

БОЛЬШИЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ ПРИ РЕШЕНИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Кричевский Михаил Лейзерович¹,

д-р техн. наук, профессор,

e-mail: mkrichovsky@mail.ru,

¹Государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП),

г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассматриваются большие языковые модели в контексте автоматизации рутинных педагогических задач. Проведен краткий анализ задач, возникающих при работе преподавателя высшей школы, выделены наиболее важные проблемы, в решении которых можно использовать методы искусственного интеллекта. Представлена и описана концепция искусственного интеллекта, которая включает в качестве составных элементов машинное обучение, глубокое обучение и генеративный искусственный интеллект. Показана эволюция больших языковых моделей, которые относятся к сфере генеративного искусственного интеллекта и характеризуются способностью создавать текст, изображения, код и аудио. Приведены результаты трансформации больших языковых моделей с момента их возникновения до появления последних моделей. Показаны возможности использования российской большой языковой модели типа GigaChat в учебном процессе, указаны пути применения и намечены дальнейшие планы. Обращено внимание на ограничения использования в учебном процессе генеративных моделей, связанных с проявлением галлюцинаций больших языковых моделей и тщательностью составления запроса.

Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, большая языковая модель, машинное обучение, глубокое обучение, подготовка учебных материалов

LARGE LANGUAGE MODELS IN SOLVING PEDAGOGICAL PROBLEMS

Krichevsky M.L.¹,

doctor of technical sciences, professor,

e-mail: mkrichovsky@mail.ru,

¹Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI), Saint Petersburg, Russia

The article examines large language models in the context of automation of routine pedagogical tasks. A brief analysis of the tasks that arise during the work of a higher school teacher is carried out, and the most important problems that can be solved using artificial intelligence methods are highlighted. The concept of artificial intelligence is presented and described, which includes machine learning, deep learning and generative artificial intelligence as constituent elements. The evolution of large language models that belong to the field of generative artificial intelligence and are characterized by the ability to create text, images, code and audio is shown. The results of the transformation of large language models from the moment of their emergence to the appearance of the latest models are presented. The possibilities of using the Russian large GigaChat-type language model in the educational process are shown, ways of application are indicated and further plans are outlined. Attention is drawn to the limitations of the use of generative models in the educational process related to the manifestation of hallucinations of large language models and the thoroughness of the query.

Keywords: generative artificial intelligence, large language model, machine learning, deep learning, preparation of educational materials

Введение

Интеграция искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI) в индустрию образования быстро ускоряется, трансформируя методы преподавания и улучшая результаты обучения. От компьютерного обучения до персонализированного адаптивного обучения и создания контента ИИ произвел революцию в секторе образования, обслуживая различные возрастные группы и области обучения. В эпоху AI основная цель образования состоит в том, чтобы преобразовать знания в интеллект и воспитать умных людей. Большие языковые модели (Large Language Model, LLM), в основе которых лежат технологии естественного языка, органично вписываются в развитие индустрии образования и адаптируются к огромным изменениям в интеллектуальном образовании. Эти модели обладают потенциалом для поддержки и улучшения различных аспектов процесса обучения, делая образование более доступным и эффективным [1–3].

При формировании различных документов, которые требуются от преподавателя вуза, например, рабочей программы дисциплины (РПД), необходимо затратить большие временные и интеллектуальные ресурсы [4]. Обычно каждый учебный год РПД пересматриваются, актуализируются, в них добавляются новые материалы, указываются последние опубликованные источники по теме дисциплины. Времени и знаний преподавателя требуется еще больше, если речь идет о новой дисциплине. Вследствие этого в работе рассматривается подход применения LLM, который в определенной степени может помочь преподавателю в создании учебных материалов.

Цель работы заключается в кратком обзоре состояния больших языковых моделей, являющихся разновидностью генеративного искусственного интеллекта, и применении модели типа GigaChat в образовательном процессе для автоматизации рутинных и трудоемких педагогических задач.

В исследовании используется аналитический подход, основанный на изучении педагогического опыта.

Генеративный искусственный интеллект

Для лучшего понимания предлагаемого подхода к решению педагогических задач следует сделать краткий обзор последних достижений в области AI.

