

Искусственные общества. 2013-2026

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

Все права защищены

Выпуск 1 Том 18. 2023

Большие языковые модели четвёртого поколения как новый инструмент в научной работе

Брагин Алексей Владимирович

*Центральный экономико-математический институт Российской академии наук
Российская Федерация, Москва*

Бахтизин Альберт Рауфович

*Центральный экономико-математический институт Российской академии наук
Российская Федерация, Москва*

Макаров Валерий Леонидович

*Научный руководитель Центрального экономико-математического института
Российской академии наук
Российская Федерация, Москва*

Аннотация

В данном исследовании рассматриваются новейшие достижения в области глубокого обучения, включая сверточные, рекуррентные и графовые нейронные сети и механизмы внимания, а также их вклад в развитие предварительно-обученных языковых моделей. Представлен краткий обзор литературы, в котором обсуждается использование предварительно обученных языковых моделей в научных исследованиях и образовании в различных областях науки. Проведены эксперименты по применению ChatGPT в области экономики. Авторы представляют анализ преимуществ и ограничений, связанных с ChatGPT, предоставляя рекомендации для его использования в научной работе. Кроме того, статья демонстрирует способность ChatGPT генерировать программы на C# для агент-ориентированных моделей (ABM) и расчётных моделей общего равновесия (CGE), подчеркивая его потенциал для междисциплинарных исследований и практических приложений в экономике и вычислительном моделировании.

Ключевые слова: языковые модели, chatgpt, llm, агент-ориентированное моделирование

Брагин А. В., Бахтизин А. Р., Макаров В. Л. Большие языковые модели четвёртого поколения как новый инструмент в научной работе // Искусственные общества. 2023. Т. 18. Выпуск 1. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800025046-9-1/> DOI: 10.18254/S207751800025046-9

1

Введение

Развитие глубокого обучения привело к широкому использованию различных нейронных сетей для решения задач обработки естественного языка (NLP), включая свёрточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN), нейронные сети на основе графов (GNN) и механизмы внимания [12]. Ключевым преимуществом этих нейронных моделей является их способность в некотором роде упростить разработку модели. Традиционные не-нейронные подходы к задаче NLP, как правило, в значительной степени зависят от дискретных, вручную создаваемых функций, в то время как нейросетевые методы обычно используют низкоразмерные и плотные векторы (также называемые распределённым представлением) для неявного представления синтаксических или семантических аспектов языка.

2

Большое количество исследований проведённых за последнее время показало, что предварительно обученные (pre-trained models – PTM) модели на больших корпусах текстов могут обучиться универсальным языковым представлениям, которые полезны для последующих задач NLP и позволяют избежать обучения новой модели с нуля. С развитием вычислительной мощности, появлением глубоких моделей и постоянным совершенствованием навыков обучения архитектура PTM продвинулась от поверхностной к глубокой.

3

В статье рассматриваются история разработки и текущее состояние больших языковых моделей, приводятся примеры использования таких моделей в работе учёных и исследователей в области экономики, а также проведения имитационного моделирования.

4

Статья организована следующим образом. Сначала рассматриваются существующие на данный момент поколения предварительно обученных моделей PTM. В основной части статьи рассматриваются теоретические основы реализации генеративных предварительно-обученных больших языковых моделей на архитектуре трансформер и даются примеры использования реализации такой модели в научной и практической работе. В завершение приводится анализ сложившейся ситуации и даются предположения по дальнейшему развитию таких моделей.

5

Поколения предварительно обученных моделей

Первое поколение PTM стремилось получить векторное представление слов. Поскольку эти модели не нужны для последующих задач, они обычно очень

неглубоки с точки зрения вычислительной эффективности. Примерами таких моделей являются Skip-Gram и GloVe. Хотя эти предварительно обученные векторы могут передать семантические значения слов, они не зависят от контекста и не могут уловить более высокоуровневые концепции в контексте, такие как разрешение многозначности, синтаксические структуры и семантические роли.

6 Второе поколение РТМ сосредоточено на изучении контекстных векторных представлений слов. Примерами таких моделей являются CoVe, ELMo, OpenAI GPT и BERT. Эти обученные модели по-прежнему необходимы для представления слов в контексте в последующих задачах NLP. Кроме того, также предлагаются различные задачи предварительного обучения для изучения РТМ с разными целями.

