

На стр. 24 прошлый отчет за 23 год

Заключение (особое мнение) секции совета

Поддерживая продолжение проекта, Экспертный совет обращает внимание на то, что публикации должны в полной мере отражать результаты решения исследовательских задач, намеченных в заявке. Статьи, опубликованные в высокорейтинговых изданиях, но не относящиеся к теме проекта, могут быть исключены при проведении экспертизы итогового отчета. Научному коллективу следует уточнять в отчете, каким образом опубликованные статьи, напрямую несвязанные с темой проекта, решают его задачи. Также следует обратить внимание на замечания экспертов, касающиеся содержательной части научных результатов.

Эксперт 1

Общее заключение, рекомендации(при наличии):

Заявленный план проекта "Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики" по количеству представленных результатов перевыполнен. Но, часть результатов не в полной мере соответствует тематике проекта, так как не обосновано соответствие проекту следующих исследований, представленных как результаты - "анализ влияния биографии автора и характеристик произведения искусства на цену на аукционе", "анализ ценообразования на рынке искусства", "модель оценки эффективности действий спортсменов". Не все представленные результаты являются значимыми по отношению к тематике "от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики". Темы публикаций посвященные "оценке доходности инвестиций в нетрадиционные активы, а именно в произведения изобразительного искусства", "изучение поведения посетителей городских парков", "модель оценки эффективности хоккеистов" не в полной мере соответствуют тематике проекта. Оценивая планирование на следующий год, отметим, что общность формулировок не позволяет сформировать представление об ожидаемых результатах. Выполнение проекта осуществляется с не критичным для успешной реализации нарушением заявленных планов, при их соответствующей корректировке. Следует отметить, что выделение "Премияльного фонда в размере 3500 тыс. руб." не позволяет установить ответственность за исполнением проекта между его участниками, кроме того, не позволяет проверить соблюдение доли вознаграждения исполнителям до 39 лет. Возможные риски невыполнения проекта связаны с тем, что а) также как и в предыдущие два года возможно появление исследований и публикаций, не совпадающих с тематикой, б) неопределённостью с распределением вознаграждения.

Эксперт 2

Общее заключение,
рекомендации(при
наличии):

Описание достигнутых результатов в отчете представляется оригинальным и самостоятельным. С формальной точки зрения заявленный план работ выполнен в полном объеме, а полученные научные результаты полностью соответствуют заявленным; два издания, в которых опубликованы результаты, являются формально «топовыми», т.е. изданиями первого квартала. Однако при этом возникают вопросы к терминологии: неясно, что авторы понимают под устойчивостью методов, под эффективностью мер экономической политики; эти термины используются в материалах заявки и отчетов как устоявшиеся, хотя это весьма спорная точка зрения – в отечественных исследованиях аргументировано подчеркивается, что указанные термины таковыми не являются, и если уж пользоваться такой терминологией, то, как представляется, в конкретных исследованиях авторам следует отстаивать свою точку зрения и давать авторскую трактовку. Термин финансовой «зараженности» имеет оттенок жаргонизма, а потому требует академического переформулирования. Далее, результаты носят инструментальный характер, при этом возникают вопросы к их практической значимости: непонятно, например, решению каких насущных экономических проблем страны могут помочь «тяжелохвостные» распределения, какие краткосрочные прогнозы «с использованием модифицированных техник многомерного регрессионного анализа» для страны можно сделать. Весьма нечетко, а потому сомнительно выглядит формулировка, претендующая на практическую значимость «Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР». Недостает конкретики, а перечень прикладных аспектов выглядит бессистемным и разрозненным (рынок искусства, акций, инвестирование, хоккейные команды, городские парки). Несмотря на декларативность авторами «применимости устойчивых методов, основанных на свойствах консервативности тестовых статистик, включая t-статистики, в широкой сфере важных проблем, включая анализ нелинейной зависимости, кластеров волатильности и (не-)эффективности экономических и финансовых рынков, моделируемых на основе временных рядов GARCH и копульных структур зависимости», осталось неясным, как и при каких условиях эти методы можно применять. Можно сформулировать вопрос, например, к одному из результатов отчетного периода («Вкладом проекта во второй год его выполнения являются полученные научные результаты по разработке новых методов и подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу и тестам гипотез по нескольким анализируемым параметрам экономических и финансовых моделей, а также новые и улучшенные методы статистически обоснованного анализа при помощи двухшаговых процедур»): в чем содержательный смысл в данном случае двухшаговых процедур и сопоставимы ли затраты

по улучшению качества статистического анализа с полученным результатом по улучшению качества? В целом, складывается впечатление, что акцент в проекте сделан на нетривиальный инструментарий как самоцель, а сущностные проблемы являются вторичными, хотя, как представляется, экономическая наука должна действовать наоборот – искать методы для решения насущных проблем, что особенно остро подчеркивают современные геополитические реалии.

Форма «Т». Титульный лист отчета (итогового отчета) о выполнении проекта

Название проекта	Номер проекта
Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики	22-18-00588
	Тип проекта: ОНГ
	Отрасль знания: 08
Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя проекта: Григорьев Дмитрий Алексеевич	Контактные телефон и e-mail руководителя проекта: +79043309981 gridmer@mail.ru
Полное и сокращенное наименование организации, через которую должно осуществляться финансирование проекта:	
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет"	
СПбГУ, Санкт-Петербургский государственный университет	
Год начала проекта: 2022	Год окончания проекта: 2024

Руководитель проекта и Организация гарантируют, что при подготовке отчета не были нарушены авторские и иные права третьих лиц и/или имеется согласие правообладателей на представление в РНФ материалов и их использование РНФ для проведения экспертизы и для их обнародования.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Организация обеспечила подписание отчета простой электронной подписью руководителя проекта в Информационно-аналитической системе РНФ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Подпись руководителя организации

Дата подачи
отчета

Либо уполномоченного представителя (в т.ч. – руководителем филиала), действующего на основании доверенности или распорядительного документа. В этом случае к представляемому в Фонд печатному экземпляру отчета **прилагается копия распорядительного документа или доверенности**, заверенная печатью организации (при наличии).

Подпись должна быть расшифрована.

Форма может быть подписана квалифицированной электронной подписью уполномоченного работника организации с представлением в ИАС файла, содержащего информацию об электронной подписи уполномоченного работника организации (координатора организации (при наличии соответствующей ранее представленной в Фонд доверенности) или руководителя организации). **В указанном случае представление отчета в печатном виде в Фонд не требуется.**

_____/_____/

Печать (при наличии) организации

К отчету прилагаются (прошиваются в составе бумажной версии отчета) копии всех публикаций* по проекту.

*К печатному экземпляру отчета прикладываются только копии первой (с указанием авторов) страницы и страницы со ссылкой на поддержку от РНФ.

Форма 1о

Отчет о выполнении проекта № 22-18-00588

«Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики»

в 2024 году

Номер регистрации сведений о начинаемой научно-исследовательской работе в единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (rosrid.ru): В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 327 «О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения».

Приоритетное направление научно-технологического развития, критическая технология, сквозная технология

Указывается согласно перечню (Указ Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий») в случае, если тематика проекта может быть отнесена к одному из приоритетных направлений, а также может внести вклад в развитие критических и/или сквозных технологий.