Технологии AI изменили то, как мы взаимодействуем с данными и принимаем решения, что привело к появлению неизведанных путей как в обществе, так и в экономике. Однако по мере того, как мы вступаем в новую эру генеративного искусственного интеллекта (Generative Artificial Intelligence, GAI), становится все более важным понимание основных различий в GAI как быстро развивающейся технологии [5]. Представим краткий обзор AI и его подобластей: машинного обучения (Machine Learning, ML), глубокого обучения (Deep Learning, DL) и GAI. Концепция AI и его составляющих показана на рисунке 1.

В последние годы методы AI, машинного и глубокого видов обучения привлекли значительное внимание, зарекомендовав себя в качестве координационных центров в технологическом секторе. Эти подмножества AI используются для автоматизации процессов, прогнозирования результатов и получения аналитической информации из обширных наборов данных. Несмотря на некоторые общие характеристики, эти области демонстрируют глубокие различия, сводящиеся к следующим [6].

Искусственный интеллект (AI) считается зонтичным термином, охватывающим различные вычислительные алгоритмы, и выполняет задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта, такие как понимание естественного языка, распознавание закономерностей, принятие решений и обучение на основе опыта. Ранние системы AI, например, экспертные системы и базы знаний, основывались на правилах и были направлены на поддержку пользователей и бизнеса в принятии решений. Искусственный интеллект является ключевым столпом информатики, представляет собой сложную и динамичную область, которая включает в себя широкий спектр методов, позволяющих машинам проявлять способности, аналогичные человеческому познанию, начиная от выполнения простых задач и заканчивая сложным решением проблем и принятием решений. Сфера AI направлена на создание систем, которые могут анализировать окружающую среду, учиться на опыте, делать выводы, понимать сложные концепции и даже проявлять творческий потенциал, что традиционно считалось уникальным

для человеческого интеллекта. Обычно AI определяют как область, охватывающую любую технологию, которая наделяет компьютеры когнитивными способностями, подобными человеческим [7].

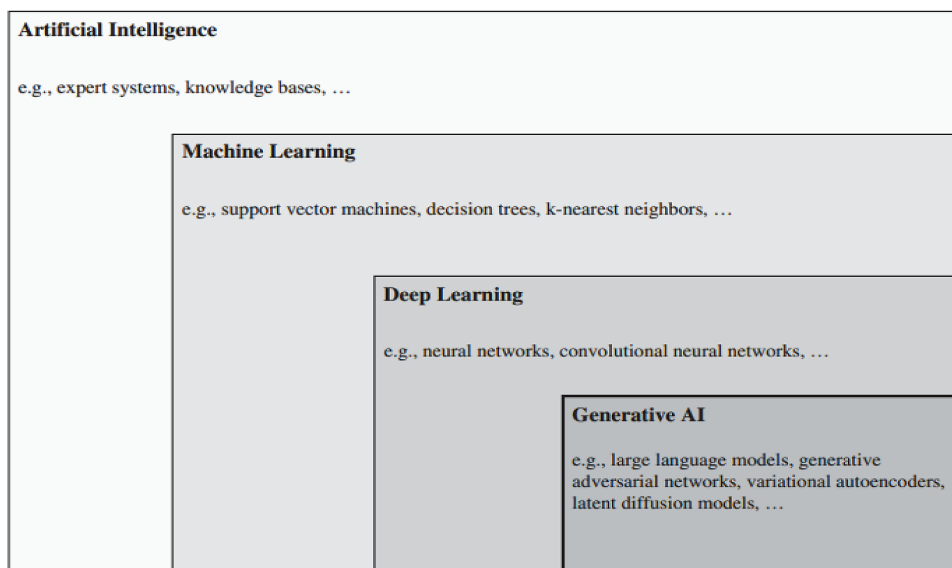


Рисунок 1 – Концепция искусственного интеллекта [5]

Машинное обучение (ML), являющееся важным подмножеством AI, прежде всего, связано с расшифровкой шаблонов, которые встроены в наборы данных. Этот сложный процесс не только позволяет машинам выводить правила оптимального поведения, но и помогает им адаптироваться к меняющимся обстоятельствам в мире. Алгоритмы, задействованные в этом направлении, хотя и не являются новыми, известны и исследуются на протяжении десятилетий, а в некоторых случаях и столетий [8]. Тем не менее именно недавние прорывы в области информатики и параллельных вычислений наделили эти алгоритмы способностью работать в беспрецедентных масштабах. Теперь они могут обрабатывать и анализировать объемные наборы данных, что ранее было недостижимо. Это привело к расширению сферы применения и влияния машинного обучения, открыв новую эру в области AI.

