

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Семенов Семен Владимирович

Роль искусственного интеллекта в исследовании экономических кризисов XXI века

Специальность 5.2.1. Экономическая теория

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискании ученой степени

кандидата экономических наук

Москва – 2025

Диссертация выполнена на кафедре политической экономии экономического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Научный руководитель

Пороховский Анатолий Александрович – доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты

Колганов Андрей Иванович – доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», экономический факультет, лаборатория сравнительного исследования социально-экономических систем, заведующий лабораторией

Протасов Александр Юрьевич – кандидат экономических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», экономический факультет, кафедра экономической теории и истории экономической мысли, и.о. заведующего кафедры

Стрелец Ирина Александровна – доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», факультет международных экономических отношений, кафедра экономической теории, профессор

Защита диссертации состоится «25» ноября 2025 г. в 17 часов 40 минут на заседании диссертационного совета МГУ.052.2 Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова по адресу: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 46, экономический факультет, аудитория П8.

Е-mail: msu.052.2.econ@org.msu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М. В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на портале:

<https://dissovet.msu.ru/dissertation/3606>

Автореферат разослан «__» октября 2025 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.052.2,

доктор экономических наук



Т. В. Гудкова

I. Общая характеристика работы

Актуальность исследования

XXI век всё активнее утверждает себя как эпоха всеобщей цифровизации, ядром которой выступает искусственный интеллект (ИИ). При этом технологии ИИ с одной стороны формируют масштабные и глубокие вызовы человеку, его способностям и его роли в экономике и обществе, а с другой – создают новые возможности в развитии методов исследования в естественных и гуманитарных науках, в особенности при обработке растущего массива больших данных. Этот процесс в полной мере можно отнести и к анализу параметров экономических кризисов и циклов, имеющих свои особенности в текущем столетии. Важно отметить, что деловые циклы по-прежнему остаются неотъемлемой частью рыночной экономики, предметом экономической теории и междисциплинарного подхода.

В конце XX века, начиная с энергетического кризиса 1970-1980 гг., мировая экономика находилась в относительно стабильном состоянии. Однако проблемы воспроизводства и экономических кризисов в капиталистической экономике продолжали активно исследоваться учёными-экономистами академических институтов и вузов СССР. Широкую международную известность получили монографии С.М. Меншикова. К примеру, в его книге «Инфляция и кризис регулирования экономики» дано существенное развитие теории кризисов и циклов. Новый поворот в этой тематике сделал В.В. Попов в своей монографии «Экономический цикл и норма прибыли в США». Профессоры МГУ имени М.В. Ломоносова М.Г. Щепинов «Капиталистическое воспроизводство и экономические кризисы» и Г.М. Куманин «Капиталистический цикл» в своих исследованиях применили математические методы для анализа капиталистического воспроизводства.

Учёные западных стран исходили из того, что современная рыночная экономическая система способна либо самостоятельно избегать кризисов, либо экономика в состоянии способствовать быстрому разрешению возникших кризисных явлений. С точки зрения практики бизнеса была распространена уверенность в том, что центральные банки освоили инструменты для предотвращения глубоких рецессий или финансовых обвалов с помощью таргетирования инфляции, корректировки процентных ставок и других инструментов экономической политики.

Положение дел существенно изменил мировой экономический кризис 2007-2009 годов, который глубоко повлиял на основные экономические показатели национальных и мировой экономик, подчеркнув актуальность и необходимость продолжения углублённого изучения механизма рыночного развития.

Данное исследование фокусируется на исследовании экономических кризисов XXI века с применением технологий ИИ. Степень научной разработанности, цели, задачи, предмет и объект данного исследования представлены ниже.

Степень научной разработанности проблемы

Несмотря на важность изучения экономических кризисов и циклов в формировании современной экономической теории, тема цикличности редко обсуждалась в научных исследованиях после 1980-х до кризиса 2007-2009 гг.

С середины 1980-х гг. многие западные экономисты и политики считали, что развитые экономики вступили в период стабильного роста, низкой инфляции и отсутствия существенных периодов колебаний экономической активности. Основные подходы экономики, особенно неоклассические DSGE (динамическое стохастическое общее равновесие) модели, как правило, предполагали эффективные рынки, рациональные ожидания и самокорректирующиеся системы. Эти модели часто исключали или преуменьшали роль финансовой нестабильности, иррационального поведения или долговых пузырей – основных элементов последних реальных кризисов.

В настоящее время мировая экономика характеризуется повышенной волатильностью, контрастируя с динамичными периодами до кризиса 2007-2009 годов. Реалии периода после мирового экономического кризиса неоднозначны, множество стран не в состоянии полностью использовать производственные мощности и поддерживать макроэкономическую стабильность. Так же значительную роль играет изменение международной ситуации и различных институциональных факторов.

Такая обстановка привела к возвращению теорий экономической цикличности и экономических кризисов в научный дискурс. В последний период существенно возрос интерес к направлениям, выходящим за рамки неоклассики. Так возрос интерес к объяснению экономического кризиса через призму финансовой нестабильности (гипотеза Мински) или с помощью ограниченной рациональности в рамках поведенческой экономики. На противоположном полюсе по отношению к неоклассике произошёл существенный рост интереса в научном сообществе к марксистской теории цикличности и кризисов.

Современное изучение кризисов отличается подходом, акцентирующим внимание на решении социальных проблем, обеспечении социальной справедливости, рассмотрении альтернативных экономических моделей и применении междисциплинарных методов. Этот синтез концепций порождает различные толкования причин и последствий экономических кризисов. Известные зарубежные исследователи, среди которых Фриман А. (Freeman A.)¹,

¹ Библиографические ссылки на работы авторов содержатся в списке источников диссертации

Котц Дэвид М. (Kotz D. M.), Десаи Р. (Desai R.) и Моусли Ф. (Moseley F.), активно вовлечены в анализ экономических кризисов. В постсоветский период в России отечественные ученые, в том числе А.В. Бузгалин, Р.С. Дзарасов, А.И. Колганов, А.А. Пороховский, К.А. Хубиев также занимались и продолжают заниматься изучением этой темы с позиций современной политической экономики.

