

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ИНЖЕНЕРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОГНИТИВНО-СМЫСЛОВОЙ ИНТЕГРАЦИИ

*Е. Н. Черемисина¹, Е. Ю. Кирпичева¹, В. Н. Добрынин¹,
А. А. Миловидова^{1,2,*}*

¹ Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

² Российский технологический университет МИРЭА, Москва, Россия

Целью исследования является разработка методологии смыслоцентричной организации образовательного процесса в инженерии искусственного интеллекта. Ключевым элементом выступает иерархическая система метрических концептуальных шаблонов, обеспечивающая структурирование целей, задач и методов обучения, а образовательный контент выстраивается как серия адаптивных смысловых траекторий. Новизна работы заключается в создании архитектуры образовательной среды нового типа, где цифровые ресурсы функционируют как инструментальная оболочка, а смысловое ядро формируется на основе иерархической системы метрических концептуальных шаблонов. Поддерживающим компонентом выступает виртуальная компьютерная лаборатория, обеспечивающая доступ к современным инструментам и интерактивным практикам. Апробация показала, что предложенная когнитивно-смысловая архитектура повышает вовлеченность студентов, усиливает интерпретацию знаний и способствует формированию инженерного мышления.

This study aims to develop a methodology for meaning-centered organization of the educational process in artificial intelligence engineering. Its key component is a hierarchical system of metric conceptual templates (HMCT), which structures learning goals, objectives, and methods, with educational content built as a series of adaptive semantic trajectories. The novelty lies in the creation of a new type of educational environment architecture, where digital resources serve as an instrumental shell, and the semantic core is formed through HMCT. A supporting element is the virtual computer laboratory, which provides access to modern tools and interactive practices. Pilot testing showed that this cognitive-semantic architecture increases student engagement, enhances knowledge interpretation, and promotes the development of engineering thinking.

PACS: 07.05.Mh

* E-mail: milanna@uni-dubna.ru

ВВЕДЕНИЕ

Инженерия систем искусственного интеллекта стремительно трансформируется под воздействием гибридных архитектур с участием больших языковых моделей (LLM), систем компьютерного зрения, аналитики больших данных и когнитивных интерфейсов. Рост технологий сопровождается увеличением спроса на квалифицированные кадры: за последние четыре года число вакансий в сфере анализа данных и машинного обучения в России выросло более чем в 2,5 раза [1–3].

Современные образовательные подходы сосредоточены на овладении инструментами и технологиями, но упускают уровень смыслового проектирования обучения — постановку задач, интерпретацию результатов и формирование когнитивной устойчивости. Массовое внедрение ИИ требует нового качества подготовки: инженер должен не только владеть инструментами, но и понимать их работу в контексте задач. Это требует структурированного смыслового контента, организованного с опорой на иерархическую систему метрических концептуальных шаблонов (ИСМКШ).

Таким образом, актуальность исследования состоит в необходимости интеграции когнитивно-смыслового уровня в цифровое образование. Предлагаемая модель рассматривает ИСМКШ как ключевой механизм смыслового согласования, тогда как виртуальная компьютерная лаборатория (ВКЛ) выполняет вспомогательную функцию, обеспечивая доступ к заданиям и ресурсам, но не определяя содержание обучения.

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Обучающая инфраструктура, построенная на базе ВКЛ, представляет собой интегрированную систему, обеспечивающую обучающимся комплексный доступ к теоретическим и практическим материалам в области искусственного интеллекта. Данная инфраструктура ориентирована на формирование профессиональных компетенций за счет сочетания фундаментальной подготовки и практико-ориентированных заданий.

Инфраструктура основана на использовании современных библиотек и фреймворков (PyTorch, TensorFlow, Keras, OpenCV, Scikit-learn), что позволяет решать широкий спектр задач: от классификации и регрессии до анализа изображений и текстов. Каждое задание встраивается в когнитивный каркас иерархической системы метрических концептуальных шаблонов, задающей смысловую структуру обучения. Функционально среда обеспечивает доступ к структурированным материалам, интерактивные лабораторные работы в Jupyter Notebook, использование инструментов машинного и глубокого обучения и поддержку работы с большими данными в Apache Spark. В совокупности это формирует целостную цифровую образовательную среду, сочетающую практическую

направленность, доступность ресурсов и интеграцию с современными технологиями анализа данных [4].

Таким образом, разработанная инфраструктура формирует целостную цифровую образовательную среду, сочетающую доступность вычислительных ресурсов, практическую направленность и возможность интеграции с современными технологиями анализа данных.