Глубокое обучение (DL) – подмножество машинного обучения, представляет собой набор взаимосвязанных техник, подобных деревьям решений или методу опорных векторов [9]. Недавний всплеск его популярности можно в значительной степени объяснить значительными успехами, достигнутыми в области параллельных вычислений. Это позволило методам глубокого обучения обрабатывать большие наборы данных и выполнять более сложные вычисления, что привело к повышенному интересу и широкому применению в этой области. Тем не менее существует значительная разница между ML и DL с точки зрения методов обучения, которые они используют. Алгоритмы машинного обучения обычно используют либо контролируемый, либо неконтролируемый подходы к обучению. В первом случае, например, алгоритм может быть обучен с использованием коллекции размеченных изображений кошек и собак, что позволяет ему предсказывать, будет ли на новом изображении кошка или собака. Во втором – алгоритмы неконтролируемого обучения используются, когда входные данные не имеют обозначенных выходов, и их целью является выявление закономерностей в данных. В области глубокого обучения алгоритмы в основном используют форму контролируемого обучения, известную как глубокие нейронные сети. Эти сети состоят из нескольких слоев взаимосвязанных узлов, предназначенных для иерархической обработки данных.

Генеративный искусственный интеллект (GAI) представляет собой подмножество сложных моделей DL, предназначенных для создания текста, изображений или кода на основе текстовых или визуальных входных данных. Это достигается путем изучения закономерностей на основе существующих данных, а затем использования этих знаний для создания новых и уникальных выходных данных. GAI способен создавать высокореалистичный и сложный контент, который имитирует творческие способности человека. GAI – это область AI, фокусирующаяся на создании таких алгоритмов и моделей, кото-

рые могут порождать новые и реалистичные данные, напоминающие закономерности из обучающего набора данных [10]. Иначе говоря, GAI относится к классу систем AI, которые производят совершенно новые данные. Эти системы или модели обучены на огромных наборах данных для создания чего-то совершенно нового на основе полученной из данных информации.

Большие языковые модели

Язык — это способность человека выражать свои мысли и общаться, что проявляется в раннем детстве и развивается на протяжении всей жизни. Машины, однако, не могут естественным образом осознать способности понимания и общения в форме человеческого языка, если не оснащены алгоритмами сильного AI. Это была давняя исследовательская задача по достижению такой цели: дать возможность машинам читать, писать и общаться как люди [11].

Обратимся к рассмотрению больших языковых моделей (Large Language Model, LLM), которые являются разновидностью алгоритмов искусственного интеллекта, применяющего методы нейронных сетей с множеством параметров для обработки и понимания человеческих языков или текста. Развитие LLM в значительной степени обязано появлению трансформера (*transformer*). Сетевая архитектура трансформера, которая основана на механизмах внимания и полностью исключая повторения (рекуррентность) и свертки, впервые была предложена в 2017 году [12]. Модели, основанные на трансформерах, к настоящему времени преодолели многие трудности, с которыми сталкивались другие подходы, и стали новой ключевой парадигмой. Эволюцию языковых моделей с точки зрения способности решать задачи можно разделить на четыре основных этапа [13] (рисунок 2).

1. *Статистические языковые модели* (Statistical Language Models, SLM) рассматривают текст как последовательность слов и оценивают вероятность текста как произведение вероятностей их слов. Доминирующей формой SLM являются модели цепей Маркова, известные как n -граммы, которые вычисляют вероятность слова, обусловленную прохождением $(n - 1)$ слов. Поскольку вероятности слов оцениваются с помощью подсчета слов и n -грамм, собранных из текстовых корпусов, модель должна иметь дело с разреженностью данных (т.е. присваивать нулевые вероятности отсутствующим словам или n -граммам) с помощью сглаживания. Во многих NLP-системах широко используются n -граммы. Однако эти модели неполны в том смысле, что они не могут полностью охватить разнообразие и изменчивость естественного языка из-за разреженности данных.