Российская школа использует разнообразные методы, включая подробный анализ причин и следствий, а также мир-системный подход.

На сегодняшний день в научной среде нет четкого консенсуса относительно природы и способов разрешения экономических кризисов, продолжают активно обсуждаться как фундаментальные причины, так и конкретные факторы, влияющие на развитие кризиса. Отсутствие такого консенсуса представляет собой плодородную почву для дальнейшего теоретического изучения экономических кризисов, а также для эмпирического анализа и компьютерного моделирования факторов и процесса протекания кризисов

Цель работы – применение форм и методов технологий искусственного интеллекта и возможностей компьютерного моделирования для анализа экономических кризисов.

Объект исследования определяется как цикличность экономической динамики.

Предмет исследования определяется как циклические экономические кризисы начала XXI века.

Задачи сформированы исходя из поставленной цели и соотносятся с пунктами новизны.

Основной задачей является выявление эффективности искусственного интеллекта для анализа экономических кризисов.

Задачи исследования:

1. Раскрыть связь теоретической базы в области теории экономических циклов и кризисов и использования искусственного интеллекта.
2. Основываясь на теориях экономической цикличности выявить современные основные факторы, влияющие на возникновение и протекание кризисов.
3. Разработать модель с использованием машинного обучения для проведения эмпирического анализа факторов, влияющих на экономическую цикличность в условиях повсеместной цифровизации.
4. Создать многоагентную систему для компьютерного моделирования динамики экономики.
5. Обосновать авторские предложения по оптимизации моделей для практического применения в условиях геополитических реалий XXI века.

Гипотеза исследования сформирована как «модель, включающая в себя данные о норме прибыли, прогнозирует кризисные фазы значительно лучше, чем модель без таких данных».

Научная новизна результатов исследования

1. Показано применение современных методов машинного обучения для анализа рецессий с использованием широкого спектра данных экономики и финансовых рынков. Проведён анализ научных работ в сфере применения машинного обучения для изучения рецессий. Выявлена эффективность разных методов машинного обучения. Путём создания модели, подбора параметров и анализа результатов было показано, что современные методы машинного обучения позволяют провести на системном уровне анализ рецессий и факторов, влияющих на их возникновение. В результате раскрыта нелинейная значимость выбранных теоретических факторов.

2. Обоснована важность использования показателя нормы прибыли для анализа кризисов с помощью методов искусственного интеллекта. Анализ актуальных публикаций на тему цикличности экономического развития показал, что норма прибыли занимает важное место в анализе кризисных явлений. Использование технологий искусственного интеллекта позволило раскрыть значимость нормы прибыли с двух сторон. Во-первых, модели машинного обучения эмпирически подтвердили нелинейную значимость фактора нормы прибыли. Во-вторых, компьютерное моделирование динамики показало, что взаимодействия на основе влияния нормы прибыли создают циклическую динамику, схожую с реальными значениями.

3. Раскрыта и продемонстрирована возможность использования сложной многоагентной системы с поведенческой компонентой для компьютерного моделирования экономической динамики. Использование многоагентных систем позволяет провести моделирование экономической динамики снизу вверх, начиная с мельчайших элементов системы – агентов. Продемонстрированы два типа систем: система агентов-предприятий и модифицированная версия с поведенческой компонентой на основе обучения с подкреплением. Обе системы показали адекватную способность к моделированию динамики ВВП, но система с поведенческими компонентами смогла более реалистично воспроизвести редкие периоды кризисных явлений.

4. Систематизированы основные аспекты теорий циклической динамики. С помощью теоретического анализа актуальных современных исследований показаны релевантные концепции основных направлений теорий циклической динамики. Обзор основных теоретических аспектов проведён в рамках современных научных разработок

системно-воспроизводственного подхода. Показано какие именно компоненты в рамках системно-воспроизводственного подхода позволяют адекватно анализировать кризисы XXI века.

5. Выявлены особенности влияния реалий санкционного давления и торговых войн на анализ с помощью искусственного интеллекта. Продемонстрированы изменения в структуре институциональных отношений и международной политики, начиная с начала XXI века. Изучение дальнейших тенденций экономики предполагает критическую оценку влияния таких изменений на практическое применение моделей. В результате предоставлен ряд авторских рекомендаций по применению ИИ в условиях, обусловленных турбулентностью современной экономики и фундаментальным изменением международных связей.

Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в дополнении современной теории кризисов и её кросс-дисциплинарной разработке на стыке вычислительных методов и экономической теории. Нарботки исследования могут быть в дальнейшем использованы для развития вычислительных методов в этой сфере и прогнозирования экономической динамики.

Практическая значимость: результаты исследования могут использоваться в качестве дополнения к официальным антикризисным документам РФ, включая в себя Указы Президента, Постановления Правительства и решения Банка России. Результаты данного исследования могут послужить основой методического обеспечения научных исследований в области теории кризисов, а также найти применение в образовательном процессе. Полученные выводы приобретают практическое значение в контексте формирования государственной антикризисной политики. Использование результатов исследования позволит более четко и эффективно определить меры государственного регулирования экономики.

Методологическая и теоретическая база исследования

Работа основывается на международных и отечественных исследованиях в области теории циклического развития, а также на работах в сфере применения методов искусственного интеллекта для моделирования экономических кризисов.

Методы исследования: метод анализа и синтеза, системно-воспроизводственный метод, метод компьютерного моделирования на базе технологий искусственного интеллекта.