Встраивание ИСМКШ как смыслового ядра, которое структурирует процесс обучения, в архитектуру образовательной среды позволяет:

- задать унифицированные шаблоны постановки задач, обеспечивающие когнитивную совместимость между преподавателем, студентом и цифровыми инструментами;
- формировать когнитивные траектории обучения (проблема → гипотеза → эксперимент → интерпретация → вывод), которые повышают прозрачность и объяснимость образовательного процесса;
- внедрять метрики смысловой релевантности (логичность объяснения, полноту аргументации, обоснованность выбора методов) как дополнение к техническим метрикам;
- использовать интерпретационные паттерны для взаимодействия с LLM- и ХАИ-инструментами, что делает цифровую среду более понятной и устойчивой к смысловым искажениям;
- реализовать адаптивность контента, когда один и тот же шаблон наполняется материалами разной сложности, в зависимости от уровня подготовки обучающегося.

Подобная интеграция соответствует современным подходам к когнитивно-ориентированному обучению, где цифровые средства выступают вспомогательными, а ключевая ценность переносится на формирование смысловой структуры знаний. Кроме того, использование интерпретационных паттернов в системе шаблонов согласуется с исследованиями ХАИ в образовании, где важна не только работа алгоритма, но и его интерпретация для обучающегося [5, 6].

Таким образом, предлагаемая методология формирует когнитивно-смысловую архитектуру обучения, где виртуальная лаборатория выступает инструментальной оболочкой, а ИСМКШ обеспечивает целостность, адаптивность и интерпретируемость образовательного процесса. Логичным продолжением становится рассмотрение архитектуры образовательной среды в целом, понимаемой как многоуровневая система, где цели, процессы, инструменты и когнитивные траектории образуют целостную организацию.

АРХИТЕКТУРА СМЫСЛОЦЕНТРИЧНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

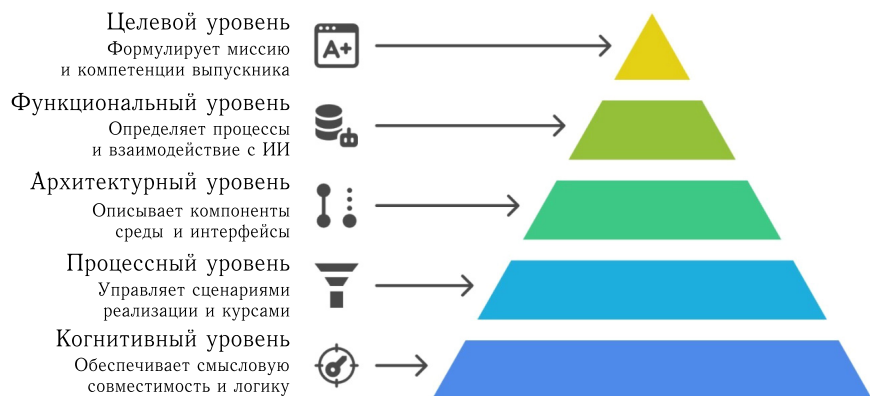
Образование в инженерии искусственного интеллекта требует не только владения технологиями, но и формирования структуры мышления, адекватной характеру решаемых задач. Такие задачи, как выбор

архитектуры нейросети, интерпретация результатов модели, верификация гипотезы или адаптация модели под новые данные, требуют не только технической, но и смысловой осознанности. Это возможно при наличии методологии, сочетающей системное представление об обучающей среде как целостной инженерной конструкции, а также когнитивно-смысловую структуру, обеспечивающую навигацию по знаниям, задачам и решениям.

Архитектура смыслоцентричной образовательной среды представлена как многоуровневая система (рисунок). Модель включает целевой, функциональный, архитектурный, процессный и когнитивный уровни, которые образуют целостную систему проектирования и реализации обучения. ИСМКШ пронизывает все уровни и обеспечивает их структурную согласованность, интерпретируемость и адаптивность.

Такое представление делает возможным инженерное проектирование образовательной среды с четкой структурой, архитектурной гибкостью и масштабируемостью. Методология смыслоцентричной организации основана на том, что обучение рассматривается как конструирование знаний, контент — как смысловая структура заданий, а преподаватель — как модератор смысловых траекторий. Роль ИСМКШ заключается в организации знаний, проектировании контента и создании интерпретируемых траекторий. Таким образом, ИСМКШ позволяет проектировать задания как смысловые действия, обеспечивать интерпретируемость и сопоставимость решений, а также выстраивать адаптивный контент, где один и тот же шаблон наполняется материалами разной сложности.