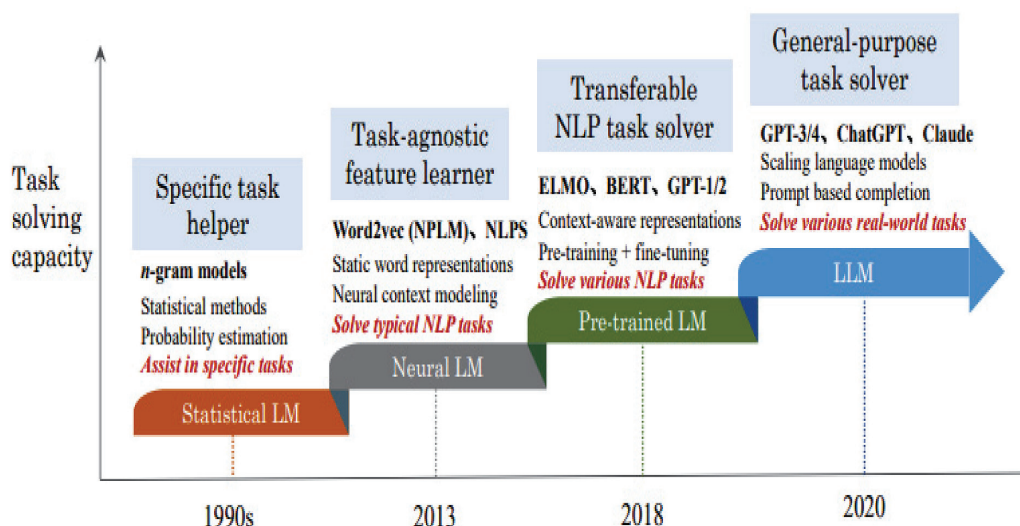


Рисунок 2 – Процесс эволюции четырех поколений языковых моделей [13]

2. *Нейронные языковые модели* (Neural Language Models, NLM) имеют дело с разреженностью данных вследствие представления слов низкоразмерными векторами встраивания (*embedding vectors*).

Эти модели предсказывают следующее слово на основе агрегации векторов встраивания с помощью нейронных сетей. Векторы встраивания определяют скрытое пространство, где семантическое сходство между векторами может быть легко вычислено как расстояние между ними. Это открывает двери для вычисления семантического сходства любых двух входных данных, независимо от их форм, например, запросы и документы в веб-поиске, предложения на разных языках в машинном переводе. Ранние NLM являлись моделями, специфичными для рассматриваемой задачи.

3. *Предварительно обученные языковые модели* (Pre-trained Language Models, PLM), в отличие от ранних NLM, не зависят от задачи. Эта свойство также распространяется на изученное пространство скрытого встраивания. Обучение и вывод PLM следуют парадигме предварительного обучения и тонкой настройки, где языковые модели с рекуррентными нейронными сетями или трансформерами предварительно обучаются на неразмеченных текстовых корпусах веб-масштаба для общих задач, таких как предсказание слов, а затем тонко настраиваются на конкретные задачи с использованием небольших объемов (помеченных) данных, специфичных для задачи.

4. *Большие языковые модели* (Large Language Models, LLM) в основном относятся к нейронным языковым моделям на основе трансформеров, которые содержат от десятков до сотен миллиардов параметров, предварительно обученных на больших объемах текстовых данных. По сравнению с PLM, LLM не только намного больше по размеру модели, но и демонстрируют более полное понимание языка и способности к генерации и, что более важно, эмерджентные способности, которых нет в более мелких языковых моделях.

Образование и большие языковые модели

Введение AI в индустрию образования продвигается шаг за шагом, от машинного обучения (реализации способности хранить и считать) к глубокому обучению (реализации способности видеть и слышать), а теперь и к LLM (способным понимать и создавать). В современную эпоху энергичное развитие качественного образования и активное развертывание учебной интеллектуальной аппаратуры по всей стране представляют собой активную трансформацию учебно-тренировочных мероприятий. Благодаря давнему сосуществованию и сотрудничеству между преподавателями и моделями AI, LLM стали одной из самых важных технологий в человеческом интеллекте.

Приложение LLM для образовательных целей можно классифицировать в зависимости от роли его пользователей и сценария использования в образовании. В работе [2] обсуждены преимущества, которые приносят LLM в образование. Таксономия основных образовательных приложений LLM показана на рисунке 3.