Направление из Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия НТР РФ) Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

Тематика проекта соответствует направлению профильной деятельности организации

Например, программе развития (при наличии) Организации, отраслям знаний, по которым Организация получает государственное (муниципальное) задание, иным документам Организации. 1.1 Заявленный в проекте план работы научного исследования на отчетный период

Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе

1) Численные эксперименты по задаче прогнозирования процесса ценообразования и управления активами на финансовом рынке, которая характеризуется значительной нелинейностью и нестационарностью. Результаты планируются к отправке в Journal of the knowledge economy (Q2), Mathematics (Q1).

Д.А. Григорьевым (совместно с Мусаевым А.А.) ведется численное исследование стратегий управления трендами в условиях стохастического хаоса. В качестве примера используется построение стратегий управления, реализующих последовательные схемы автоматического управления финансовыми инструментами при спекулятивной торговле на рынке Forex. Показано, что различные стратегии управления, основанные на статистике трендов, позволяют проводить апостериорную параметрическую оптимизацию и получать выигрышный результат на выбранном временном интервале. Однако этот результат не обладает стабильностью, и алгоритмы, выигрывающие в одном временном интервале, могут проигрывать в последующих интервалах. Таким образом, стратегии управления, основанные на обнаружении и продлении линейных трендов, не подходят для управления активами в условиях рыночного хаоса. Несмотря на это, статистика трендов все же может быть использована как элемент мультиэкспертной системы для формирования управленческих решений. В сочетании с системой генерации нечетких решений на основе фундаментального анализа, статистика трендов может принести значительную прибыль.

Публикация обзора и критического анализа по основным подходам к прогнозированию процессов изменения котировок и их использованию в задачах спекулятивной торговли. Будут обсуждены наиболее распространенные классы торговых стратегий, основанных на технологиях обнаружения трендов, зональных и канальных стратегий управления, стратегий, основанных на осцилляторах и анализе прецедентов, рыночно-нейтральных стратегий и других. Эти стратегии будут изучены подробно, предоставляя представление о их механизмах и эффективности в различных рыночных условиях.

Идентификация хаотических временных рядов наблюдений с помощью машинного обучения. Повышение эффективности процесса машинного обучения предполагает наличие этапа идентификации динамической и статистической структуры рядов наблюдений, образующих совокупность обучающих данных. Данный вопрос оказывается крайне важным в задачах построения интеллектуальных систем управления,

взаимодействующих с нестабильными средами погружения. В предполагаемой работе будут изучены алгоритмы оценивания показателей нелинейности и хаотичности на скользящем окне наблюдения. При этом система оценок показателей рассматривается как обобщенный портрет отрезка ряда наблюдений. Динамика этих оценок позволяет выявлять участки с «шумом мерцания», выступающего в роли индикатора скачкообразного изменения состояния процесса. По существу, речь идет о новых технологиях решения задач прогнозирования и сегментации нестационарных процессов, а также раннего обнаружения возможных скачкообразных изменений. С точки зрения машинного обучения задача состоит в получении обобщенных портретов динамики вектора состояния, для использования, например, в процедурах кластеризации и прецедентного анализа. При идентификации многомерных рядов измерений предлагается использовать аналогичную технологию для их сингулярных проекций или главных компонент.

2) Разработка эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах.

Продолжение исследований по анализу и применениям вероятностных результатов по консервативности одно- и двухвыборочных t-тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений в литературе; исследования по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных распределений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на случай F-тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм. Получение асимптотических свойств мощности для теста на предсказуемость в регрессии при применении подхода на основе t-статистик.

Продолжение исследований по применениям разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез по одному, двум и более параметрам в важных областях в экономике, финансах и эконометрике, включая устойчивые тесты структурных сдвигов на экономических и финансовых рынках и в их динамике; анализ кризисов и тяжелохвостности распределений и устойчивый анализ прогнозных моделей для ключевых временных рядов и величин в экономике и финансах, таких как финансовые доходности и обменные курсы валют; устойчивый анализ эффективности мер экономической политики и эффектов воздействия (treatment effects); тесты совместных гипотез по нескольким регрессионным параметрам; и межстрановые и межрегиональные сравнения динамики социально-экономического развития и моделей рынков, включая распределение и неравенство дохода

3) -- А.А. Скроботовым (совместно с Э. Курозуми) будут проведены исследования статистических свойств оценок дат возникновения и коллапса финансового пузыря при условиях наличия нескольких режимов в рассматриваемых финансовых и экономических процессах и временных рядах на случай нестационарной волатильности в инновациях, и разрабатывался подход, основанный на непараметрической коррекции предельной безусловной дисперсии ошибок. Предлагается алгоритм оценки дат сдвигов с поправкой на волатильность: во-первых, оценивается дата возникновения лопнувшего пузыря, дата коллапса и дата восстановления нормального рынка в предположении гомоскедастичности; во-вторых, полученные остатки затем используются в WLS-оценивании (взвешенный метод наименьших квадратов) оценок дат пузыря. Планируется также провести эксперименты Монте-Карло для получения свойств на конечных выборках.

4) -- А. Скроботовым, М. Карамышевой, А. Семеновым будут исследованы изменяющиеся во времени сети в мире финансовых активов. Сети построены с использованием мер связности, основанных на разложении дисперсии. Полученные сети являются

взвешенными и направленными. Методология позволяет изучать взаимозависимости между криптовалютой и доходностью токенов. Авторы планируют получить графическую визуализацию сетей активов фондового рынка, позволяющих напрямую вычислять и обсуждать свойства сети, такие как различные меры центральности, коэффициент кластеризации и т.д. В настоящее время коллектив занимается моделированием доходности активов помощью моделей машинного обучения, используя сетевые индикаторы в качестве независимых переменных поверх стандартных регрессоров. Структура сети важна и может быть полезна для улучшения прогнозирования вне выборки.

5) Разработка новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных.

6) Участниками проекта будет продолжаться организационная работа по развитию активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Работа по проекту будет, в частности, продолжаться в следующих направлениях:

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.

- Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатольев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Dept. of Economics, Princeton Univ.; P.C.B. Phillips, Dept. of Economics, Yale Univ.) и других специалистов мирового уровня.

- Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации. Организация авторских краткосрочных курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях.

- Проведение мастер-класса для школьников в рамках зимней научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ 2024 в образовательном центре СИРИУС на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

- Организация и проведение 4-й международной ежегодной конференции iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference>, июнь 2024 г.). Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>).

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

- Применения современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках, подверженных влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике.

- Подготовка научных статей по результатам исследований по проекту для представления в ведущие рецензируемые зарубежные и международные научные журналы. Представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам и статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях.