Для демонстрации универсальности предложенной методологии в таблице представлены примеры использования иерархической системы метрических концептуальных шаблонов в образовательных задачах инженерии искусственного интеллекта. Каждый пример отражает типовую задачу (выбор архитектуры нейросети, анализ ошибки модели,



Уровни образовательной среды

Примеры применения ИСКМШ

Задача	Когнитивная траектория	Метрики	Интерпретационные паттерны
Выбор архитектуры нейросети	Определение задачи → анализ ограничений (данные, ресурсы) → сравнение архитектур → эксперимент → аргументация выбора	Точность, скорость обучения, вычислительная сложность, обоснованность выбора	Сравнительные объяснения (ResNet vs EfficientNet), визуализация слоев
Анализ ошибки модели	Наблюдение ошибки → формулировка гипотезы («дисбаланс классов», «шум данных») → проверка метриками → интерпретация причин → корректирующее действие	Recall, precision, полнота объяснения, логичность выводов	Confusion matrix, визуализации SHAP/LIME
Оптимизация гиперпараметров (применение ИИ в медицине)	Анализ данных пациента → гипотеза (диагноз) → работа модели (CNN, NLP) → объяснение результата врачу → решение	Точность диагностики, объяснимость признаков, клиническая релевантность	Тепловые карты (Grad-CAM), текстовые пояснения для врачей

оптимизацию гиперпараметров), когнитивную траекторию ее решения, ключевые метрики и интерпретационные паттерны, обеспечивающие смысловую совместимость и интерпретируемость результатов.

Пилотная апробация предложенной обучающей инфраструктуры была проведена в рамках направления бакалавриата 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Инженерии искусственного интеллекта» института системного анализа и управления государственного университета «Дубна».

Результаты показали следующее:

- более 80 % студентов отметили повышение вовлеченности и осмысленности обучения;
- студенты демонстрировали способность объяснять не только полученные результаты, но и собственный выбор методов и параметров, что подтверждает рост уровня интерпретации решений;
- около 70 % участников справились с проектными заданиями с минимальной поддержкой преподавателя, что свидетельствует о росте когнитивной автономии;
- командные проекты стали более согласованными: ИСКМШ обеспечили общий язык для описания задач и аргументации [4].

Таким образом, первый этап апробации подтвердил эффективность методологии и ее потенциал для дальнейшего развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная модель образовательной среды в инженерии искусственного интеллекта основана на системном подходе и когнитивно-смысловой интеграции, где иерархическая система метрических концептуальных шаблонов формирует смысловое ядро обучения, обеспечивая структурированность, интерпретируемость и адаптивность. Новизна исследования заключается в смещении акцента с цифровых инструментов на когнитивные траектории, определяющие качество подготовки инженеров ИИ. Применение ИСМКШ снижает фрагментарность знаний, повышает вовлеченность и способствует формированию системного инженерного мышления. Перспективы работы связаны с дальнейшим внедрением и расширением применения ИСМКШ в образовательных программах, интеграцией с LLM- и ХАИ-инструментами, а также разработкой репозитория шаблонов для разных дисциплин и уровней подготовки.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124112200072-2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Искусственный интеллект в России: динамика рынка, ключевые тренды и перспективы роста. <https://marketing.rbc.ru/articles/15893/> (дата обращения 29.05.2025).
2. Динамика активных вакансий в сфере анализа данных и машинного обучения в России за 10 лет. <https://expertjob.ru/blog/dinamika-vacancy-v-sfere-ml-data-scientist-v-rossii-2014-2024> (дата обращения 29.05.2025).
3. Cheremisina E., Tokareva N., Kirpicheva E. *et al.* The Concept of Training IT Professionals in the Cross-Cutting Digital Technologies // CEUR Workshop Proc. 2021. V. 9. P. 525–529.
4. Миловидова А. А., Раимов А. Р. Разработка обучающей инфраструктуры для подготовки специалистов в области инженерии систем искусственного интеллекта с применением виртуальной компьютерной лаборатории // Тр. Всерос. науч.-практ. конф. «Инновации в инженерном образовании», Москва, 10 апр. 2025 г. М.: Русайнс, 2025. С. 158–163.
5. Ярушев С. А., Ануров А. О., Аверкин А. Н., Лукьянов А. Н. Объяснительный искусственный интеллект в задачах распознавания лиц // Мягкие измерения и вычисления. 2025. Т. 87, № 2. С. 36–49; DOI: 10.36871/2618-9976.2025.02.004.
6. Черемисина Е. Н., Кирпичева Е. Ю., Токарева Н. А., Миловидова А. А. Базовые задачи искусственного интеллекта на примере геологоразведки // Геоинформатика. 2024. № 4. С. 83–92; <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-4-83-92>.