7 РТМ третьего поколения основываются на втором поколении, повышают производительность модели и устраняют некоторые ограничения. Хотя строгого определения или списка моделей, подпадающих под третье поколение, не существует, некоторые характеристики включают в себя:

- Улучшенное понимание контекста: РТМ третьего поколения могут включать в себя более продвинутые методы для лучшего понимания контекста и захвата сложных семантических отношений.
- Мультимодальное обучение: эти модели могут интегрировать информацию из нескольких источников или модальностей, таких как текст, изображения и аудио, для лучшего понимания и представления.
- Масштабируемость и эффективность: РТМ третьего поколения могут сосредоточиться на улучшении масштабируемости моделей при сохранении или повышении производительности, например, с помощью методов сжатия моделей или более эффективных архитектур.
- Более сложные задачи предварительного обучения: они могут включать в себя более сложные цели или задачи предварительного обучения, направленные на лучшее улавливание лингвистических и структурных свойств входных данных.

8 Новейшим является четвёртое поколение моделей РТМ. В дополнение к основным достижениям третьего поколения, добавляется следующее:

- Больше данных для обучения и больше параметров: РТМ четвертого поколения, такие как GPT-4, используют еще большие наборы данных и имеют значительно большее количество параметров по сравнению с их предшественниками. Это позволяет им улавливать более широкий спектр языковых моделей и нюансов.
- Улучшенные возможности понимания и генерации: эти модели демонстрируют лучшее понимание контекста, грамматики и семантики, что приводит к более связному и контекстуально точному созданию текста.
- Усовершенствованная точная настройка и перенос обучения: РТМ четвертого поколения можно более эффективно настраивать для конкретных задач, демонстрируя улучшенную производительность в широком спектре последующих приложений, таких как перевод, реферирование и ответы на вопросы.

- Постоянное внимание к масштабируемости и эффективности: хотя эти модели больше и сложнее, они также стремятся сбалансировать масштабируемость и эффективность, часто используя методы оптимизации обучения и логических выводов.

⁹ На данный момент к четвёртому поколению моделей РТМ относится только GPT-4 от компании OpenAI, а наиболее распространёнными моделями третьего поколения являются BERT и LLaMa. Эти модели можно рассматривать как универсальный инструмент для научной работы, а также как средство и метод для выполнения более специализированных задач в какой-либо конкретной области, например агент-ориентированного моделирования в экономике. Очевидно, что существуют как серьёзные ограничения применения такого инструмента, так и потрясающие новые возможности помощи учёным и исследователям в разных областях науки.

¹⁰

Практика применения языковых моделей в научной работе в мире

Данная тема сейчас является горячо обсуждаемой в научных кругах. Но в силу того, что публикационная активность по этой тематике значительно возросла только в течение последних нескольких месяцев, то число значимых и качественных работ в этой области пока ещё не высоко. Рассмотрим публикации наиболее авторитетных источников по этой тематике в разных областях науки.

¹¹ Этические проблемы создания научного контента с помощью ChatGPT в медицине опубликованы в статье [9] в журнале The Lancet. Также другой автор в другой работе [8] по медицинской тематике предостерегает студентов от чрезмерного использования ChatGPT во время обучения. Потенциальное влияние языковых моделей типа ChatGPT на индустрию образования в целом изложено в [5], а также в статье [13], имеющей довольно резкое для научных публикаций название, которое можно художественно перевести на русский язык как «ChatGPT: Генератор чуши или конец традиционным ценностям высшего образования?». Проблема плагиата публиковалась в [6] ещё за несколько лет до того, как большие языковые модели обрели такую популярность, и продолжает быть очень актуальной, о чём подробно написано в препринте [7]. Некоторые исследователи уже провели эксперименты относительно использования ChatGPT в разных областях науки. Например, в Индии в области медицины в [11] описывается интересный опыт генерации научной статьи по результатам проведённых исследований.

¹² Ключевым выводом подобных экспериментов является то, что результаты работы ChatGPT обязательно должны проверяться человеком. Модель ChatGPT часто генерирует совершенно верно оформленные ссылки на литературу, однако в процессе проверки выясняется, что в реальности либо у авторов нет таких публикаций, либо это вообще несуществующие авторы. То же самое касается и фактов, напрямую влияющих на результаты исследования.

¹³

Возможности применения ChatGPT в экономике

Ошибочность некоторых суждений и фактов, выдаваемых системой ChatGPT подтверждается и собственными примерами из области агент-ориентированного моделирования. Системе ChatGPT было дано указание рассказать в каких научных статьях описывается агент-ориентированная модель Швейцарии под названием MIMOSE для последующей ссылки в научных работах. Текст запроса на английском языке показан на рисунке 1.