Уникальность исследования проявляется в комплексном подходе к изучению и применению фундаментальных теорий кризисных явлений с использованием современных методов анализа больших данных.

Информационная база исследования

В работе используются статистические данные по экономике США. В качестве источника данных о датах начала и конца рецессий используется Национальное бюро экономических исследований, НБЭИ² (National Bureau of Economic Research, NBER), все остальные данные собираются из открытых источников и включают в себя исследования Федерального резервного банка Сент-Луиса, ФРЕД³ (Federal Reserve Bank of St. Louis, FRED), Организации экономического сотрудничества и развития, ОЭСР⁴ (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD), Яху⁵ (Yahoo) и Института энергии, ИЕ⁶ (Energy Institute, EI).

Положения, выносимые на защиту

Основные теоретические и практические достижения, обладающие элементами научной новизны, выносятся на защиту в виде следующих положений:

1. Основные современные теории циклической динамики базируются на фундаментально различающихся позициях в исследовании экономических кризисов и циклов. Рассмотренный исторический контекст позволяет оценить базовые положения различных школ и выбрать системно-воспроизводственный подход как наиболее подходящий для данного исследования. С помощью системно-воспроизводственного подхода выявлен набор причинно-следственных связей, который позволяет выбрать адекватные факторы для эмпирической части исследования.

2. Современные методы машинного обучения позволяют эмпирически проанализировать рецессии с использованием широкого спектра данных экономики и финансовых рынков. Созданные модели позволяют проанализировать факторы, влияющие на возникновение рецессий. Показано, что методы машинного обучения позволяют провести анализ рецессии и их факторов на системном уровне, раскрывая нелинейную значимость выбранных теоретических факторов.

3. Норма прибыли является ключевым фактором для анализа кризисов с помощью методов искусственного интеллекта. Анализ актуальных публикаций на тему цикличности экономического развития показал, что норма прибыли занимает важное место в анализе кризисных явлений. Использование технологий искусственного интеллекта позволило раскрыть значимость нормы прибыли с двух сторон. Во-первых, модели машинного обучения

² Национальное бюро экономических исследований URL: <https://www.nber.org> (дата обращения: 11.03.2025).

³ Федеральный резервный банк Сент-Луиса URL: <https://www.stlouisfed.org/> (дата обращения: 11.03.2025).

⁴ Организация экономического сотрудничества и развития URL: <https://www.oecd.org/> (дата обращения: 11.03.2025).

⁵ Yahoo Finance URL: <https://finance.yahoo.com/quote> (дата обращения: 11.03.2025).

⁶ Energy Institute URL: <https://www.energyinst.org/> (дата обращения: 11.03.2025).

эмпирически подтвердили нелинейную значимость фактора нормы прибыли. Во-вторых, компьютерное моделирование динамики показало, что взаимодействия на основе влияния нормы прибыли создают цикличную динамику схожую с реальными значениями.

4. Сложные многоагентные системы, применяемые для компьютерного моделирования экономической динамики, позволяют провести моделирование экономической динамики снизу вверх, начиная с мельчайших элементов системы, агентов. Продемонстрированы два типа систем: система агентов-предприятий и модифицированная версия с поведенческим компонентом на основе обучения с подкреплением. Обе системы показали адекватную способность к моделированию динамики ВВП, а система с поведенческими компонентами смогла более реалистично воспроизвести редкие периоды кризисных явлений.

5. Современные реалии санкционного давления и торговых войн оказывают существенное влияние на анализ с помощью искусственного интеллекта. Показано, что современная конфигурация и её ожидаемое развитие в ближайшее будущее приведёт к изменению различных факторов, учитываемых в моделях искусственного интеллекта. Среди множества изменений основное влияние на текущие модели оказывает изменение прибыльности и нормы прибыли, изменение распределения данных, изменение важности переменных для моделирования и увеличение волатильности. Показано каким образом модели могут учитывать данные изменения для сохранения актуальности в ближайшем будущем.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов проведённого исследования обусловлена набором методологических, теоретических и эмпирических факторов, обеспечивающих высокое качество полученных данных и их интерпретацию.

Надёжность выводов обеспечивается выбором адекватного методологического аппарата, соответствующего цели и задачам исследования. Использование сочетания качественных и количественных подходов позволило получить всестороннюю картину изучаемого объекта и минимизировать риск односторонних трактовок. Теоретическая база формировалась на основе трудов ведущих российских и зарубежных специалистов, что обеспечило корректность постановки проблемы и интерпретации результатов.

Для эмпирической части исследования использовались данные ведущих исследовательских институтов и баз данных. Подбор материалов осуществлялся в строгом соответствии с требованиями научной выборки: учитывалось разнообразие источников, временные рамки, а также специфические характеристики исследуемого объекта. Для анализа

собранных данных использовались современные алгоритмы, что позволило выявить устойчивые зависимости и закономерности. Дополнительным основанием достоверности служит сопоставление полученных результатов с данными предшествующих исследований.

Результаты исследования обсуждались на научных семинарах и конференциях, что позволило учесть критику и предложения коллег. Результаты исследования были опубликованы в рецензируемых журналах и прошли проверку через процедуру научного рецензирования.

Соответствие диссертации научной специальности

Исследование соответствует научной специальности 5.2.1. Экономическая теория, направлению исследования 16. Теоретические подходы к исследованию экономического роста, экономического развития и экономических колебаний.