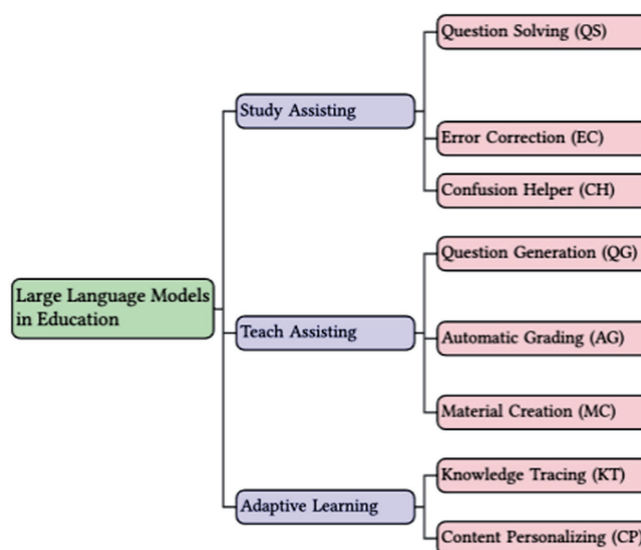


Рисунок 3 – Таксономия LLM для образовательных приложений [2]

С целью сокращения объема статьи рассмотрим только один кластер.

Помощь в обучении (Teach Assisting, TA)

Учитывая способности LLM к логическому мышлению и решению проблем, разработка моделей обучения на основе LLM стала еще одной популярной темой исследований в области образования за последнее время. С помощью вспомогательных алгоритмов преподаватели могут избавиться от ранее обременительных рутинных рабочих нагрузок и сосредоточить свое внимание на обучении в аудиториях, которые не могут быть заменены существующими моделями машинного обучения.

Генерация вопросов (Question Generation, QG)

Благодаря использованию в педагогической практике QG стала одной из самых популярных исследовательских тем в приложениях LLM для образования. Предлагается использовать LLM для создания вопросов на понимание прочитанного, сначала тонко настраивая их с помощью дополнительных материалов для чтения и отрывков из учебников, а затем, используя подход к управляемой генерации текста, тонко настроенные LLM направляются на создание более связных отрывков на основе заданных ключевых слов темы. Кроме того, анализируется способность LLM создавать вопросы с несколькими вариантами ответов (Multiple-Choice Questions, MCQ), согласованные с конкретными целями обучения на курсах программирования Python в высших учебных заведениях. За счет интеграции нескольких модулей управления предлагаемый фреймворк способен создавать MCQ с понятным языком, единственным правильным выбором среди отвлекающих факторов.

Автоматическое оценивание (Automatic Grading, AG)

Исследования автоматических оценщиков заданий были предложены гораздо раньше появления LLM. Тем не менее из-за ограничений в обучаемости предыдущих моделей большинство существующих алгоритмов автоматической оценки сосредоточены на изучении сравнений между решениями и ответами учащихся. С появлением LLM задачи оценивания стали легко решаемыми. В ряде исследований впервые изучается использование LLM для автоматической оценки вопросов и написания эссе с использованием алгоритмов быстрой настройки. Включая всесторонний контекст, четкие рубрики и высококачественные примеры, LLM демонстрирует свою хорошую производительность в задачах оценивания. Кроме того, в процесс оценивания дополнительно включается цепочка рассуждений. Такой подход предписывает LLM сначала проанализировать и объяснить предоставленные материалы, прежде чем делать окончательные выводы о баллах. С такими изменениями LLM будут не только генерировать результаты оценки, но и предоставлять подробные комментарии к ответам студентов, что поможет студентам узнать, как улучшить свои результаты в следующий раз.

Создание материалов (Material Creation, MC)

Исследователи находят большой потенциал LLM для помощи преподавателям при создании высококачественных учебных материалов. Например, проведено исследование использования LLM при создании курсов профессиональной подготовки и повышения квалификации взрослых [14]. В этом исследовании рассматривается, как модель ChatGPT может быть использована в разработке материалов, оптимизируя процесс создания ресурсов, адаптированных к потребностям отдельных учащихся. За счет использования таких стратегий сгенерированные примеры работ получают положительные отзывы от студентов. Итеративный процесс взаимодействия с LLM позволяет уточнять и улучшать учебную программу на основе предложений и идей модели. Важно отметить, что такая модель действует как вспомогательный инструмент, расширяя знания и вклад опытных преподавателей. Сотрудничество между человеком и AI в процессе разработки программы курса способствует созданию комплексных и эффективных планов обучения, которые соответствуют желаемым целям преподавателей. В таблице 1 приводится сравнительный анализ основных характеристик GigaChat и других LLM применительно к образовательному процессу.

