

---

---

## Информатика

---

---

УДК 004.8:378

EDN: IJVSQJ

### Гибридная архитектура цифрового наставника: онтология жизненных компетенций, NLP-анализ диалогов и кластеризация траекторий взросления

Е.М. БЕРЕЗОВСКАЯ, В.В. КОЗЛИКОВСКАЯ

В статье рассматривается гибридная архитектура цифрового наставника на примере прототипа мобильного приложения. Архитектура сочетает онтологическую модель жизненных компетенций, методы анализа естественного языка для интерпретации пользовательских диалогов и кластеризацию траекторий взросления на основе поведенческих данных. В работе описывается практическая реализация предложенного подхода, обосновывается выбор архитектурных решений, анализируются возникшие ограничения, а также рассматриваются альтернативные варианты построения цифрового наставника и направления его дальнейшего развития.

**Ключевые слова:** цифровой наставник, искусственный интеллект, онтология, жизненные компетенции, NLP, кластеризация, интерпретируемость, персонализация, образовательные технологии, траектории взросления.

The article examines a hybrid architecture of a digital mentor using a practical case study. The architecture combines an ontological model of life competencies, natural language processing methods for interpreting user dialogues, and clustering of adulthood trajectories based on behavioral data. The paper describes the practical implementation of the proposed approach, justifies the choice of architectural solutions, analyzes the encountered limitations, and discusses alternative approaches to building a digital mentor as well as directions for its further development.

**Keywords:** digital mentor, artificial intelligence, ontology, life competencies, NLP, clustering, interpretability, personalization, educational technology, maturation trajectories.

**Введение.** Процесс взросления в современных социальных и экономических условиях характеризуется высокой степенью неопределённости. Молодые люди сталкиваются с необходимостью самостоятельного принятия решений в области образования, профессионального развития, финансов, бытовой организации и эмоционального благополучия, при этом данные вопросы лишь частично отражены в формальных образовательных программах. В результате возрастает потребность в цифровых инструментах, способных обеспечить непрерывное и персонализированное сопровождение на этапе вхождения во взрослую жизнь.

Одним из возможных решений данной проблемы является создание цифрового наставника – программной системы, ориентированной не на разовое консультирование, а на длительное сопровождение пользователя. В рамках данной работы был разработан мобильный прототип такого наставника – приложения, архитектура которого основана на сочетании формализованных знаний и адаптивных методов анализа пользовательского взаимодействия.

Цель данной работы заключается в описании гибридной архитектуры цифрового наставника, анализе принятых проектных решений и оценке их применимости для задач поддержки как процесса взросления, так и решения нестандартных проблем.

**Концептуальная модель цифрового наставника.** Цифровой наставник в рамках исследования рассматривается как интеллектуальная система, способная интерпретировать пользовательские запросы, соотносить их с моделью жизненных компетенций и формировать рекомендации, релевантные текущему этапу развития пользователя. В отличие от традиционных обучающих приложений, логика работы наставника не предполагает линейного прохождения заранее заданных сценариев. Вместо этого акцент делается на адаптацию к индивидуальной траектории взросления, которая может изменяться со временем.

Данная концепция потребовала отказа от монолитной архитектуры в пользу гибридного подхода, в котором структурированное представление предметной области дополняется методами машинного обучения и анализа естественного языка. Такое сочетание позволяет одновременно обеспечивать интерпретируемость решений и гибкость системы при работе с неформализованными пользовательскими запросами.

**Онтология жизненных компетенций как основа архитектуры.** Ключевым элементом архитектуры цифрового наставника стала онтология жизненных компетенций, используемая для формализации области взросления. Выбор онтологического подхода был обусловлен необходимостью структурировать разнородные навыки и состояния, которые традиционно описываются в гуманитарных и психологических исследованиях, но редко имеют формальное представление в цифровых системах [1], [2].

В разработанной онтологии жизненные компетенции представлены в виде иерархически организованных понятий, отражающих такие аспекты, как личная ответственность, профессиональное самоопределение, финансовая самостоятельность, социальное взаимодействие и эмоциональная устойчивость. Между элементами онтологии задаются смысловые связи, позволяющие учитывать взаимное влияние различных компетенций друг на друга.