Апробация результатов диссертации

Результаты диссертационного исследования представлены на конференциях:

- Обзор внешних теорий экономических циклов, Ломоносовские чтения 2023, Москва, Россия, 4-14 апреля, 2023.
- Первый финансово-экономический кризис 21 века в зеркале классической политической экономии, VII Международный Политэкономический Конгресс (МПЭК-2023), Москва, Россия, 8-9 июня, 2023.
- Выявление факторов экономического кризиса с помощью машинного обучения, VIII Международный политэкономический конгресс имени А.В. Бузгалина (МПЭК-2024), Москва, Россия, 16-17 мая, 2024.
- Моделирование динамики колебаний ВВП с помощью многоагентной модели, XV Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Математика и ее приложения в современной науке и практике», Курск, Россия, 12 апреля, 2025.
- Влияние современных международных реалий на экономическую цикличность, IX Международный политэкономический конгресс имени А.В. Бузгалина (МПЭК-2025) Москва, Россия, 5–6 июня, 2025.

По теме исследования автором опубликованы 4 работы, все 4 - в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности и отрасли наук, общим объёмом 2,18 печатных листа.

Структура диссертации

Диссертация включает в себя введение, три главы, заключение, список использованных источников и приложения.

Диссертация имеет следующую структуру:

Введение

Глава 1. Экономическая теория и вызовы искусственного интеллекта

1.1. Экономические и социальные перспективы развития искусственного интеллекта

1.2. Потенциал ИИ для решения задач теории экономических циклов и кризисов.

1.2.1. Общая характеристика

1.2.2. Искусственный интеллект и анализ современной экономики

1.2.3. Искусственный интеллект как инструмент анализа экономических кризисов и циклического поведения

1.3. Теории экономических циклов и системно-воспроизводственный подход

1.3.1. Из истории современных теорий циклического развития

1.3.2. Развитие системно-воспроизводственного подхода

1.4. Определение связи теории цикличности экономического развития и применения технологий искусственного интеллекта

1.5. Выбор факторов для моделирования с помощью ИИ

Вывод

Глава 2. Практическая реализация методов ИИ и системно-воспроизводственного подхода для анализа кризисов

2.1. Использование машинного обучения для эмпирического анализа роли нормы прибыли в циклическом развитии

2.1.1. Релевантные научные разработки

2.1.2. Описание модели машинного обучения для исследования влияния нормы прибыли

2.1.3. Данные для моделирования

2.1.4. Результаты моделирования

2.2. Многоагентные системы для моделирования экономической динамики

2.2.1. Текущий статус методов моделирования динамики нормы прибыли

2.2.2. Базовая многоагентная модель

2.2.3. Многоагентная модель обучения с подкреплением для моделирования поведенческой компоненты

Вывод

Глава 3. Современная конфигурация мировой экономики как фактор циклического развития

3.1. Институциональные процессы первой четверти XXI века

3.2. Рост санкционного давления и торговых войн

3.3. Влияние современной конфигурации на моделирование циклического развития

Вывод

Заключение

Список использованных источников

Приложение А

Приложение Б

Приложение С

II. Основное содержание работы

Введение включает обоснование актуальности исследования и содержит в себе определение объекта, предмета, целей и задач. Во введении проводится анализ степени разработанности проблемы, излагается новизна, методологическая и теоретическая база исследования, показывается практическая значимость, формулируются выносимые на защиту положения и общее описание структуры работы.

Первая глава «Экономическая теория и вызовы искусственного интеллекта» фокусируются на описании теоретических аспектов анализа экономических кризисов, методов взаимодействия искусственного интеллекта и теоретических подходов и раскрывает положение 1, выносимое на защиту.

1. Систематизированы основные аспекты теорий циклической динамики.

Обзор теоретических основ был проведен путем анализа основных направлений теорий циклической динамики и предпосылок их исторического развития. Проведено углубленное изучение современных научных достижений в рамках системно-воспроизводственного подхода. Теоретическое исследование включает в себя анализ текущих причинно-следственных связей наступления экономических кризисов. В качестве основы был выбран мировой экономико-финансовый кризис 2007-2009 годов. Было показано, как различные факторы влияют на наступление кризиса и друг на друга. Финансиализация является главным, результирующим фактором, повлекшим за собой кризис, но наступление финансиализации обусловлено целым набором причинно-следственных связей. На финансиализацию повлияло множество факторов, например, чрезмерное инвестирование, культурные и институциональные изменения, изменения социальной структуры накопления и падение нормы прибыли.

Основываясь на теоретических основах системно-воспроизводственного подхода, было показано, каким образом данный подход может быть применён для моделирования аспектов циклического развития. Более детально были показаны четыре шага для обеспечения качественной связи между методами искусственного интеллекта и аспектами циклического развития. Шаги включают в себя:

1. Определение теоретической основы;
2. Определение ключевых факторов;
3. Выбор методов моделирования;

4. Сбор и очистку данных.

Таким образом проанализирована релевантная теоретическая база и показано, какие потенциальные аспекты этой базы можно использовать для моделирования.

Во **второй главе** «Практическая реализация методов ИИ и системно-воспроизводственного подхода для анализа кризисов» рассмотрена практическая разработка моделей ИИ. В рамках главы изучаются применение машинного обучения для эмпирического исследования влияния изменения нормы прибыли на возникновение кризиса и многоагентные системы для реалистичного моделирования динамики колебаний ВВП. Глава раскрывает положения 2, 3, 4, выносимые на защиту.

2. Показано применение современных методов машинного обучения для анализа рецессий с использованием широкого спектра данных экономики и финансовых рынков. Проведён анализ актуальных эмпирических исследований с помощью методов машинного обучения. Показана эффективность того или иного метода для данных мировой экономики и данных конкретных стран. Выбраны специфичные факторы, актуальные для диссертации, путём комбинирования общеизвестных факторов со специфичными факторами системно-воспроизводственного подхода.

Выбранные факторы, источники и их частотность показаны в таблице 1.

Таблица 1. Описание данных экономики США для моделирования.

