H. Project Management Best Practices: Achieving Global Excellence. 4th ed. Wiley, 2017. 768 p.
8. Picard R. W. Affective Computing. MIT Press, 2000. 292 p.
9. Calvo R. A., D’Mello S. Affect Detection: An Interdisciplinary Review of Models, Methods, and Their Applications // IEEE Transactions on Affective Computing. 2010. Vol. 1, № 1. P. 18–37.
10. Goleman D. Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ. 10th Anniversary ed. Bantam, 2006. 384 p.
11. Павлов А. Ю. Адаптивные системы управления проектами: принципы и архитектура // Программные продукты и системы. 2020. Т. 33, № 4. С. 670–679.
12. Cambria E., Poria S., Bajpai R., Schuller B. SenticNet 4: A Semantic Resource for Sentiment Analysis Based on Conceptual Primitives // Proceedings of COLING 2016. 2016. P. 2666–2677.
13. Kossaifi J., Tzimiropoulos G., Todorovic S., Pantic M. AFEW-VA: Database for Valence and Arousal Estimation in-the-Wild // Image and Vision Computing. 2019. Vol. 65. P. 23–36. DOI: 10.1016/j.imavis.2017.02.001.
14. Scholtz J. Theory and Evaluation of Human Interaction with Automation // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans. 2003. Vol. 33, № 2. P. 206–216.
15. Healey J. A., Picard R. W. Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2005. Vol. 6, № 2. P. 156–166.
16. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems // Proceedings of FOIS’98. IOS Press, 1998. P. 3–15.

17. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. MIT Press, 2018. 552 p.
18. van der Aalst W. M. P. Process Mining: Data Science in Action. 2nd ed. Springer, 2016. 467 p.
19. Jennings N. R., Sycara K., Wooldridge M. A Roadmap of Agent Research and Development // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 1998. Vol. 1, № 1. P. 7–38.
20. Amershi S., Cakmak M., Knox W. B., Kulesza T. Power to the People: The Role of Humans in Interactive Machine Learning // AI Magazine. 2014. Vol. 35, № 4. P. 105–120.
21. Fielding R. T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures: Doctoral dissertation. University of California, Irvine, 2000.
22. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016. 800 p.
23. European Commission. Proposal for a Regulation Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act). 2021. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0206>
24. Metcalf J., Keller E. F., Boyd D. Perspectives on Big Data, Ethics, and Society // Council for Big Data, Ethics, and Society. 2016.
25. Cavoukian A. Privacy by Design: The 7 Foundational Principles. Information and Privacy Commissioner of Ontario, Canada, 2009.
26. Mittelstadt B. D., Allo P., Taddeo M., Wachter S., Floridi L. The Ethics of Algorithms: Mapping the Debate // Big Data & Society. 2016. Vol. 3, № 2. P. 1–21.
27. Barrett L. F., Adolphs R., Marsella S., Martinez A. M., Pollak S. D. Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements // Psychological Science in the Public Interest. 2019. Vol. 20, № 1. P. 1–68.

28. Lazarus R. S., Folkman S. Stress, Appraisal, and Coping. Springer Publishing Company, 1984. 456 p.
29. Davis F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology // MIS Quarterly. 1989. Vol. 13, № 3. P. 319–340.
30. Kohavi R., Longbotham R. Online Controlled Experiments and A/B Tests // Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining. 2017. P. 1–8. DOI: 10.1007/978-1-4899-7687-1_891.