Практическое использование онтологии в приложении позволило реализовать семантическую навигацию по пользовательским запросам и контенту. Вместе с тем процесс проектирования онтологии сопровождался рядом сложностей, связанных с размытостью границ между компетенциями и субъективностью их интерпретации. Для их преодоления структура онтологии уточнялась итеративно на основе анализа реальных пользовательских сценариев.

**NLP-анализ диалогов в цифровом наставнике.** Одним из центральных механизмов взаимодействия пользователя с системой является диалоговый интерфейс, позволяющий формулировать запросы в свободной текстовой форме (рисунок 1). Анализ таких диалогов требует применения методов обработки естественного языка, способных извлекать смысловую информацию из неструктурированного текста.

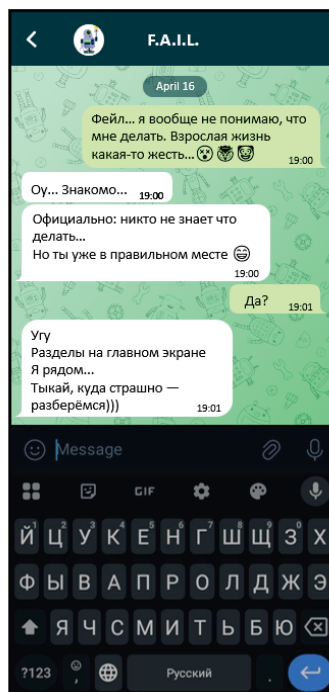


Рисунок 1 – Пример диалога с цифровым наставником, где система предлагает рекомендации и возможные шаги по её разрешению

В рамках реализованной архитектуры NLP-анализ используется для выявления намерений пользователя, ключевых тем запроса и эмоциональной окраски сообщения. Полученные данные сопоставляются с элементами онтологии жизненных компетенций, что позволяет определить, к

какому аспекту взросления относится конкретный запрос. Выбор гибридного подхода, сочетающего правила и обучаемые модели, был продиктован ограниченным объёмом обучающих данных и необходимостью сохранять интерпретируемость принимаемых решений [3].

Существенной сложностью стало то, что пользовательские сообщения часто содержат несколько взаимосвязанных проблем, а также элементы эмоционального высказывания, не имеющие прямого семантического соответствия. Это потребовало учитывать контекст диалога и избегать чрезмерной формализации ответов, что особенно важно для наставнического формата взаимодействия.

**Генерация контента и персонализированная лента.** Помимо диалогового режима, цифровой наставник включает ленту постов, формируемых с использованием генеративных моделей (рисунок 2). Данный механизм направлен на поддержку пользователя вне явного запроса и выполняет функцию ненавязчивого сопровождения и мотивации.



Рисунок 2 – Пример постов, сгенерированных нейросетью

Генерация контента осуществляется с учётом текущего состояния пользователя, выявленного на основе его диалогов и активности в приложении. Такой подход позволяет избежать универсального контента и адаптировать информационную подачу под индивидуальную траекторию взросления. Альтернативным решением могло бы стать использование статически подготовленных материалов, однако это существенно ограничило бы масштабируемость и персонализацию системы.

**Кластеризация траекторий взросления.** Для анализа долгосрочного пользовательского поведения в системе применяется кластеризация траекторий взросления. Под траекторией в данном контексте понимается последовательность взаимодействий пользователя с цифровым наставником, отражающая изменение его запросов, приоритетов и уровня вовлечённости [4].

Использование методов кластеризации позволяет выявлять типовые паттерны взросления и адаптировать рекомендации не только на индивидуальном, но и на групповом уровне. Вместе с тем данный подход имеет ограничения, связанные с динамичностью пользовательских состояний и риском избыточной типизации, что требует осторожной интерпретации результатов.

**Альтернативные подходы и перспективы развития.** В процессе проектирования цифрового наставника рассматривались альтернативные архитектурные решения, включая полностью

нейросетевые модели без явной онтологии и жёстко заданные сценарии сопровождения. Однако данные подходы либо снижали интерпретируемость системы, либо ограничивали её адаптивность.