Таблица 1 – Сравнительный анализ GigaChat и других LLM

Критерий	GigaChat (SberDevices)	ChatGPT (OpenAI)	Yandex YaLM 2.0	Claude (Anthropic)
Язык обучения	русский	английский (multilingual частично)	русский	английский

Объем модели	~18 млрд параметров	~175 млрд (GPT-3.5) / >500 млрд (GPT-4)	около 100 млрд+	около 100 млрд (Claude 2)
Доступность	ограничена аккаунтом Сбер ID	открытый API / Chat-интерфейс	ограниченный доступ, используется в поиске Яндекса	по приглашению / API
Интерфейс	текстовый чат	чат, API, IDE	чат + встроенные в экосистему Яндекса	web-интерфейс и API
Мультимодальность	да (текст, изображения, код)	да (в GPT-4)	ограниченная	ограниченная
Примеры для образования	генерация РПД	генерация тестов, курсов, оценка ответов	генерация материалов на русском	философски ориентированный диалог, эссе
Обработка галлюцинаций	ручная проверка	встроенные механизмы, но случаи возможны	не раскрыто	делает акцент на «безопасности» и логике вывода

Анализируя представленные в таблице 1 сведения, в дальнейшем исследовании сделан выбор на применении российской языковой модели GigaChat в образовательной среде, что особенно актуально в условиях стремления к технологическому суверенитету. Принципиально для решения педагогических задач можно применять и другие модели, но цель исследования заключается в формировании элементов учебных материалов, а не в сравнении эффективности той или иной модели для решения задачи.

Применение LLM для решения педагогических задач с помощью GigaChat

Рассмотрим применение LLM типа GigaChat для ряда задач из сферы образования. Вначале приведем основные сведения об этой модели (таблица 2).

Таблица 2 – Основные сведения о нейросети GigaChat

Разработчик	SberDevices
Тип модели	мультимодальная нейросеть
Основные компоненты	ruGPT-3, FRED-T5, ruCLIP, Kandinsky
Архитектура	открытая
Языки	только русский
Обучение	18 млрд параметров
Доступность	нужен аккаунт «Сбер ID»
Интерфейс	текстовый чат
Возможности	создание текста написание программного кода генерация изображений

Используем возможности этой модели для генерации текста программы курса по дисциплине «Методы искусственного интеллекта в менеджменте», которую автор, являясь преподавателем кафедры бизнес-информатики и менеджмента, читает в университете. Обычно такой компонент входит в состав РПД.

Вначале необходимо составить запрос (подсказку). Как указано в [15], подсказывание является основным подходом к использованию LLM для решения различных задач. Качество подсказок в значительной степени влияет на производительность LLM при выполнении конкретных задач. Разработка подсказок (Prompt Engineering, PE) – это процесс структурирования инструкции, которую может интерпретировать и понять генеративная модель AI. Подсказка – это текст на естественном языке, описывающий задачу, которую должен выполнить AI. По существу, PE – это процесс создания функции, которая приводит к наиболее эффективному выполнению последующей задачи. Во многих работах это включало в себя оперативную разработку шаблонов, когда человек-инженер или алгоритм ищет лучший шаблон для каждой задачи, которую должна выполнять модель. Вначале необходимо рассмотреть форму подсказки, а затем решить, следует ли использовать ручной или автоматизированный подход для

создания подсказок желаемой формы. Хорошо продуманная подсказка очень полезна для выявления способностей LLM для выполнения конкретных задач. Воспользуемся ручным режимом и составим подсказку в следующем виде:

Запрос: Для дисциплины «Методы искусственного интеллекта в менеджменте» необходимо подготовить программу курса. Длительность курса – 32 академических часа (16 лекций в течение семестра). Составить программу из четырех частей, каждая часть – из четырех лекций, всего 16 лекций

Вот ответ GigaChat (приводится в сокращенном виде)¹:

Часть I. Введение в искусственный интеллект и его применение в менеджменте

Лекция 1. История развития ИИ. Основные понятия и определения.
Обзор истории создания и эволюции ИИ.
Определение ИИ, машинного обучения, глубокого обучения.
Различие между ИИ и традиционными компьютерными системами.
⋮

Часть IV. Практические аспекты применения ИИ в менеджменте
⋮

Лекция 16. Будущее ИИ в менеджменте и перспективы развития.
Тенденции и прогнозы развития ИИ-технологий.
Вызовы и возможности для бизнеса.
Этические вопросы и будущее взаимодействия человека и машины.