В частности, планируется представление результатов, полученных в ходе работы по проекту на таких конференциях, как ежегодные конференции Эконометрического общества (Econometric Society) и Королевского экономического общества (Royal Economic Society) Великобритании, Международные конференции по вычислительной и финансовой эконометрике - International conferences on computational and financial econometrics (CFE-2024/2025), Ежегодная конференция 2024 г. Международной ассоциации по прикладной эконометрике - International Association for Applied Econometrics (IAEE-2024), Ежегодная конференция 2024 г. Общества по финансовой эконометрике - Society for Financial Econometrics (SoFiE-2024), Международная конференция по вычислимым данным и социальным сетям - International Conference on Computational Data and Social Networks (CSoNet 2024), Международная конференция "Modern Econometric Tools and Applications" (META 2024), Ежегодная апрельская конференция по эконометрике Высшей школы экономики и др. В 2024 г. Центром будет организована 4-я Международная ежегодная конференция по эконометрике и бизнес аналитике ЦЭБА (iCEBA-2024, <https://ceba-lab.org/conference>), активная работа по организации и проведению которой в настоящее время ведется участниками проекта.

1.2 Заявленные научные результаты на конец отчетного периода Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе

1) Проведение численных экспериментов по задаче прогнозирования процесса ценообразования и управления активами на финансовом рынке.

Исследование значительной нелинейности и нестационарности, характеризующих этот процесс.

Разработка и численное исследование стратегий управления трендами в условиях стохастического хаоса

Использование примера построения стратегий управления для автоматического управления финансовыми инструментами при спекулятивной торговле на рынке Forex.

Подготовка и публикация обзора и критического анализа основных подходов к прогнозированию процессов изменения котировок и их использованию в задачах спекулятивной торговли. Обсуждение наиболее распространенных классов торговых стратегий и их эффективности в различных рыночных условиях.

Использование машинного обучения для идентификации хаотических временных рядов наблюдений. Изучение алгоритмов оценивания показателей нелинейности и хаотичности на скользящем окне наблюдения. Разработка новых технологий для решения задач прогнозирования и сегментации нестационарных процессов, а также раннего обнаружения возможных скачкообразных изменений.

Разработка устойчивого эконометрического инструментария для анализа гипотез в экономике и финансах.

Продолжение исследований по анализу и применению вероятностных результатов, включая обобщения на случай тяжелохвостных распределений и F-тестов.

Применение разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез в различных областях экономики, финансах и эконометрике.

Исследование статистических свойств оценок дат возникновения и коллапса финансового пузыря, разработка подхода, основанного на непараметрической коррекции предельной безусловной дисперсии ошибок.

4. А.А. Скроботовым (совместно с Э. Курозуми) ожидается получить свойства оценок дат возникновения и коллапса финансового пузыря при условиях наличия нескольких режимов в рассматриваемых финансовых и экономических процессах и временных рядах в случае нестационарной волатильности в инновациях, и будет разработан подход, основанный на непараметрической коррекции предельной безусловной дисперсии ошибок.

Предложенный алгоритм оценки дат сдвигов с поправкой на волатильность будет состоять из двух шагов: во-первых, оценивается дата возникновения лопнувшего пузыря, дата коллапса и дата восстановления нормального рынка в предположении гомоскедастичности; во-вторых, полученные остатки затем используются в WLS-оценивании (взвешенный метод наименьших квадратов) оценок дат пузыря.

-- А. Скроботовым, М. Карамышевой, А. Семеновым будут исследованы изменяющиеся во времени сети в мире финансовых активов. Сети построены с использованием мер связности, основанных на разложении дисперсии. Полученные сети являются взвешенными и направленными. Методология позволяет изучать взаимозависимости между криптовалютой и доходностью токенов. Авторы планируют получить графическую визуализацию сетей активов фондового рынка, позволяющих напрямую вычислять и обсуждать свойства сети, такие как различные меры центральности, коэффициент кластеризации и т.д. Авторы планируют получить возможность улучшать прогнозы доходностей активов помощью моделей машинного обучения, используя сетевые индикаторы в качестве независимых переменных поверх стандартных регрессоров.

5. В 2024 году планируется продолжение активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Работа по проекту будет включать следующие направления:

Дальнейшее развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с финансированием за счет внутренних ресурсов университета.

Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом.

Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений.

Проведение мастер-класса для школьников в рамках зимней научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ 2024 в образовательном центре СИРИУС на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

Организация и проведение 4-й международной ежегодной конференции iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference>). Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>).

Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

Применение современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках.

Подготовка научных статей по результатам исследований по проекту для представления и их публикация в ведущих рецензируемых зарубежных и международных научных журналах, такие как *Econometric Theory* (Q1), *Journal of Financial Econometrics* (Q1), *Econometric Reviews* (Q1), *the Journal of Business and Economic Statistics* (Q1), *Journal of the Knowledge Economy* (Q2), *Computational Economics* (Q2), *Mathematics* (Q1) и др. Представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам и

статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях.

1.3 Сведения о фактическом выполнении плана работы на год (фактически проделанная работа, от 3 до 10 стр. (6-20 тыс. символов))

Все планируемые на год работы выполнены полностью:

1.4 Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном году (от 1 до 5 стр. (2-10 тыс. символов))

Все запланированные в отчетном году научные результаты достигнуты:

В ходе реализации проекта выполнялись эксперименты с участием лабораторных животных:

1.5 Описание выполненных в отчетном году работ и полученных научных результатов для публикации на сайте РНФ До 3 страниц (6 тыс. символов) текста, также указываются ссылки на информационные ресурсы в сети Интернет (url-адреса), посвященные проекту. на русском языке

на английском языке

1.6 Файл с дополнительными материалами (при необходимости представления экспертному совету РНФ дополнительных графических материалов к отчету по проекту)

Выберите файл

В формате pdf, до 3 Мб. Нажмите на кнопку «Выберите файл», чтобы загрузить файл. Чтобы заменить ошибочно загруженный файл нажмите «Заменить файл» (предыдущий при этом будет заменен вновь загруженным). 1.7 Перечень публикаций за год по результатам проекта (добавляются из списка зарегистрированных участниками проекта публикаций)

1.8 В 2024 году возникли исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности, созданные при выполнении проекта:

Нет

1.9. Показатели реализации проектаПлановые значения указываются только для показателей, предусмотренных соглашением.

Показатели кадрового состава научного коллектива рассчитываются как округленное до целого отношение суммы количества месяцев, в которых действовали в отчетном периоде в отношении членов научного коллектива приказы о составе научного коллектива, к количеству месяцев, в которых действовало в отчетном периоде соглашение.