Категория	Название	Источник	Идентификатор	Частотность
ВВП	ВВП	FRED	GDP	Q
	Реальный валовой внутренний продукт на душу населения	FRED	A939RX0 48SBEA	Q
Инфляция	Индекс цен производителей по товарам: все сырьевые товары	FRED	PPIACO	M
	Индекс цен производителей по товарам: конечный спрос	FRED	PPIFIS	M

Продолжение таблицы 1.

Инфляция	Реальные частные жилищные инвестиции в основной капитал	FRED	PRFIC1	Q
Сентимент	Индекс потребительского доверия	OECD	CCI	M
	Индекс деловой уверенности	OECD	BCI	M
Облигации	Доходность корпоративных облигаций Moody's Seasoned Baa	FRED	DBAA	D
	Разница между 10-летними и 3х-месячными казначейскими облигациями с постоянным сроком погашения	FRED	T10Y3M	D
Акции	Индекс S&P 500	Yahoo	SP500	D
Ресурсы	Ежедневное потребление нефти	EI	Oil Consumption barrels.Total world	Y
Банковский сектор	Активы минус обязательства банковского сектора	FRED	QBPBSTLKFHLB	Q
Цифровые валюты	Bitcoin цена закрытия	Yahoo	BTC-USD	D
Трудовые показатели	Уровень безработицы	FRED	UNRATE	M

Продолжение таблицы 1.

Трудовые показатели	Норма прибыли	FRED	RATEPROFIT ⁷	Q
	Медианная зарплата	FRED	LES1252881600Q	Q
Целевая переменная	Период рецессии	NBER	CRISIS	Q

Источник: составлено автором на основе открытых источников (NBER, FRED, Yahoo, EI, OECD).

Входные данные были очищены и трансформированы с помощью стандартизации и кросскорреляционного анализа. Обработанные данные используются для обучения двух наиболее релевантных исследованию моделей – «деревья решения» и «бустинг». Оптимальные параметры моделей были подобраны на данных, а сами модели были использованы для поиска значимости каждого фактора.

Путём создания модели, подбора параметров и анализа результатов было показано, что современные методы машинного обучения позволяют провести анализ рецессии и их факторов с новой стороны. Результаты показали нелинейную значимость выбранных теоретических факторов.

3. Продемонстрирована важность использования показателя нормы прибыли для анализа кризисов с помощью методов искусственного интеллекта. Путём анализа актуальных работ на тему цикличности экономического развития было показано, что норма прибыли представляет из себя важный элемент в анализе кризисных явлений. С помощью использования различных методов искусственного интеллекта была показана значимость нормы прибыли с двух сторон. Во-первых, модели машинного обучения эмпирически подтвердили нелинейную значимость фактора нормы прибыли. Во-вторых, компьютерное моделирование динамики показало, что взаимодействия на основе влияния нормы прибыли создают цикличную динамику схожую с реальными значениями. Запуск моделей машинного обучения позволил проверить значимость факторов, на которых обучались модели. Значимость факторов для моделей бустинга и деревьев решений показаны в таблице 2.

⁷ Rate of Profit Stats // FRED — URL: <https://fredaccount.stlouisfed.org/public/dashboard/53250>(дата обращения: 22.04.2025)

Таблица 2. Первые пять наиболее значимых факторов моделей машинного обучения

Бустинг		Деревья решений	
Фактор	Значимость	Фактор	Значимость
Реальный валовой внутренний продукт на душу населения	0.29	Реальный валовой внутренний продукт душу населения	0.59
Уровень безработицы	0.18	Уровень безработицы	0.28
Ежедневное потребление нефти	0.08	Норма прибыли	0.06
Количество новых частных домов	0.07	Ежедневное потребление нефти	0.05
Норма прибыли	0.07	—	—

Источник: результат работы алгоритма поиска значимости переменных моделей.

Две модели, а именно бустинг и деревья решений, показали значимость нормы прибыли в первой пятёрке из всех факторов. Таким образом модели машинного обучения эмпирически подтвердили важность нормы прибыли для анализа кризисов с помощью машинного обучения.

С другой стороны, многоагентные системы для компьютерного моделирования динамики используют норму прибыли как один из параметров. Два типа систем с подобранными параметрами показали, что системы, учитывающая норму прибыли как один из решающих факторов, демонстрируют динамику симуляции ВВП схожую с реальными значениями.

Таким образом в работе продемонстрирована важность использования нормы прибыли и с точки зрения эмпирического анализа, и с точки зрения проведения симуляционного анализа с помощью компьютерного моделирования.

4. Продemonстрирована возможность использования сложной многоагентной системы с поведенческой компонентой для компьютерного моделирования

экономической динамики. Использование многоагентных систем позволяет провести моделирование экономической динамики снизу вверх, начиная с мельчайших элементов системы, агентов. Во второй главе исследования были продемонстрированы два типа систем, система агентов-предприятий и модифицированная версия с поведенческим компонентом на основе обучения с подкреплением.

Переменные многоагентных систем показаны в таблице 3.

Таблица 3. Описание базовой многоагентной модели оценки влияния нормы прибыли.

Переменная	Формула
Капитальные траты	$C_i^t = C_i^{t-1} * hysteresis - \alpha * sigmoid(r^{t-1} - i_i^{t-1}) + \beta * sigmoid(m_i^{t-1})$
Продажи	$S_i^t = \sum_{j=1}^n A_{ij} * C_j$
Маржинальность прибыли	$q_i^t = \frac{\sum_{j=1}^t S_i^t - \sum_{j=1}^t C_i^t}{\sum_{j=1}^t S_i^t}$
Финансовый капитал	$M_i^t = (1 + i^{t-1}) * M_i^{t-1} - C_i^t + S_i^t$
Производственный капитал	$X_i^t = X_i^{t-1} + C_i^t - S_i^t * (1 - q_i^t)$
Норма прибыли	$r_i^t = \frac{S_i^t - C_i^t}{M_i^t + X_i^t}$
Ликвидность	$m_i^t = \frac{M_i^t}{X_i^t}$
Банкротство	—

Продолжение таблицы 3.