Гибридная архитектура показала себя как компромиссное решение, сочетающее формализованное представление знаний и гибкость обработки пользовательских данных. В дальнейшем развитие системы возможно за счёт углублённого анализа эмоциональных состояний, расширения онтологии жизненных компетенций и применения цифрового наставника в образовательных и корпоративных средах [5], [6].

**Заключение.** В статье представлена гибридная архитектура цифрового наставника, реализованная в мобильном приложении F.A.I.L. Использование онтологии жизненных компетенций, NLP-анализа диалогов и кластеризации траекторий взросления позволило создать адаптивную систему сопровождения, ориентированную на долгосрочное развитие пользователя.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения гибридных архитектур в задачах цифрового наставничества и открывают возможности для дальнейших исследований в области интеллектуальных поддерживающих систем. Некоторые результаты исследований были доложены на различных научных конференциях [7]–[10].

### Литература

1. Roy, M. Developing an ontology to explore competencies needed by instructional design professionals / M. Roy // EdTech Archives. The Journal of Applied Instructional Design. – URL: <https://edtecharchives.org/journal/1058/16915> (date of access: 16.04.2025).
2. Курзаева, Л. В. Методика разработки онтологической модели для формирования содержания и оценки ИКТ-компетентностей студентов вуза / Л. В. Курзаева, Г. Н. Чусавитина // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019. – Т. 6, № 4. – С. 419–425.
3. Long, Y. Evaluating large language models in analysing classroom dialogue / Y. Long, H. Luo, Y. Zhang // NPJ Science of Learning. – 2024. – Vol. 9 (60). – URL: <https://www.nature.com/articles/s41539-024-00273-3> (date of access: 01.05.2025).
4. Clustering on longitudinal lifestyle trajectories and their associations with cognitive status / A. Roca-Ventura [et al.] // Frontiers in Psychology. – 2025. – Vol. 16 (1510971). – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2025.1510971/full> (date of access: 30.09.2025).
5. An ontology model for building, classifying and using learning outcomes / A. Kalou [et al.] // IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies, Rome, Italy, 4–6 July, 2012. – P. 61–65.
6. Hampton, A. J. Foundational Principles and Design of a Hybrid Tutor / A. J. Hampton, A. C. Graesser // Adaptive Instructional Systems : First International Conference, AIS 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCI 2019, Orlando, FL, USA, July 26–31. – Orlando, 2019. – P. 97–107.
7. Козликовская, В. В. Основные принципы UI/UX при разработке мобильного приложения «FOR ALL INTO LIFE» / В. В. Козликовская // Актуальные вопросы физики и техники : матер. XIV Респуб. научн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, посвященная 95-летию Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины, Гомель, 24 апреля 2025 г. / ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол.: А. Л. Самофалов (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2025. – С. 63–64.
8. Козликовская, В. В. Анализ потребностей молодежи при переходе во взрослую жизнь : предпосылки для разработки мобильного приложения / В. В. Козликовская, Е. М. Березовская // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях : матер. XXVIII Респуб. науч. конф. студентов и аспирантов, Гомель, 17–19 марта 2025 г. : в 2 ч. / ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол.: С. П. Жогаль (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2025. – Ч. 2. – С. 65–66.
9. Козликовская, В. В. Реализация системы уведомлений в кроссплатформенном приложении FAIL: различия работы с push-уведомлениями на Android и IOS // Дни студенческой науки : матер. LIV студ. науч.-практ. конф., Гомель, 15–16 мая 2025г. : в 2 ч. / М-во образования РБ, ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол.: Р. В. Бородич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2025. – Ч. 1. – С. 69–70.
10. Козликовская, В. В. Интеграция искусственного интеллекта в образовательные мобильные приложения: возможности и вызовы / В. В. Козликовская // Творчество молодых-2025 : сб. науч. работ студентов, магистрантов и аспирантов УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель, 2025 г. : в 3 ч. / М-во образ. РБ, ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол.: Р. В. Бородич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2025. – Ч. 1. – С. 186–189.