Показатели	Единицы измерения	2024 год	
		План	Факт
Число членов научного коллектива	человек	10	
Число исследователей в возрасте до 39 лет (включительно) среди членов научного коллектива	человек	5	

Показатели	Единицы измерения	2024 год	
		План	Факт
Число аспирантов (интернов, ординаторов, адъюнктов) очной формы обучения среди членов научного коллектива	человек		
Количество лиц категории «Вспомогательный персонал»	человек		
Значения показателей формируются автоматически на основе данных, представленных в форме 2о (накопительным итогом). Показатели публикационной активности приводятся в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку Российского научного фонда и на организацию (в последнем случае – за исключением публикаций, созданных в рамках оказания услуг сторонними организациями).			
Публикационные показатели реализации проекта (нарастающим итогом)	Единица измерения	План	Факт
Количество содержащих результаты исследований по проекту различных публикаций членов научного коллектива в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях			
<i>К указанным публикациям не относятся публикации, направленные в издательство до начала практической реализации проекта (до заключения грантового соглашения) ; публикации типа «тезисы». Издания, индексируемые в библиографических зарубежных базах данных публикаций и/или Russian Science Citation Index (RSCI).</i>	Ед.	8	10
в том числе:			
в изданиях, индексируемых в библиографических базах данных Web of Science и/или SCOPUS	Ед.		10
в изданиях, входящих в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/)	Ед.		4
в российских изданиях, входящих во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR (принадлежность издания к Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/)	Ед.		2
в изданиях, индексируемых в библиографической базе данных RSCI	Ед.		3
в изданиях, индексируемых в иных зарубежных библиографических базах данных	Ед.		0
в научных изданиях «Белого списка» https://journalrank.rcsi.science/ru/record-sources/	Ед.		0
Количество публикаций с учетом квартилей	Ед.		16

Публикационные показатели реализации проекта (нарастающим итогом)	Единица измерения	План	Факт
---	-------------------	------	------

Указанное количество публикаций может изменяться в случае принятия экспертным советом РНФ решения об отказе учета публикации в качестве отчетной или отказа от применения повышающего коэффициента в отношении публикации в изданиях, входящих в первый (Q1) или второй (Q2) квартили.

1.10 Информация о представлении достигнутых научных результатов на научных мероприятиях (конференциях, симпозиумах и пр.) (в том числе форма представления – приглашенный доклад, устное выступление, стендовый доклад)

1.11 Все публикации, информация о которых представлена в пункте 1.9, имеют указание на получение финансовой поддержки от Фонда:

1.12 Информация (при наличии) о публикациях в СМИ, посвященных результатам проекта, с упоминанием Фонда:

Нет

-не указаны-

1.13. Изменялся ли в отчетном периоде состав основных исполнителей проекта?в случаях изменения состава основных исполнителей проекта, указанных в заявке на участие в конкурсе в составе отчета представляются сведения об исключении членов научного коллектива из состава основных исполнителей и о новых основных исполнителях проекта в соответствии с формой 2 приложения № 1 к конкурсной документации о проведении конкурса

1.14. Форма трудового договора с руководителем проекта соответствует указанной в исходной заявке на участие в конкурсе (п. 2.16 Формы 2):

Организация будет являться основным местом работы (характер работы – не дистанционный)

Заключенный с руководителем проекта трудовой (срочный трудовой) договор предусматривает продолжительность рабочего времени исходя из ежедневного или еженедельного графика работы. Руководитель проекта при его реализации проживает и осуществляет трудовую деятельность на территории Российской Федерации. Организация в соответствии с подпунктом «е» пункта 2.3.13 грантового соглашения своевременно информировала Фонд о предоставлении руководителю проекта отпуска (отпусков) без сохранения заработной платы общей длительностью более 90 дней в течение предшествующих 365 календарных дней.

1.15 План работ научного исследования в отчетном году не изменялся и выполнен в полном объеме:

1.16. Перечень членов научного коллектива, принимавших участие в проекте в последний год его реализации, которые войдут в состав основных исполнителей заявки открытого публичного конкурса на продление сроков выполнения проектов, поддержанных грантами Российского научного фонда по мероприятию «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» приоритетного направления деятельности Российского научного фонда «Поддержка проведения научных исследований и развития научных коллективов, занимающих

лидирующие позиции в определенных областях науки»: Заполняется в случае участия в указанном конкурсе.

Настоящим подтверждаю:

- самостоятельность и авторство текста отчета о выполнении проекта;
- при обнародовании результатов, полученных в рамках поддержанного РНФ проекта, научный коллектив ссылался на получение финансовой поддержки проекта от РНФ и на организацию, на базе которой выполнялось исследование;
- согласие с опубликованием РНФ сведений из отчета (итогового отчета) о выполнении проекта, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- проект не имеет других источников финансирования;
- проект не является аналогичным¹ по содержанию проекту, одновременно финансируемому из других источников;
- проект не содержит сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

¹Проекты, аналогичные по целям, задачам, объектам, предметам и методам исследований, а также ожидаемым результатам. Экспертиза на совпадение проводится экспертным советом Фонда.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС.

Подпись руководителя проекта _____ /Д.А. Григорьев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Форма 2о

Сведения о публикациях по результатам проекта

№ 22-18-00588

«Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики»

в 2024 году

Приводятся в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку РНФ.

(заполняется отдельно на каждую публикацию, для формирования п.1.7. отчета)

Указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав.

Сведения о публикациях регистрируются в разделе «Публикации» персональной страницы

пользователя в ИАС РНФ. В карточке публикации все данные приводятся на языке и в форме, используемой базами данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection), «Скопус» (Scopus), RSCI или иных баз данных; каждая публикация регистрируется только один раз (независимо от языков опубликования).

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС.

Подпись руководителя проекта _____ /Д.А. Григорьев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Форма 5и

Итоговый отчет о выполнении проекта

№ 22-18-00588

«Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики»

5.1. Заявленный в проекте план работы на весь срок выполнения проекта, предлагаемые методы и подходы (в соответствии с исходной заявкой на участие в конкурсе)

Методы и подходы, используемые в исследованиях по проекту будут включать, среди прочих, вероятностные результаты по консервативности одно- и двухвыборочных t-тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений в литературе (см. Bakirov, 1989, 1998, Bakirov и Szekely, 2005, Ibragimov и Muller, 2010, 2016, и ссылки в этих работах), а также новые результаты по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных наблюдений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на важный случай F-тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм. Методы и подходы также будут использовать новые результаты по обоснованию применимости устойчивых методов, основанных на свойствах консервативности тестовых статистик, включая t-статистики, в широкой сфере важных проблем, включая анализ нелинейной зависимости, кластеров волатильности и (не-)эффективности экономических и финансовых рынков, моделируемых на основе временных рядов GARCH и копульных структур зависимости; межстрановой и межрегиональный анализ социально-экономического развития, в т.ч. распределения и неравенства дохода; проблемы оценивания и прогнозирования экономической и финансовой динамики на основе предсказательных регрессий; а также инструментальные методы анализа при проблемах эндогенности, с применениями к анализу функций спроса в экономике и финансах, исследованию факторов, влияющих на финансовые доходности, обменные курсы валют, распределение и неравенство доходов и их тяжелохвостность.

Согласно теоретическим результатам в Ibragimov и Muller (2010), предложенные подходы к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу на основе t-статистик являются асимптотически обоснованными (asymptotically valid) при общих предположениях, что оценки исследуемого параметра по группам являются асимптотически нормальными и асимптотически независимыми. Эти условия выполняются для многих широко используемых моделей и структур зависимости/гетерогенности в экономике и финансах, включая модели зависимости временных рядов, , структуры кластерной и

пространственной зависимости, а также панельные данные. В частности, важно отметить, что асимптотическая нормальность оценок параметра по группам, как правило, имеет место при тех же предположениях, как и асимптотическая нормальность оценок по всей выборке наблюдений (full-sample estimators).