Процентная ставка	$i^t = base_ir + sensitivity * sigmoid(\frac{\sum_{j=1}^n m_j^t}{n})$
ВВП	$GDP^t = wageshare * \sum_{j=1}^n C_j^t + \sum_{j=1}^n S_j^t * \frac{\sum_{j=1}^n q_j^t}{n}$

Источник: собственная разработка модели

Примечание — формула банкротства представляет из себя набор множества условий, условия детально описаны в первой части пункта 2.2.2 диссертации

Базовая многоагентная модель позволяет смоделировать основные стилизованные факты изменения ВВП во времени, которые имеют практически равномерное распределение колебаний около нуля. Такое поведение адекватно показывает общие шаблоны колебаний, но не уделяет должного внимания кризисным периодам с резким, неожиданным падением. Распределение изменений ВВП для базовой модели показано на рисунке 1.

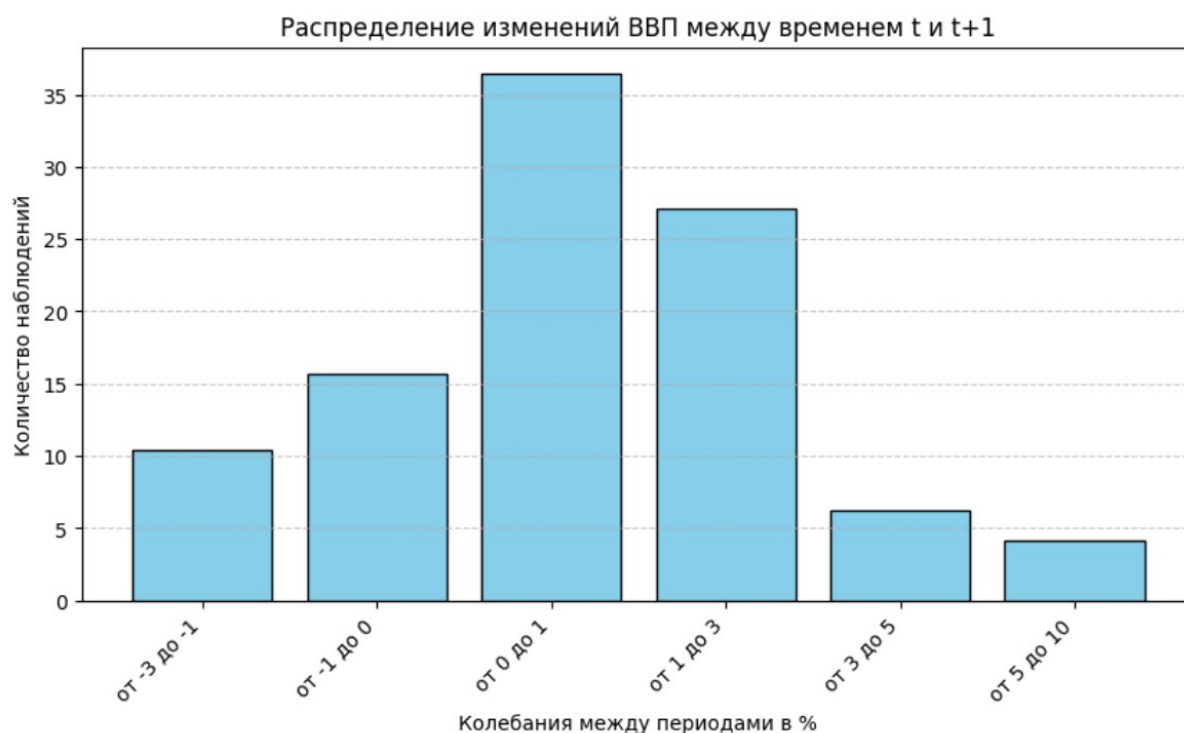


Рисунок 1. Распределение изменений ВВП для базовой многоагентной системы

Источник: результат работы многоагентной системы.

В многоагентной модели с использованием обучения с подкреплением агенты дополняют основы обычной многоагентной модели и пытаются найти оптимальные стратегии путем поиска субоптимального решения с помощью подхода проб и ошибок. Принимая решения через систему вознаграждений и штрафов для своих действий, они меняют свое поведение с целью максимизации долгосрочного вознаграждения. Обучение с подкреплением представляет собой механизм обучения, в котором агенты учатся на основе обратной связи. В данной работе обучение с подкреплением использует метод Q-обучения. Основа метода заключается в расчете Q-значения кумулятивной награды, которую агент может получить, выполнив определенное действие в текущем состоянии.

Особенность результатов модели с поведенческой компонентой заключается в том, что система более корректно отображает неравномерные колебания и спады, что позволяет описать определённые циклические колебания экономики, недоступные в базовой модели.

На рисунке 2 показан пример распределения для системы с поведенческой компонентой.