По мнению автора, имевшего возможность видеть программу курса полностью, необходимо несколько изменить последовательность лекционного материала, но в целом сгенерированный материал может служить отправной точкой при создании РПД. Конечно, преподавателю необходимо добавлять практические занятия, тестовые вопросы, задания на курсовую работу и пр., но в определенной степени реальная помощь от использования такой модели есть.

Следует отметить возможное наличие галлюцинаций в сгенерированном тексте. Концепция галлюцинации уходит своими корнями в область психологии и определяется как восприятие сущности или события, отсутствующего в реальности [16]. В сфере обработки естественного языка галлюцинацию обычно называют феноменом, при котором сгенерированный контент кажется бессмысленным или неверным. Это понятие имеет отдаленное сходство с феноменом галлюцинаций, наблюдаемым в человеческой психологии. Вопрос о галлюцинациях в рамках LLM привлек значительное внимание, что вызывает опасения по поводу надежности LLM и их использования в практическом применении. По мере того, как LLM становятся все более искусными в создании текста, похожего на человеческий, точное различение галлюцинированного и фактического контента становится все более важным. Однако в рассматриваемой задаче ввиду незначительного объема сгенерированного текста и его внимательного просмотра галлюцинаций не обнаружено. Укажем еще, что автор с коллегами выполнили работу по использованию LLM в области управления человеческими ресурсами [17], где также не выявлено проявления галлюцинаций.

Заключение

Проведен обзор состояния больших языковых моделей в контексте автоматизации рутинных и трудоемких педагогических задач. Выполнен сравнительный анализ основных характеристик GigaChat

¹ Текст, выделенный цветом, сгенерирован искусственным интеллектом.

и других LLM применительно к образовательному процессу. Показано, что по сравнению с другими LLM, GigaChat выступает как достойный инструмент в русскоязычной среде, но требует развития, в том числе через обратную связь от практиков. Показана возможность использования большой языковой модели GigaChat в образовательном процессе в части оказания помощи преподавателю при составлении различных компонентов рабочей программы дисциплины. Проявления галлюцинаций в GigaChat, которые наблюдаются иногда в больших языковых моделях, не обнаружены. Таким образом, сделана привязка к практическим задачам преподавателя, предоставлен алгоритм применения LLM для создания структуры курсов.

Список литературы

1. *Shen Wang, Tianlong Xu, Hang Li et al.* Large Language Models for Education: A Survey and Outlook. 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2403.18105> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
2. *Hanyi Xu, Wensheng Gan, Zhenlian Qi et al.* Large Language Models for Education: A Survey. 2024. – DOI 10.48550/arXiv.2405.13001.
3. *Gan W., Qi Z., Wu J., Lin J.C.W.* Large Language Models in Education: Vision and Opportunities // IEEE International Conference on Big Data, IEEE. – 2023. – P. 4776–4785.
4. *Семенов А.В., Парфенова М.Я.* Вопросы построения и организации учебного материала в электронной информационно-образовательной среде // Дистанционное образование: трансформация, преимущества, риски и опыт: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Уфа, 2022. – С. 8–19.
5. *Banh L., Strobel G.* Generative artificial intelligence // Electronic Markets. – 2023. – Vol. 33, No. 1. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00680-1> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
6. *Zhuhadar L., Lytras M.* The Application of AutoML Techniques in Diabetes Diagnosis: Current Approaches, Performance, and Future Directions // Sustainability. – 2023. – No. 15. – URL: <https://doi.org/10.3390/su151813484> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
7. *Zhang C., Lu Y.* Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects // Journ. of Industrial Information Integration. – 2021. – No. 23. – P. 100224. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
8. *Minaee S., Mikolov T., Nikzad N.* Large Language Models: A Survey, arXiv:2402.06196v2. 2024. – URL: <https://doi.org/10.48550> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
9. *Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А.* Глубокое обучение. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – 642 с.
10. *Фостер Д.* Генеративное глубокое обучение. – Астана: Спринт Бук, 2024. – 448 с.
11. *Turing A.M.* Computing machinery and intelligence // Mind. – 1950. – Vol. LIX, No. 236. – P. 433–460.
12. *Vaswani A., Shazeer N.M., Parmar N. et al.* Attention is All you Need. Neural Information Processing Systems. arXiv:1706.03762. 2017. – URL: <https://doi.org/10.48550/> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
13. *Zhao W.X., Zhou K., Li J. et al.* A Survey of Large Language Models. arXiv:2303.18223. 2023. – URL: <https://doi.org/10.48550/> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
14. *Leiker D., Finnigan S., Gyllen A.R. et al.* Prototyping the use of Large Language Models (LLMs) for adult learning content creation at scale. arXiv preprint arXiv:2306.01815. 2023.
15. *Liu P., Yuan W., Fu J. et al.* Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing, CoRR abs/2107.13586. 2021. – URL: <https://arxiv.org/abs/2107.13586>. arXiv:2107.13586 (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
16. *Huang Lei, Weijiang Yu, Weitao Ma et al.* A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions // ACM Transactions on Information Systems. – 2025. – Vol. 43, No. 2. – P. 1–55. – URL: <https://doi.org/10.1145/3703155> (дата обращения: 19.04.2025). – Текст: электронный.
17. *Кричевский М.Л., Мартынова Ю.А., Дмитриева С.В.* Применение больших языковых моделей в управлении человеческими ресурсами // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 19. – С. 173–183.