Важными проблемами в рассматриваемых в проекте задачах обоснования применимости устойчивых методов, основанных на свойствах консервативности тестовых статистик, в т.ч. t-статистик, вычисленных по оценкам параметров по группам наблюдений, являются, таким образом, доказательства асимптотической нормальности рассматриваемых оценок и независимости оценок по группам данных в выборке. Анализ и доказательства этих свойств в проекте будут использовать широкий спектр результатов асимптотической теории и асимптотической нормальности сумм слабозависимых (weakly dependent) случайных величин, удовлетворяющих условиям перемешивания (mixing), и оценок параметров для данных с вышеуказанными структурами зависимости, включая модели GARCH; стационарные марковские процессы произвольного порядка, порождаемые копулами; авторегрессионные процессы; и модели кластерной (cluster) и пространственной (spatial) зависимости. В частности, доказательства асимптотической нормальности и асимптотической независимости оценок исследуемых параметров, вычисленные по группам наблюдений, будут использовать результаты по асимптотической нормальности случайных векторов при различных предположениях о зависимости и гетерогенности, а также мощные методы теории coupling (coupling theory) для стационарных слабозависимых процессов.

Работа по проекту будет включать следующие этапы и ожидаемые результаты:

1. Разработка и применения эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах (2022-2024 гг.).

1а) Анализ и применения вероятностных результатов по консервативности одно- и двухвыборочных t-тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений в литературе (см. Bakirov, 1989, 1998, Bakirov и Szekely, 2005, Ibragimov и Muller, 2010, 2016, и ссылки в этих работах); исследования по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных наблюдений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на случай F-тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм (2022 г.).

1б) Применения разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез по двум и более параметрам в важных областях в экономике, финансах и эконометрике, включая устойчивые тесты структурных сдвигов на экономических и финансовых рынках и в их динамике; устойчивый анализ эффективности мер экономической политики и эффектов воздействия (treatment effects); тесты совместных гипотез по нескольким регрессионным параметрам; межстрановые и межрегиональные сравнения динамики социально-экономического развития и моделей рынков, включая распределение и неравенство дохода; и анализ причинности по Грейнджеру (Granger causality) в прогнозных моделях (2022-2023 гг.).

2. Разработка новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных (2022-2024 гг.). Теоретические и прикладные исследования по статистическому анализу на основе многих широко используемых в эконометрике, финансах и экономике методов:

2а) Применения разработанных новых устойчивых методов в инструментальном статистическом и эконометрическом анализе (2022-2023 гг.). Критический анализ результатов в литературе по ключевым моделям в экономике и финансах, анализируемым на основе методов инструментальных регрессий, таких как стандартные модели и оценки функций спроса на экономических и финансовых рынках; модели кривой Филлипса (Phillips curve) и закона Оукена (Okun's law), связывающих динамику инфляции, уровня занятости и экономического роста; модели влияния уровня образования на заработную плату и доходы (см. работы нобелевских лауреатов по экономике в нынешнем году J. D. Angrist, G. W. Imbens и их соавторов), и др. (2022-2023 гг.)

2б) Применения разработанных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в задачах определения и оценивания факторов, влияющих на неравенство дохода и богатства как по всему распределению этих величин, так и в его хвостах; и анализу и оцениванию копульных структур зависимости для экономических и финансовых рынков и финансовой зараженности (2023-2024 гг.).

1с, 2с) Исследования и результаты по широкому спектру эмпирических применений разрабатываемых устойчивых статистических и эконометрических методов в анализе и сравнении динамики социально-экономического развития современных развитых экономик и рынков периода становления (emerging markets), включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР (2022-2024 гг.).

Устойчивые оценки структурных сдвигов в динамике рассматриваемых рынков вследствие кризисов и других структурных шоков, таких как начало пандемии COVID-19 (2022 г.); статистический анализ и оценивание копульных структур взаимозависимости и финансовой зараженности в исследуемых экономиках, с выводами о распространении кризисов, как в случае глобального финансового кризиса 2008 г. (2023 г.); разработка и применения прогнозных моделей динамики ключевых экономических и финансовых показателей развитых рынков и экономик периода становления, включая показатели экономического роста, финансовые доходности, обменные курсы иностранных валют, уровень инфляции и заработной платы (2024 г.). Широкомасштабные межстрановые и межрегиональные сравнения ключевых экономических, финансовых и социальных показателей рассматриваемых экономик, включая рост ВВП, распределение и неравенство дохода и факторы, влияющие на них (2022-2024 гг.)

Результатом работы по проекту будут являться новые методы и подходы к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу и тестам гипотез по нескольким анализируемым параметрам экономических и финансовых моделей, а также новые и улучшенные методы статистически обоснованного анализа при помощи двухшаговых процедур. Обобщающей характеристикой разрабатываемых методов и подходов является использование в них свойств консервативности тестовых статистик, таких как двухвыборочные t-статистики в тестах гипотез о равенстве двух параметров в анализе структурных изменений, эффектов воздействия (treatment effects) и анализе эффективности мер экономической политики и регулирования и t- и F-статистики в тестах гипотез по одному, двум или нескольким параметрам регрессий МНК, ДШНК, моделей с применением инструментальных переменных. Важной их отличительной чертой также является предоставляемая возможность анализа важных проблем в различных областях исследований в экономике и финансах с единой точки зрения. Как обсуждалось выше, эти области включают инструментальные методы анализа в экономике и финансах при проблемах эндогенности в рассматриваемых моделях и величинах; методы оценивания копульных структур зависимости, характеризующих взаимозависимость и свойства финансовой зараженности исследуемых экономик и рынков; межстрановые и

межрегиональные сравнения социально-экономического развития и его составляющих, таких как распределение и неравенство дохода; анализ факторов, влияющих на динамику ключевых экономических и финансовых показателей, включая финансовые доходности, обменные курсы иностранных валют, инфляцию и неравенство дохода; смежные проблемы исследования причинности по Грейнджеру (Granger causality) в прогнозных моделях, и др.

Кроме того, в рамках проекта будет развита активная научно-исследовательская и преподавательская деятельность сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Вклад проекта в научные исследования и образование будет включать в себя, в частности, исследования и работу по следующим важным направлениям и получение следующих ожидаемых результатов.

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры (2022-2024 гг.).

- Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатолийев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Dept. of Economics, Princeton Univ.; P.C.B. Phillips, Dept. of Economics, Yale Univ.) и других специалистов мирового уровня (2022-2024 гг.).

- Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации. Организация авторских краткосрочных, семестровых и годовых курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях (<https://ceba-lab.org/courses>, 2022-2024 гг.).

- Организация и проведение международных конференций, семинаров и летних школ на базе Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургском Государственном Университете и других высших учебных заведениях Российской Федерации с участием ученых и научных работников, специалистов, работающих на финансовых рынках, государственных структурах и сфере ИТ, и ведущих исследователей в области проекта в России и за рубежом. Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>); организация ежегодных конференций iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference22>, <https://ceba-lab.org/conference>, 2022-2024 гг.).

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР (2022-2024 гг.).

- Разработка новых и усовершенствованных методов устойчивого статистического и эконометрического анализа больших баз зависимых и гетерогенных финансовых и экономических данных, с концентрацией основных направлений исследований на разработке устойчивых статистических и эконометрических методов анализа гипотез по двум и нескольким параметрам, гипотез равенства параметров экономических и финансовых моделей и совместных гипотез, а также статистически обоснованных двухшаговых процедур эконометрического анализа. Применения разработанных в ходе работы по проекту новых и улучшенных методов в эконометрических моделях инструментального анализа, межстрановых и межрегиональных сравнениях моделей социально-экономического развития, тестах структурных сдвигов вследствие кризисов и их распространения и др. важных задачах (2022-2024 гг.).