14

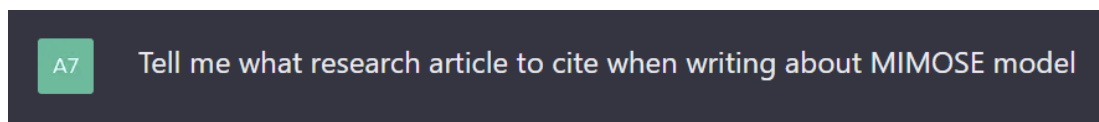


Рис. 1. Запрос на список статей для цитирования по модели MIMOSE

Важно упомянуть, что этот вопрос был задан в контексте беседы, которая началась с нескольких вопросов про большие агент-ориентированные модели стран и регионов (более подробно в [1] и [2]), и ChatGPT уже самостоятельно предоставил описание агент-ориентированной модели MIMOSE. Полный текст ответа на этот вопрос показан на рисунке 2.

16

Рис. 2. Ответ ChatGPT на запрос статей для цитирования о модели MIMOSE

В первом же предложении ChatGPT утверждает, что оригинальная статья, в которой описывается модель MIMOSE это [3]. Такая статья действительно существует и имеет такое же название, однако во-первых, она была опубликована в 2003 году, а не в 2012, во-вторых, не в Скандинавском журнале экономики (Scandinavian Journal of Economics), в-третьих статья хоть и является статьей по тематике агент-ориентированного моделирования, но никак не затрагивает модель Швейцарии под названием MIMOSE. Стоит отметить с какой безапелляционностью ChatGPT заявляет об обратном.

Следующая статья [4] из списка тоже существует в реальности, также не имеет отношения к модели MIMOSE, однако система верно указала год публикации, но опять ошиблась с журналом указав реально существующий академический журнал Resource and Energy Economics, вместо Journal of Environmental Economics and Management.

Статьи за авторством Karydas, Katsikas et al найти вообще не удалось, но даже судя по названию она не соответствует заявленной тематике вопроса. Заключительная ссылка на статью авторов Rutherford и Tarr также является вымыслом системы, хотя такие авторы существуют в реальности и публикуют статьи на схожие тематики.

Далее системе ChatGPT был задан уточняющий вопрос, показанный на рисунке 3.



Рис. 3. Уточняющий вопрос системе ChatGPT

Вопрос был задан в рамках той же беседы с контекстом, и между ними не было никаких дополнительных разговоров. Ответ представлен на рисунке 4.

23

Рис. 4. Ответ на уточняющий вопрос про модель MIMOSE

ChatGPT извиняется за свою ошибку, хотя ни в одном запросе не упоминается об ошибочности выданных системой информации. И снова выдаёт новую вариацию на статью авторов Bretschger et al, утверждая, что в ней даётся исчерпывающий обзор агент-ориентированной модели MIMOSE, особенностей её реализации, структуры модели, включая используемые типы агентов. Стоит снова обратить внимание на то, с какой уверенностью подаётся абсолютно ложная информация, даже после уточняющего вопроса.

Основная ценность состоит не только в умении ChatGPT переписывать, перефразировать и переводить тексты, а в анализе огромнейшего массива информации и поиске в нём той нужной части, которую и ищет исследователь, и объяснение её тем «языком», который требуется. ChatGPT не должен и не может быть автором или соавтором той или иной научной работы, а является инструментом в работе учёного. Таким же, как, например, поисковые системы Google, Яндекс, более продвинутые системы, как Wolfram Alpha, системы цитирования и индексирования РИНЦ, Web of Science и Scopus. Автор всегда должен проверять и брать на себя ответственность за тот материал, который он создаёт, вне зависимости от того инструмента, которым он пользуется.

26

Применение ChatGPT как инструмента генерации программного кода

Возможности ChatGPT не ограничиваются только написанием текста и поисковыми функциями по огромному массиву данных, но и распространяются на анализ изображений (только в версии 4.0) и генерации программного кода. Последняя особенность является наиболее интересной с точки зрения экономики и имитационного моделирования. Для оценки способностей системы зададим в новой беседе задачу построить программу экономической агент-ориентированной модели города. Запрос будет написан следующим образом: *Please write an economical agent-based model of large city in C#* и исполнен моделью GPT 4.0. Результат выполнения этого запроса показан на листинге ниже.

