

УДК 004.89

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТАЦИИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ

Петрова А.А., ассистент

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»  
г. Москва

На сегодняшний день актуальной задачей в образовательной деятельности является повышение качества образования. В данной статье рассматривается проектирование мультиагентной системы для решения вопросов адаптации учебных материалов под эмоциональное состояние обучающихся, демонстрируется архитектурное решение такой системы, описываются ее преимущества в образовательной сфере.

Задача успешного освоения студентами учебного материала требует не только внимания к составлению самих заданий, но и учет различных факторов, позволяющих оценить, как быстро или, наоборот, медленно студенты получают знания и показывают высокие результаты. Среди главных проблем можно выделить цифровую перегрузку обучающихся, усиливающую тревожность и снижающую концентрацию, стандартизованные учебные материалы, применяющиеся в равной степени для всех студентов, и высокую учебную нагрузку. Определение уровня знаний каждого конкретного учащегося в текущий момент времени может зависеть от следующих факторов:

1. Эмоциональное состояние в настоящий момент.
2. Вовлеченность в процесс обучения и активность.
3. Когнитивная нагрузка (количество информации, которые необходимо одновременно удерживать в рабочей памяти) [1].

Также дополнительными факторами, непосредственно влияющими на эмоциональный фон учащихся, являются:

1. Время выполнения задания в текущий момент времени.
2. Предпочтения в стиле обучения.
3. Уровень знаний и прогресс.

Важно отметить, что единоразовый учет в обучении всех вышеперечисленных факторов может показать только текущий уровень освоения материалов студентом. Для большей точности система обучения должна непрерывно оценивать и анализировать все факторы, составляя персонализированный учебный процесс. На сегодняшний день существуют исследования, описывающие различные подходы для учета факторов эмоционального состояния и когнитивных способностей учащихся [2, 3], в том числе и мультиагентные [4]. В

данной статье предложен один из вариантов архитектурного решения мультиагентной системы, главными задачами которой будет сбор информации по обучающемуся и настройка учебных планов и материалов в соответствии с индивидуальными когнитивными и эмоциональными потребностями.

В первую очередь, следует определить основные аспекты будущей мультиагентной системы для задач персонализации учебного процесса по следующим ключевым параметрам учета состояния студента.

1. Эмоциональное состояние учащегося. Для корректного подбора учебных материалов мультиагентная система (МАС) получает информацию по эмоциональному состоянию через камеру, микрофон или опросы студентов. При скуке происходит подбор интерактивных элементов, при радости – предложение более сложных задач [5].

2. Вовлеченность студента. Для учета активности учащегося система отслеживает взаимодействия с платформой, включая время, проведенное на задании, количество попыток, участие в обсуждениях на занятиях. Если преподавателем отмечается низкая активность со стороны студентов, МАС предлагает подключить геймификацию [6].

3. Когнитивная нагрузка. Для оценки умственных усилий, которые затрачиваются на выполнение заданий, необходимо оценивать избыток и/или недостаток нагрузки. Для этой цели система может добавлять перерывы при высокой нагрузке, разделяя сложные темы на подтемы, а при низкой нагрузке – дать дополнительные материалы.

4. Время выполнения задания. Стоит отметить, что от времени выполнения может зависеть эмоциональное состояние обучающегося. Слишком долгое выполнение задания может привести к усталости или стрессу у студента, а слишком быстрое выполнение может указывать на поверхностное понимание.

5. Предпочтения в стиле обучения. МАС может определить предпочтения через тесты или анализ поведения (например, какие форматы чаще выбирает студент: видео, аудио, интерактивные задания). При корректном выборе студент может испытывать радость, повышая мотивацию и активность.

6. Оценка уровня знаний студента. Основной аспект любого учебного процесса состоит в оценке результатов выполнения заданий. Учет всех вышеперечисленных факторов позволит системе оценить успешность выполнения задания (правильно/неправильно/частично). При большом количестве неудачных попыток система может предложить дополнительные объяснения или упрощенные задания. После прохождения материала система формирует итоговую оценку полученных знаний студента.

Таким образом, работа системы будет зависеть от любой информации, получаемой от учащегося. В таблице 1 указаны возможные типы агентов будущей МАС, отвечающих за учет конкретного параметра в персонализированном процессе обучения, а также методы, выполняемые этими агентами.