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе (2022-2024 гг.).

- Разработка и применение современных подходов к компьютерному и математическому моделированию и прогнозированию динамики ключевых финансовых и экономических величин и показателей развитых экономик и рынков периода становления, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР, а также моделированию и прогнозированию влияния кризисов и их распространения и процессов финансового заражения на рассматриваемые экономики и рынки (2022-2024 гг.).

- Адаптация современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа финансовых и экономических рынков для эффективной работы на высокопроизводительных (параллельных и распределенных) вычислительных системах и их программное обеспечение (2022-2024 гг.).

- Применения современных компьютерных и информационно-коммуникационных технологий, высокопроизводительных (параллельных и распределенных) вычислительных систем и их программного обеспечения в моделировании и устойчивом статистическом анализе больших баз данных по финансовым и экономическим рынкам, подверженным влиянию кризисов, их распространения и финансового заражения (2022-2024 гг.).

- Применения современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках, подверженных влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике (2022-2024 гг.).

- Публикация результатов работы по проекту в статьях в ведущих рецензируемых зарубежных и международных научных журналах и представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам и статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях (2022-2024 гг.).

- Развитие исследований по проекту как широкомасштабного вклада в международное сотрудничество в сфере научных исследований и образования в области компьютерного и математического моделирования финансовых и экономических рынков и процессов, включая кризисы и финансовое заражение, и статистического и эконометрического

анализа больших баз финансовых и экономических данных (2022-2024 гг.). Разработка и применение современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического и эконометрического анализа больших баз данных по финансовым и экономическим рынкам; исследование баз данных по России, постсоветским экономикам и формирующимся рынкам; а также междисциплинарное и широкое международное научное и образовательное сотрудничество в областях проекта. Вклад в развитие ключевых приоритетных областей в России, включая развитие информационных и компьютерных систем и технологий, применения высокопроизводительных вычислительных систем в анализе финансовых и экономических рынков, развитие программного обеспечения устойчивого статистического и компьютерного анализа и моделирования, обучение и повышение образования студентов и молодых ученых и разработку рекомендаций по статистически обоснованному экономическому и финансовому анализу, экономической политике и антикризисным мерам в России и за рубежом (2022-2024 гг.).

5.2. Содержание фактически проделанной работы, полученные результаты (за все годы, от 3 до 10 стр. (6-20 тыс. символов))

Все планируемые работы выполнены полностью:

Целью проекта являлась разработка и применение устойчивых статистических и эконометрических методов для анализа гипотез, затрагивающих несколько параметров в экономике и финансах. Под «устойчивыми методами» в рамках данного проекта понимаются такие статистические и эконометрические подходы, которые сохраняют корректность и надежность оценок даже при наличии тяжелых хвостов распределений, выбросов, гетерогенности, зависимости и ограниченности данных. Особое внимание уделялось условиям малого объема выборки, наличию тяжелых хвостов распределений, гетерогенности, зависимости и эндогенности данных. В ходе реализации проекта план был полностью выполнен благодаря использованию теоретических результатов, полученных в его рамках, и их практического применения, что отражено в многочисленных публикациях и выступлениях на международных конференциях.

Разработанные методы были частично включены, среди прочего, в университетские курсы, реализуемые на основных местах работы участников проектов. Кроме того, в проекте были задействованы бакалавры и магистры и некоторые из задач проектов стали их выпускными квалификационными работами. Научно-исследовательская среда, которая возникла в результате реализации проекта и которая состоит в том числе из молодых исследователей и исследователей среднего возраста, привела к долгосрочному сотрудничеству и вне темы проекта. В целом, проект способствовал международному исследовательскому сотрудничеству и привлечению молодежи в научно-исследовательскую среду мирового уровня.

Отдельные эмпирические исследования, такие как анализ ценообразования на арт-рынке или моделирование предпочтений посетителей городских парков, служили тестовыми стендами для проверки применимости традиционных эконометрических методов в целях построения управляющих систем на данных, отличающихся по природе и структуре. Это, в свою очередь, укрепляет уверенность в эффективности применимости разработанных устойчивых методов к более широкому кругу задач, чем в основных задачах проекта — оценке неравенства доходов, анализу структурных шоков, эффективности экономической политики и других заявленных ключевых тем.

Первый пункт плана, связанный с разработкой и применением эконометрического инструментария для устойчивого статистического анализа гипотез, был успешно

реализован через создание новых методов, адаптированных для работы с конечными выборками и сложными структурами зависимых и гетерогенных данных, наблюдаемыми на практике. В рамках этой задачи были разработаны подходы, обеспечивающие валидное, статистически и эконометрически обоснованное тестирование гипотез, даже при ограниченном объеме данных, подверженных проблемам зависимости, гетерогенности и наличия выбросов, в т.ч. вследствие влияния кризисов и структурных шоков и кластеризации волатильности. Использование методов на основе t-статистик с разделением выборки на группы позволило существенно снизить влияние вышеуказанных проблем в данных на статистические выводы, что особенно важно в финансовых и экономических приложениях.

Одним из ключевых достижений стало опубликование статьи "Robust Inference on Income Inequality: t-Statistic Based Approach" (Ibragimov, Kattuman, Skrobotov, 2024). Статья принята к публикации в ведущем журнале *Econometric Reviews* (Q1). В этой работе были разработаны новые подходы к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу, оцениванию и сравнению индексов социально-экономического развития регионов, включая индексы неравенства распределения дохода. Также получены важные применения новых разработанных методов в системном межрегиональном анализе и сравнении неравенства дохода в России. Используя методы на основе свойства консервативности t-статистик в конечных гетерогенных выборках, удалось предложить простые в применении методы, обладающие лучшими статистическими свойствами по сравнению с традиционными подходами к оцениванию и анализу неравенства дохода. Был проведен обширный численный и компьютерный анализ статистических свойств предложенных методов, а также широкомасштабный эмпирический анализ и сравнение различных индексов регионального неравенства дохода, включая индексы Джини и Тейла, в Российской Федерации. Полученные результаты были использованы для разработки рекомендаций по мерам социально-экономической политики. В частности, результаты этой работы были представлены на конференциях *17th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2023)*, *META 2023*, *3rd International Conference on Econometrics and Business Analytics (ICEBA 2023)* и 54я исследовательская конференция РЭШ.