27

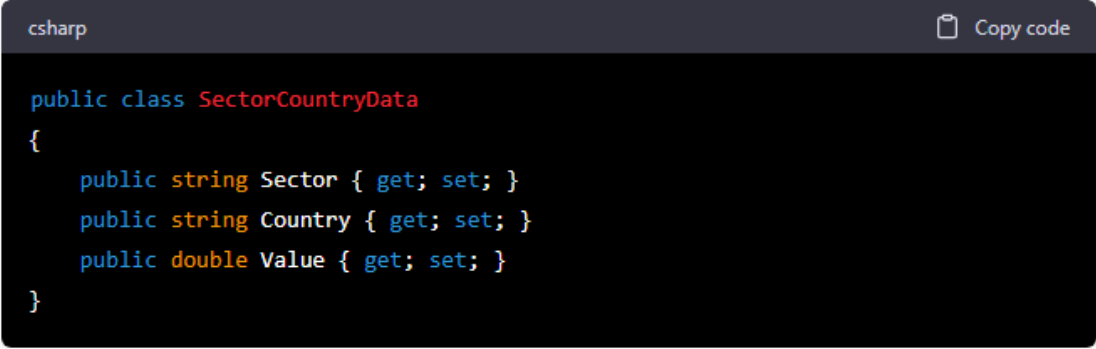
Рис. 5. Программный код на языке C# сгенерированный ChatGPT 4.0

²⁹ Программа является хорошо комментированной, разбита на классы в соответствии с идеологией объект-ориентированного программирования, и включает агенты двух типов – жители города и организации, работающие в нём.

³⁰ Очевидно, что качество такой программы является очень хорошим для демонстрации основных возможностей агент-ориентированного моделирования и идеально подходит для целей обучения студентов и научных сотрудников основам агент-ориентированного моделирования. Все последующие уточнения и нововведения автору придётся делать самостоятельно, отчасти из-за ограничения на максимальный размер создаваемой программы, а отчасти из-за несовершенства механизма генерации программного кода системы ChatGPT.

³¹ Ещё одним интересным экспериментом является использования ChatGPT как метода и инструмента в области расчётных моделей общего равновесия (CGE). CGE модели – это класс экономических моделей, используемых для анализа экономической политики и прогнозирования. Они основаны на теории общего равновесия, которая рассматривает взаимодействие между различными экономическими агентами, такими как домохозяйства, предприятия и правительство. Модели учитывают взаимосвязи между производством, потреблением и инвестициями, а также взаимодействие между отраслями и странами. CGE-модели позволяют исследователям проводить количественный анализ воздействия различных экономических политик, таких как изменение налогов, тарифов или субсидий, на экономические показатели, такие как производство, занятость, торговый баланс и благосостояние. Создание таких моделей представляет собой сложную задачу. В качестве эксперимента, обратимся к версии 4 модели ChatGPT в новой беседе с запросом на построение программы CGE моделирования на языке C# с использованием любых библиотек, которые она сочтёт необходимыми и реализующей пример с 5 странами и 10 секторами. Запрос был написан следующим образом: *Please write C# application implementing CGE model with 10 sectors and 5 countries, using any libraries you consider useful.*

³² В результате выполнения запроса ChatGPT выдал несколько листингов программы, сопроводив это вспомогательным текстом. В начале сообщается о том, что ChatGPT может реализовать только общую часть программы и некоторый код для примера, который нужно будет самостоятельно доработать в дальнейшем. Затем указывается список библиотек, которые будут использованы в программе, а именно MathNet.Numerics и CvsHelper, вместе с краткой инструкцией по их установке. Затем идёт первый блок кода, в котором объявляется простая структура для хранения данных о секторе и стране (см. Рис. 6)



```

csharp Copy code

public class SectorCountryData
{
    public string Sector { get; set; }
    public string Country { get; set; }
    public double Value { get; set; }
}

```

Рис. 6. Структура данных для хранения информации о секторах и странах

После этого идёт код создания основного класса CGEModel:

Рис. 7. Код реализующий класс расчётной модели общего равновесия

Как видно из этого кода, большинство методов класса CGEModel являются т.н. «заглушками», о чём ChatGPT и предупредил в самом начале. Тем не менее, из комментариев становится понятно, что в SaveResults предполагается сохранение результатов в файле в формате CSV, а в методе LoadResults даже реализована загрузка данных из файла в этом формате. Самая важная часть – метод RunModel оказался полностью нереализованным. Для получения его реализации системе был выдан следующий запрос: *Implement RunModel method from CGEModel class.*

На что ChatGPT снова ответил абзацем текста о том, что реализация CGE моделей является сложной задачей, которая требует глубокого понимания экономической теории и особых уравнений модели. За ним последовала реализация метода RunModel, который полностью состоит из вызовов других методов (см. Рис. 8).