Таблица 1

Распределение агентов мультиагентной системы по ключевым параметрам оценки состояния учащегося

Ключевой параметр	Главный агент процесса	Выполняемые методы
Эмоциональное состояние учащегося	Агент эмоций (EmotionAgent)	<i>analyzeEmotions()</i> – определяет эмоциональное состояние (стресс, радость, скука); <i>updateEmotionalState()</i> – обновляет состояние студента
Вовлеченность	Агент вовлеченности (InvolvementAgent)	<i>calculateInvolvement()</i> – возвращает уровень вовлеченности (0–1); <i>suggestGamification()</i> – предлагает геймификацию, если вовлеченность низкая
Когнитивная нагрузка	Агент когнитивной нагрузки (CognitiveAgent)	<i>calculateLoad()</i> – возвращает уровень нагрузки (0–1); <i>suggestBreak()</i> – предлагает перерыв, если нагрузка высокая
Время выполнения задания	Агент вовлеченности (InvolvementAgent) и Агент когнитивной нагрузки (CognitiveAgent)	Оценить параметры времени через атрибуты <i>timeOnPlatform</i> (у агента InvolvementAgent) и <i>timeSpent</i> (у агента CognitiveAgent)
Предпочтения в стиле обучения	Агент стиля обучения (LearningStyleAgent)	<i>determineLearningStyle()</i> – возвращает предпочтительный стиль
Уровень знаний и прогресс	Агент знаний (KnowledgeAgent)	<i>evaluateKnowledge()</i> – возвращает текущий уровень знаний
Прогнозирование сложности заданий	Агент прогнозирования (PredictionAgent)	<i>predictDifficulty()</i> – возвращает прогнозируемую сложность; <i>suggestPreparation()</i> – предлагает подготовительные упражнения

Студент может начать задание в нейтральном состоянии. Агент эмоций определяет, что учащийся начинает испытывать стресс в то время, как Агент когнитивной нагрузки замечает, что задание выполняется слишком долго. Исходя из этого, система предлагает упрощенный вариант задания с визуальными подсказками. Если студент успешно справился с несколькими простыми заданиями подряд, Агент прогнозирования предупреждает, что следующая тема будет сложной, и предлагает подготовительные упражнения.

Пример архитектурного решения адаптивной системы представлен в виде диаграммы классов на рисунке 1.

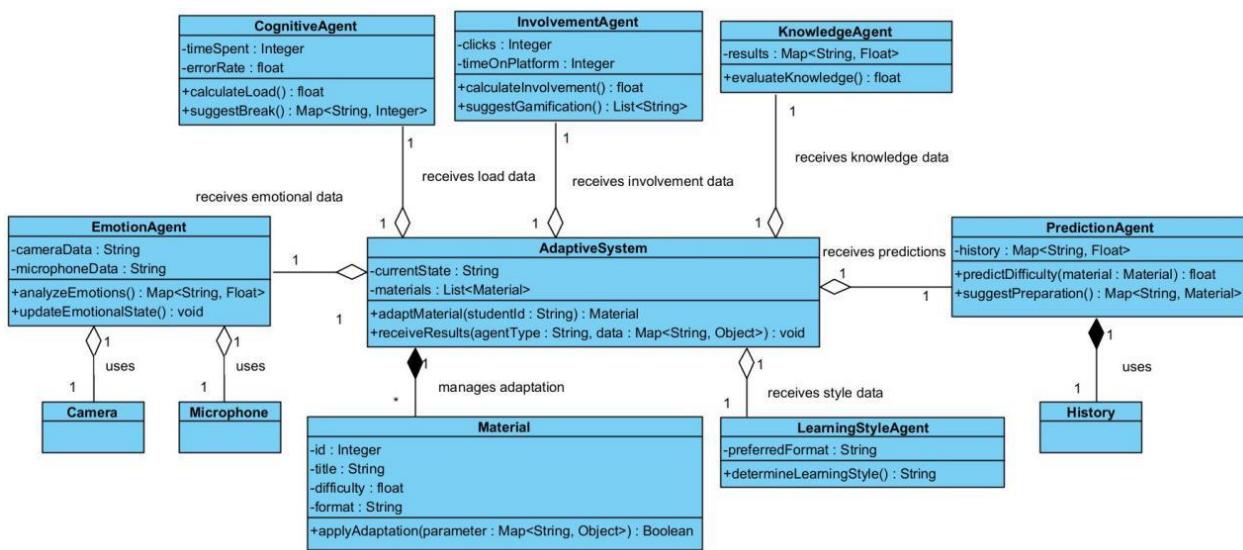


Рисунок 1 – Диаграмма классов адаптивной обучающей системы, основанной на мультиагентном подходе