Подобные методы нашли широкое применение в анализе финансовых рынков, в частности, при изучении структурных сдвигов и эффектов, вызванных пандемией COVID-19. Например, в статье в ведущем журнале *PLoS ONE* (Distaso, Ibragimov, Semenov и Skrobotov, 2022; Q1) представлен эконометрически обоснованный устойчивый анализ влияния пандемии на финансовые рынки 23 стран из Северной и Южной Америки, Европы и Азии. Исследование включает предиктивные регрессии доходностей крупных фондовых индексов с использованием временных рядов, отражающих количество зарегистрированных случаев заражений и смертей от COVID-19. В работе также подробно изучены такие свойства временных рядов, как устойчивость, тяжелохвостьность и риск хвостов, что подчеркивает необходимость применения методов устойчивого анализа. Анализ основывается на современных подходах к оценке и интерпретации данных с гетероскедастичностью и автокорреляцией (НАС), использовании устойчивых t-статистик и методов оценки индекса хвостов. Результаты позволили выявить ключевые изменения в доходностях акций и проанализировать рыночные реакции на глобальные шоки. Результаты были представлены на конференциях *ICEBA 2022* и *META 2022*, где обсуждались подходы к анализу рыночных шоков, вызванных пандемией COVID-19.

Кроме того, разработанные подходы были использованы для обобщения F-тестов в задачах тестирования нескольких гипотез. Были выведены новые вероятностные неравенства, обеспечивающие точность тестов в условиях гетероскедастичности и зависимости между

параметрами. Эти результаты способствуют более надежному статистическому заключению в сложных моделях. **В настоящее время, ведется работа по оформлению статьи, планируемой к представлению в журнал, индексируемый в базах данных Web of Science, Scopus и ядре РИНЦ, на основе полученных результатов.**

Особое внимание уделялось анализу тяжелых хвостов распределений макроэкономических данных, которые часто наблюдаются в реальных экономических и финансовых процессах. Разработанные методы позволили более точно оценить параметры таких распределений и проанализировать риски, связанные с экстремальными событиями, такими как финансовые кризисы. Эти подходы были применены к анализу доходностей акций на развивающихся рынках, где влияние тяжелых хвостов особенно заметно. Результаты исследований были представлены на конференциях ICEBA-2023 и META-2023, а также опубликованы в статье Xing, Z., Ibragimov, R. (2022, *Advances in Econometrics*).

Для улучшения качества прогнозирования временных рядов были разработаны устойчивые регрессионные модели, показавшие высокую эффективность в оценке ключевых макроэкономических индикаторов, таких как инфляция и валовой внутренний продукт (ВВП). Эти модели учитывают особенности данных с тяжелыми хвостами, нестационарностью и гетерогенной структурой, что повышает точность прогнозов и надежность выводов. В статье *Journal of Empirical Finance* (James et al., 2023) представлена модель прогнозирования "хвостового" риска, которая является регуляризованным расширением двухступенчатой модели GARCH-EVT. Она учитывает разреженный набор ковариат для анализа экстремальных значений риска, что позволяет динамически изменять масштаб распределения. Применяя данные с американского фондового рынка, исследование показало, что подход обеспечивает конкурентоспособные прогнозы Value-at-Risk и Expected Shortfall, особенно в периоды финансовых потрясений, превосходя традиционные модели, такие как GJR-GARCH и CaViaR. Работа получила положительные отзывы на конференциях *WORKSHOP ON ECONOMETRIC THEORY AND APPLICATIONS (Siena)* и *AMEF 2023 (Thessaloniki)*.

В дополнение этого, статья *Computational Economics* (Musaev et al., 2023) предлагает решение задачи краткосрочного прогнозирования процессов, которые являются выходными сигналами нелинейных динамических систем в условиях хаотических возмущений и негауссовых помех. Традиционные методы прогнозирования для таких процессов часто неэффективны из-за экспоненциального расхождения траекторий. В предложенной модели используется анализ многомерных корреляций, который выявляет более устойчивую динамику взаимосвязей по сравнению с исходными процессами. Это позволяет формировать краткосрочные прогнозы с использованием модифицированных техник регрессионного анализа, что демонстрирует высокую точность даже в условиях значительной нестабильности.

Второй пункт плана, связанный с разработкой новых подходов для двухшаговых методов оценивания при наличии эндогенности, гетерогенности и выбросов в данных, был также успешно выполнен. Двухшаговые методы оценивания позволяют поэтапно учитывать эндогенность, гетерогенность и выбросы, что обеспечивает более точную оценку параметров и повышает достоверность выводов. Хотя такие процедуры требуют дополнительных усилий и вычислительных ресурсов, улучшение качества оценок снижает риск неправильных решений и экономических потерь.

В работе *Journal of Financial Econometrics* (Ibragimov, Pedersen, Skrobotov, 2023) предложены новые методы для анализа сложных финансовых переменных, включая доходности,

характеризующиеся нелинейной зависимостью, гетерогенностью и тяжелыми хвостами, которые часто создают проблемы при использовании традиционных статистических подходов.

Статья предлагает подходы, основанные на устойчивых t-статистиках, которые позволяют корректно анализировать меры рыночной (не)эффективности и кластеризации волатильности. Для этого используются (малые) степени абсолютных доходностей и их подписанные версии, что позволяет снизить влияние выбросов и тяжелых хвостов. Оценки параметров (например, мер нелинейной зависимости) проводятся по группам данных, а итоговый вывод основан на t-статистике для этих групповых оценок. Такой подход сохраняет статистическую достоверность даже при значительной зависимости и гетерогенности данных, которые часто встречаются на реальных финансовых рынках.

Методы, представленные в статье, демонстрируют преимущества в анализе процессов, таких как GARCH, и находят широкое применение в задачах устойчивого статистического анализа. Эти подходы соответствуют задачам пункта 2 плана, так как они позволяют критически переосмыслить традиционные методы анализа экономических моделей, включая изучение функций спроса, модели кривой Филлипса и закона Оукена. Результаты работы подтверждают применимость разработанных подходов в реальных условиях, а также их значимость для анализа ключевых параметров на финансовых рынках, обеспечивая устойчивый вывод в условиях сложных зависимостей и тяжелых хвостов.

В рамках исследования криптовалютных рынков разработаны методы анализа кластеров волатильности и оценки индекса хвостов. Эти работы обсуждались на *4th International Conference on Econometrics and Business Analytics (iCEBA 2024)* и *8th International Workshop on Financial Markets and Nonlinear Dynamics (Paris)*. Практическое применение результатов включает улучшение методов управления рисками и построение более точных моделей для прогнозирования на криптовалютных рынках.

Также были предложены методы фрактального анализа, представленные в работе Igudesman et al. (2023, Lobachevskii Journal of Mathematics), которые предоставляют инструменты для точного моделирования распределений данных с тяжелыми хвостами. Это оказалось особенно полезным для задач прогнозирования макроэкономических индикаторов и анализа рисков в условиях высокой неопределенности. Подобные подходы были представлены на конференциях META-2023 и на семинарах CEBA в 2024 году.

Эмпирические исследования и практическое внедрение разработанных методов занимали центральное место в проекте, обеспечивая их проверку и адаптацию к реальным задачам - построение систем принятия решений в нелинейных и сложных для прогнозирования средах, как социальных, так и технических.

Прогнозные модели, основанные на устойчивых методах, были успешно применены для оценки влияния кризисов на валютные курсы и финансовые доходности. На семинарах CEBA в 2024 году обсуждались подходы к прогнозированию валютных курсов в условиях тяжелых хвостов распределений, что является критически важным для разработки эффективной экономической политики и стратегий управления рисками. Эти модели позволили улучшить точность прогнозов и минимизировать влияние выбросов и зависимостей в данных.