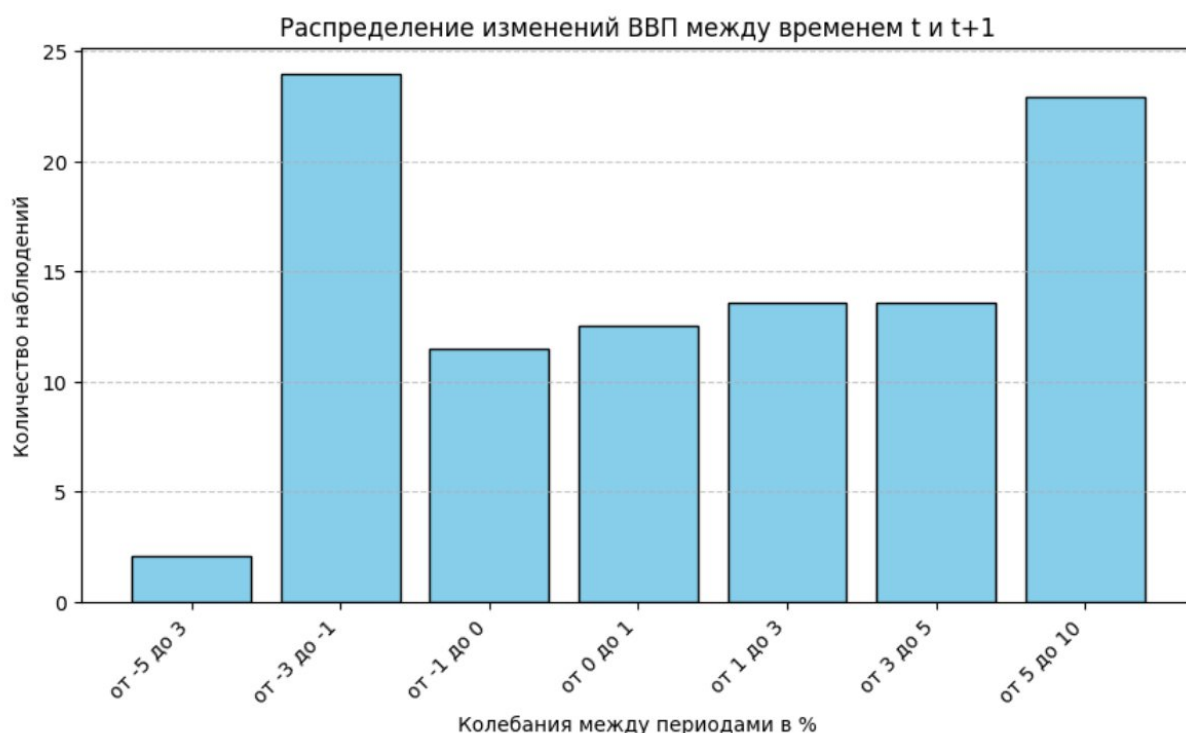


Рисунок 2. Распределение изменений ВВП для системы с поведенческой компонентой.

Источник: результат работы многоагентной системы.

Обе системы показали адекватную способность к моделированию динамики ВВП, но система с поведенческими компонентами смогла более реалистично воспроизвести редкие периоды кризисных явлений.

Использование многоагентной системы для моделирования динамики экономических колебаний показывает, что данный метод искусственного интеллекта в состоянии показать основные факты динамики ВВП в кризисный период и период вне кризиса.

В третьей главе «Современная конфигурация мировой экономики как фактор циклического развития» показаны практические особенности применения моделей на основе искусственного интеллекта в современных реалиях. В главе рассматриваются институциональные изменения и показывается влияние современных реалий санкционного давления и торговых войн. Глава раскрывает положение 5, выносимое на защиту.

5. Показаны особенности влияния реалий санкционного давления и торговых войн на анализ с помощью искусственного интеллекта. Продемонстрированы изменения в структуре институциональных отношений и международной политики с начала века.

Формирование современной конфигурации мировой экономики является результатом значимых международных сдвигов и институциональных преобразований. В начале века активно развивались институциональные изменения, которые впоследствии существенно повлияли на кризис 2007-2009 годов. В дальнейшем усиление международной конкуренции привело к фундаментальным изменениям в международных отношениях.

Усиливающиеся процессы протекционизма, создания альтернативной глобализации и ослабления международных политических институтов доходят до пика к военно-политическому кризису 2022 года.

До периода мирового финансового кризиса конца 2000-х годов институты международной торговли, свободного рынка и инвестиций находились на подъеме. Окончание холодной войны устранило идеологические барьеры на пути глобальной экономической интеграции. Это создало возможности для стран более свободно участвовать в торговле друг с другом и привело к появлению единого пространства для инвестиций. Быстрое развитие технологий облегчило глобальную коммуникацию и увеличило эффективность труда. Создание глобальных цепочек поставок, либерализация торговли привели к снижению тарифов и ослаблению барьеров. Финансовый сектор стал глобальным, позволяя инвесторам в любой точке мира принимать участие в международных потоках капитала. Тем не менее, наблюдая за ситуацией с позиции настоящего времени, становится понятно, что реальная картина сильно отличалась от идеалистичного описания функционирования институтов того

времени. Первым событием, продемонстрировавшим это, являлся мировой финансовый кризис 2007–2009 годов.

К началу пандемии COVID-19 уже отчётливо прослеживались тенденции, направленные на протекционизм на государственном уровне. После более чем полувека усилий по снижению международных торговых барьеров США провели несколько резких волн повышения тарифов.

Впервые эти изменения серьёзно повлияли на наступление мирового финансового кризиса. Изучение дальнейших тенденций подчёркивает важность критической оценки влияния таких изменений на практическое применение моделей. В результате анализа тенденций был предоставлен ряд рекомендаций, необходимых в новых условиях, связанных с турбулентностью современной экономики и фундаментальным изменением международных связей.

Современный период характерен внедрением различных ограничений торговли между двумя странами. Экспортные и импортные ограничения, а также эмбарго являются наиболее распространённым типом торговых санкций. Кроме того, тарифы и квоты, которые не всегда классифицируются как санкции, играют огромную роль в современном мире.

Рассмотрим более подробно, как озвученные последствия фундаментальных политических изменений влияют на применение методов искусственного интеллекта, описанных в данной работе.

Наиболее актуальными являются следующие особенности, влияющие на применение методов искусственного интеллекта для анализа экономических кризисов с технической и с концептуальной точек зрения в новой турбулентной среде.