Представленная выше диаграмма демонстрирует пример взаимодействия классов системы для задач адаптации материалов: в текущем моменте анализирует полученную информацию от студентов, динамически корректирует учебный план, подстраивает процесс обучения на основе когнитивных и эмоциональных показателей.

Класс **AdaptiveSystem** представляет собой центральный модуль, координирующий агентов адаптации учебных материалов и вызывающий метод **applyAdaptation()**. Данный метод формирует карту (Мар) параметров для адаптации, среди которых есть сложность, формат, стиль подачи и т.д. Возвращаемое значение при этом имеет тип Boolean (значение «true», если адаптация прошла успешно, или «false», если существует ошибка адаптации).

Классы **Camera** и **Microphone** определяют аппаратную основу для получения информации по захвату визуальных данных и аудиофиксации в работе Агента эмоций. Класс **History** хранит информацию по выполненным заданиям для прогнозирования сложности будущих тем.

Предложенная адаптивная система может быть представлена трехуровневой моделью: сенсоры, агенты, исполнение. В качестве сенсоров здесь выступают биометрические устройства (камеры, микрофоны), поведенческие датчики (время ответа, паттерны кликов), контекстные данные (сложность задания, история ошибок). Агенты анализируют данные и принимают решения в распределении учебных материалов. В рамках уровня исполнения динамически корректируется учебный план – изменяются сложность, формат материала, цветовая схема, шрифты, добавляются подсказки и т.д.

Данный вид архитектуры поддерживает возможность замены или добавления новых агентов без изменения всей системы, может поддерживать распределенные сенсоры (IoT-устройства, мобильные приложения). Также стоит

отметить изолированность уровней, при которой ошибка в агенте не нарушает работу сенсоров.

В заключении стоит отметить, что благодаря специализируемым агентам данный вид мультиагентной системы способен поддерживать различные форматы обучения, учитывая эмоциональное состояние и когнитивные способности обучающегося. Это может быть актуально в формировании персонализированного учебного плана для массового дистанционного обучения, а также в поддержке учащихся с особыми потребностями.

### **Список литературы:**

1. Скворчевский К. А., Дятлова О. В. Современные адаптивные и интеллектуальные цифровые системы обучения: механизмы и потенциал //Вопросы образования. – 2024. – №. 3. – С. 299-337.
2. Sargazi Moghadam T. et al. Toward an artificial intelligence-based decision framework for developing adaptive e-learning systems to impact learners' emotions //Interactive Learning Environments. – 2024. – Т. 32. – №. 7. – С. 3665-3685.
3. Vanneste P. et al. Computer vision and human behaviour, emotion and cognition detection: A use case on student engagement //Mathematics. – 2021. – Т. 9. – №. 3. – С. 287.
4. Shahzad R. et al. Multi-agent system for students cognitive assessment in e-learning environment //IEEE Access. – 2024. – Т. 12. – С. 15458-15467.
5. Петрова, А.А. Исследование мультиагентного обучения с подкреплением в адаптивных образовательных системах для подбора учебных материалов на основе эмоционального состояния учащихся / А. А. Петрова // Цифровые инструменты обеспечения устойчивого развития экономики и образования: новые подходы и актуальные проблемы : Сборник научных трудов III-й Национальной научно-практической конференции (с международным участием). В 2-х томах, Орел, 01 апреля 2024 года. – Орел: Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, 2024. – С. 196-202. – EDN JNWVХO.
6. Мурзагалина Г.М., Тихомирова Г.В., Филиппова О.В., Корнеева Н.Ю., Галиакберова В.Н. Геймификация в образовании как фактор повышения интереса к усвоению учебного материала //Московский экономический журнал. - 2022. - №. 4. - С. 494-501. EDN: MZBHN