References

1. *Shen Wang, Tianlong Xu, Hang Li et al.* Large Language Models for Education: A Survey and Outlook. 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2403.18105> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
2. *Hanyi Xu, Wensheng Gan, Zhenlian Qi et al.* Large Language Models for Education: A Survey. 2024. – DOI 10.48550/arXiv.2405.13001.
3. *Gan W., Qi Z., Wu J., Lin J.C.W.* Large Language Models in Education: Vision and Opportunities // IEEE International Conference on Big Data, IEEE. – 2023. – P. 4776–4785.
4. *Semenov A.V., Parfenova M.Ya.* Voprosy postroeniya i organizacii uchebnogo materiala v elektronnoj informacionno-obrazovatel'noj srede // Distancionnoe obrazovanie: transformaciya, preimushchestva, riski i opyt: materialy III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. – Ufa, 2022. – S. 8–19.
5. *Banh L., Strobel G.* Generative artificial intelligence // Electronic Markets. – 2023. – Vol. 33, No. 1. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00680-1> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
6. *Zhuhadar L., Lytras M.* The Application of AutoML Techniques in Diabetes Diagnosis: Current Approaches, Performance, and Future Directions // Sustainability. – 2023. – No. 15. – URL: <https://doi.org/10.3390/su151813484> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
7. *Zhang C., Lu Y.* Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects // Journ. of Industrial Information Integration. – 2021. – No. 23. – P. 100224. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
8. *Minaee S., Mikolov T., Nikzad N.* Large Language Models: A Survey, arXiv:2402.06196v2. 2024. – URL: <https://doi.org/10.48550> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
9. *Gudfellow Ya., Bendzhio I., Kurvill' A.* Glubokoe obuchenie. – Moskva: DMK Press, 2018. – 642 s.
10. *Foster D.* Generativnoe glubokoe obuchenie. – Astana: Sprint Buk, 2024. – 448 s.
11. *Turing A.M.* Computing machinery and intelligence // Mind. – 1950. – Vol. LIX, No. 236. – P. 433–460.
12. *Vaswani A., Shazeer N.M., Parmar N. et al.* Attention is All you Need. Neural Information Processing Systems. arXiv:1706.03762. 2017. – URL: <https://doi.org/10.48550/> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
13. *Zhao W.X., Zhou K., Li J. et al.* A Survey of Large Language Models. arXiv:2303.18223. 2023. – URL: <https://doi.org/10.48550/> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
14. *Leiker D., Finnigan S., Gyllen A.R. et al.* Prototyping the use of Large Language Models (LLMs) for adult learning content creation at scale. arXiv preprint arXiv:2306.01815. 2023.
15. *Liu P., Yuan W., Fu J. et al.* Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing, CoRR abs/2107.13586. 2021. – URL: <https://arxiv.org/abs/2107.13586>. arXiv:2107.13586 (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
16. *Huang Lei, Weijiang Yu, Weitao Ma et al.* A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions // ACM Transactions on Information Systems. – 2025. – Vol. 43, No. 2. – P. 1–55. – URL: <https://doi.org/10.1145/3703155> (data obrashcheniya: 19.04.2025). – Tekst: elektronnyj.
17. *Krichevskij M.L., Martynova Yu.A., Dmitrieva S.V.* Primenenie bol'shih yazykovykh modelej v upravlenii chelovecheskimi resursami // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya. – 2024. – T. 19. – S. 173–183.

Статья поступила в редакцию: 09.04.2025

Received: 09.04.2025

Статья принята к публикации: 05.05.2025

Accepted: 05.05.2025