Рис. 8. Код, реализующий метод RunModel

Наконец, на запрос реализовать метод CalculateEquilibrium() модель ChatGPT переходит непосредственно к объяснению баланса спроса и предложения и приводит довольно примерную, но всё же реальную реализацию этого метода (см. Рис. 9).

Рис. 9. Реализация метода расчёта равновесия

Таким образом, итеративно, можно использовать ChatGPT для получения заготовки для последующей разработки полноценной CGE модели. Несмотря на всю абстрактность реализованного кода, он тем не менее представляет интерес и можно сделать вывод о том, что ChatGPT действительно может быть хорошим вспомогательным (но не основным!) инструментом в работе учёного-экономиста.

Заключение

В этой статье приведен перечень поколений языковых моделей и отклик в научной среде на самую популярную модель ChatGPT. В результате проведенных экспериментов было показано, что использование ChatGPT в научной работе хоть и связано с определёнными сложностями, однако уже сейчас даёт большие преимущества. Особое внимание уделено ошибкам и недостаткам системы, о которых должен знать любой исследователь, использующий ChatGPT. Учитывая дальнейшее развитие (на данный момент уже доступна следующая версия модели GPT 4.0), а также появление новых общих и специализированных систем есть все возможности для дальнейшего улучшения этого инструмента.

Библиография:

1. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008. – 279 с.
2. Брагин А.В., Бахтизин А.Р., Макаров В.Л. Современные программные средства агент-ориентированного моделирования // Искусственные общества. 2022, Т. 17, № 4. DOI 10.18254/S207751800023501-0
3. Bretschger, L., & Smulders, S. Sustainability and substitution of exhaustible natural resources: how resource prices affect long-term R&D? investments. 2003.
4. Bretschger L., Valente S. Endogenous growth, asymmetric trade and resource dependence // Journal of Environmental Economics and Management. 2012, vol 64, №. 3
5. Cotton D. R. E., Cotton P. A., Shipway J. R. Chatting and Cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT // Innovations in Education and Teaching International. 2023
6. Dehouche N. Plagiarism in the age of massive Generative Pre-trained Transformers (GPT-3) // Ethics in Science and Environmental Politics. 2021, vol. 21
7. Khalil M., Er E. Will ChatGPT get you caught? Rethinking of Plagiarism Detection // arXiv preprint arXiv:2302.04335. 2023.
8. King M.R., chatGPT. A conversation on artificial intelligence, chatbots, and plagiarism in higher education // Cellular and Molecular Bioengineering. 2023.
9. Liebreinz M. et al. Generating scholarly content with ChatGPT: ethical challenges for medical publishing // The Lancet Digital Health. 2023, vol. 5, №. 3
10. Lund B. D., Wang T. Chatting about ChatGPT: how may AI and GPT impact academia and libraries? // Library Hi Tech News. 2023.

11. Manohar N., Prasad S. S. Use of ChatGPT in Academic Publishing: A Rare Case of Seronegative Systemic Lupus Erythematosus in a Patient With HIV Infection // Cureus Journal of Medical Science. 2023, vol. 15, №. 2.
12. Qiu X. et al. Pre-trained models for natural language processing: A survey // Science China Technological Sciences. 2020, vol. 63, №. 10.
13. Rudolph J., Tan S., Tan S. ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? // Journal of Applied Learning and Teaching. 2023, T. 6, №. 1.

Large Fourth-Generation Language Models as a New Tool in Scientific Research

Alexey Bragin

*Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences
Russian Federation, Moscow*

Albert Bakhtizin

*Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences
Russian Federation, Moscow*

Valery Makarov

*Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences
Russian Federation, Moscow*

Abstract

In this study, the latest achievements in the field of deep learning, including convolutional, recurrent, and graph neural networks and attention mechanisms, as well as their contribution to the development of pre-trained language models, are examined. A brief literature review is presented, discussing the use of pre-trained language models in scientific research and education in various fields of science. Experiments are conducted on the application of ChatGPT in the field of economics. The authors present an analysis of the advantages and limitations associated with ChatGPT, providing recommendations for its use in scientific work. Additionally, the article demonstrates the ability of ChatGPT to generate C# programs for agent-based models (ABM) and computable general equilibrium (CGE) models, highlighting its potential for interdisciplinary research and practical applications in economics and computational modeling.

Keywords: language models, chatgpt, llm, agent-based modeling

Date of publication: 31.03.2023

Citation link:

Bragin A., Bakhtizin A., Makarov V. Large Fourth-Generation Language Models as a New Tool in Scientific Research // Artificial societies. 2023. Vol. 18. Issue 1.
URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800025046-9-1/> DOI: 10.18254/S207751800025046-9