- Изменение прибыльности и нормы прибыли компании внутри экономики. Наиболее важной особенностью для данной работы является влияние изменений на норму прибыли. Тарифы и торговые ограничения увеличивают затраты на производство для предприятий, полагающихся на импортное сырьё, компоненты и технологии. Глобальные цепочки поставок оптимизированы для производства с низкой себестоимостью из-за перевода производств за границу, а при нарушении такой связи снижается эффективность производства. Торговые войны приводят к ответным тарифам и торговым барьерам, ограничивая доступ экспортеров к рынку. Перебои в торговле способствуют инфляции, побуждая центральные банки повышать процентные ставки. Высокие процентные ставки увеличивают стоимость заимствований, сокращая инвестиции в технологии, повышающие производительность.

Обратный процесс основан на повышении уровня технологии из-за автоматизации производства. Таким образом, норма прибыли обычно снижается в краткосрочной

перспективе из-за более высоких затрат, неэффективности цепочки поставок и сокращения доступа к мировому рынку. Однако в долгосрочной перспективе те компании, которые успешно адаптируются посредством автоматизации, изменений в цепочке поставок и расширения внутреннего рынка, могут восстановить или даже увеличить прибыльность. Общее воздействие зависит от динамики отрасли, государственной политики и внедрения новых технологий.

- Изменение распределения данных. Из-за структурных изменений экономических отношений данные, на которых обучалась модель, хуже воспроизводят текущую экономическую динамику. Такой процесс известен как дрейф концепций и подразумевает изменение в распределении данных с течением времени. В качестве примера можно привести модель, обученную на данных экономики прошлых десятилетий. Такая модель предполагает увеличивающиеся торговые потоки с Китаем, но в современной реальности усиления тарифов торговые потоки ослабляются. Таким образом это приводит к снижению точности модели.

- Изменение важности переменных для моделирования. Переменными выступают: международный торговый баланс, стабильность цепочек поставок и поведение потоков капитала. Эти переменные имеют различную значимость в зависимости от статуса международных отношений. Например, тенденции торгового дефицита имеют высокую значимость в периоды кризисов прошлого, но после увеличения тенденции деглобализации внутренние производственные индексы становятся более релевантными.

- Увеличение волатильности. Резкие изменения ситуации в обороте товаров случаются из-за непредсказуемых политических новостей. В результате происходят изменения в экономических показателях, которые не могут быть выявлены с помощью модели.

Модели искусственного интеллекта могут быть оптимизированы для практического применения в условиях политических реалий XXI века с учётом описанных особенностей.

Изменение прибыльности и нормы прибыли компании внутри экономики, а также изменение распределения данных, представляет из себя изменения статистических показателей выборки, на которых строятся модели. Модели искусственного интеллекта позволяют учитывать такие изменения с помощью постоянного обновления параметров модели через повторное обучение или дообучение в режиме реального времени.

Изменение важности переменных для моделирования должно учитываться во время комплексного анализа факторов для дополнения и изменений версии модели. С помощью

теоретического и эмпирического анализа в модель могут быть добавлены новые факторы, либо из модели может быть удалена часть старых факторов.

Наконец, увеличение волатильности влияет напрямую на качество долгосрочного анализа моделей. Данную особенность нужно принимать во внимание во время практического использования моделей, оценивая точность анализа модели в зависимости от текущих обстоятельств.

Заключение. В диссертационной работе рассмотрено взаимодействие современных технологий искусственного интеллекта и актуальных наработок современных теорий циклического развития. Раскрыта связь теоретической базы в области теории циклов и кризисов экономического развития и использования искусственного интеллекта. Выявлены основные факторы, влияющие на кризисные явления на основе теорий циклического развития. Разработана модель с использованием машинного обучения для проведения эмпирического анализа факторов экономических кризисов. Создана многоагентная система для компьютерного моделирования динамики экономики. Обоснованы авторские предложения по оптимизации моделей для практического применения в условиях политических реалий XXI века. Гипотеза исследования, сформулированная как «модель, включающая в себя данные о норме прибыли, прогнозирует кризисные фазы значительно лучше, чем модель без таких данных» была подтверждена путём запуска алгоритма машинного обучения на реальных данных, а также путём моделирования динамики с помощью многоагентной системы. Дальнейшее исследование по теме выражаются в апробировании других технологий искусственного интеллекта, использовании более разноплановых и широких наборов данных, а также разделении моделей для различных категорий стран или временных отрезков.

III. Список работ, опубликованных по теме диссертации

Работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности и отрасли наук:

1. Семенов С.В. Сравнительный анализ теорий внешних факторов экономического цикла // Проблемы современной экономики. — 2023. — №. 3(87). — С. 100-102. EDN: PJEVJS. Импакт-фактор 0,162 (РИНЦ). (0,42 п.л.)
2. Семенов С.В. Финансовый кризис 2008 года с позиции радикальной политической экономии // Вопросы политической экономии. — 2024. — №. 1. — С. 152-166. EDN: PIBWXE. Импакт-фактор 0,705 (РИНЦ). (0,76 п.л.)
3. Семенов С.В. Институциональные изменения на рубеже кризисов первой четверти XXI века // Проблемы современной экономики. — 2024. — №. 2(90). — С. 59-61. EDN: AALSCX. Импакт-фактор 0,162 (РИНЦ). (0,43 п.л.)
4. Семенов С.В. Применение машинного обучения для анализа значимости факторов кризисных явлений // Искусственные общества. — [Электронный ресурс]. — 2024. — Т.19. — №. 3. — URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800030844-7-1/> (дата обращения: 30.09.2024). DOI: 10.18254/S207751800030844-7. EDN: FVDRNI. Импакт-фактор 0,563 (РИНЦ). (0,57 п.л.)