В рамках проекта были разработаны мульти-экспертные системы, применимые к управлению хаотическими и нестационарными системами, включая финансовые рынки. На

основе исследований, предложены алгоритмы раннего обнаружения аномалий, оптимизации параметров и прогнозирования сложных процессов с использованием эволюционных подходов и машинного обучения (Musaev et. al, 2023, International Journal of Dynamics and Control). В частности, разработанные мульти-экспертные стратегии, объединяющие модели на основе stacking-алгоритмов, доказали свою эффективность в прогнозировании динамики валютных рынков и управления технологическими процессами. Использование методов обработки текстов и анализа временных рядов, позволило повысить точность принятия решений в условиях неопределенности и нестабильности. Разработанные алгоритмы были представлены на *2nd International Conference on Evolutionary Artificial Intelligence* и *3rd International Conference on Mechatronics and Automation Technology (2024)*. Эти методы продемонстрировали эффективность в прогнозировании и стабилизации динамических систем.

Дальнейшими работами по развитию этого направления в рамках нашего проекта являются:

- Идентификация динамических и статистических структур в нестабильных средах. Создание адаптивных алгоритмов для хаотичных временных рядов, использование глубокого обучения и статистики для долгосрочных прогнозов, выделение фазовых переходов.
- Совершенствование мультиэкспертных систем прогнозирования. Расширение круга экспертов, включение анализа текстовой информации, применение к развивающимся рынкам и нелинейным процессам, интеграция инструментов визуализации и поддержки принятия решений.
- Извлечение рыночных настроений с помощью больших языковых моделей (LLM) и LoRA. Применение к новостному и социальному фону, интеграция макроэкономических сигналов для повышения точности оценок настроений.

Актуальность построения систем принятия решений, которые в дальнейшем могут основываться на устойчивых методах, была продемонстрирована в области управления городской инфраструктурой. В исследовании Sokolova, Starshov, Syrneva (2023) был предложен управленческий подход к развитию городских парков Санкт-Петербурга, основанный на количественном анализе потребностей посетителей. Применение методов кластерного анализа и анализа главных компонент позволило сегментировать аудиторию парка и предложить конкретные рекомендации для повышения его привлекательности и эффективности. Результаты подтвердили, что современные инструменты статистического анализа могут быть успешно использованы для развития городской инфраструктуры и повышения качества городской среды.

Дополнительно, с помощью корреляционного анализа было проведено исследование особенностей инвестирования в нетрадиционные активы, а именно в произведения изобразительного искусства. Арт-рынок схож с традиционным финансовым рынком по инвестиционному потенциалу, рискам, тяжелым хвостам распределений и влиянию внешних факторов. Однако он отличается низкой ликвидностью, отсутствием стандартных моделей оценки и субъективной эмоциональной составляющей. В статье Vasina et al. (2023, Journal of Theoretical and Applied Information Technology) была проведена детальная оценка прибыльности инвестиций в произведения искусства на основе данных перепродаж картин с 2003 по 2021 годы из аукционных домов Sotheby's, Christie's и Phillips. Были рассчитаны годовые эффективные ставки доходности для каждой картины, проведен анализ влияния различных факторов, таких как начальная цена продажи и срок владения, на цену перепродажи. В результате были опровергнуты мифы о защитных инвестициях и эффекте шедевра. Это исследование демонстрирует необходимость применения разработанных

устойчивых методов в области альтернативных инвестиций и расширяет область их применения.

Еще одним важным направлением эмпирических исследований стал анализ неравенства в сфере здоровья, вызванного пандемией COVID-19. В работе Podkorytova, Raskina (2024, Вестник СПбГУ. Экономика) изучалось влияние социально-экономических факторов, таких как уровень доходов, образование и занятость, на доступ к вакцинации и трудоспособность населения. Использование устойчивых методов статистического анализа позволило выявить группы населения, наиболее уязвимые к последствиям пандемии, и разработать рекомендации по снижению неравенства. Эти результаты были представлены на Международном экономическом симпозиуме 2024 года и получили высокую оценку специалистов.

Межстрановые исследования также стали важной частью проекта. Были проведены исследования зависимости доходов населения от макроэкономических условий в странах СНГ, результаты которых были представлены на конференциях iCEBA и META. Эти исследования показали, что применение устойчивых методов значительно улучшает качество оценок параметров в условиях высокой гетерогенности данных и способствует более точному пониманию экономических процессов в разных странах.

Таким образом, все работы были выполнены в полном соответствии с планом проекта. Разработанные устойчивые статистические и эконометрические методы предоставляют единый и эффективный подход к анализу важных проблем в различных областях экономики и финансов. Они позволяют решать сложные задачи, связанные с наличием эндогенности, гетерогенности и сложных зависимостей в данных. Результаты проекта не только обогатили теоретическую базу, но и нашли широкое практическое применение, что подтверждается многочисленными публикациями и выступлениями на международных конференциях.

Проект также способствовал развитию научно-исследовательской и образовательной деятельности, включая обучение студентов и молодых ученых, организацию международных конференций и семинаров, а также укрепление международного сотрудничества в области эконометрики и статистики. Это закладывает прочную основу для дальнейших исследований и практических применений в сфере устойчивого экономического и финансового анализа.

Участники проекта принимали активное участие в организации и осуществлении работы и представлении полученных научных результатов на ведущих конференциях, симпозиумах и семинарах в учебных заведениях России и за рубежом, в том числе, в следующих престижных конференциях.

Фундаментальные эконометрические исследования и методы:

- iCEBA 2023: "Trading Sentiment Extraction from Financial Texts Using Machine Learning and ChatGPT".
- iCEBA 2024: Modified Ljung-Box Test for Non-i.i.d. Heavy-tailed Data.
- META 2022: A Market Crash or Tail Risk? Heavy Tails and Asymmetry of Returns in the Chinese Stock Market.
- META 2023: New Approaches to Robust Inference on Market (Non-)efficiency, Volatility Clustering, and Nonlinear Dependence.
- CFE 2023: Stylised Facts of Cryptocurrency Markets.
- CFE 2024: Stylised Facts of Cryptocurrency Markets: Robust Definitions and Inference Approaches.

- IAAE 2024: Simulating Cryptocurrency Markets: Insights from Agent-Based Models and Deep Reinforcement Learning.
- 7th International Workshop on Financial Markets and Nonlinear Dynamics (2024): Simulating Cryptocurrency Markets: Insights from Agent-Based Models and Deep Reinforcement Learning.

Прикладные направления:

- RusAutoCon 2024: Proactive Algorithms for Stabilizing the State of Technological Processes Based on Metric Machine Learning Algorithms.
- ICIEAM 2024: Early Detection of Discrepancies in Multichannel Monitoring Systems.
- ICIEAM 2024: Exploring Sequential Algorithms for Anomaly Detection in Multivariate Time Series.
- SmartIndustryCon 2024: Production Experience Storage Systems as an Element of Intelligent Decision-Making Support.
- INFUS 2024: Harnessing Hybrid Random Search Algorithms for Intelligent State Control in Technological Processes.
- CSoNET 2023: Evolutionary Parameter Optimization: A Novel Control Strategy for Chaotic Environments.
- 2nd International Conference on Evolutionary Artificial Intelligence (2024): Forecasting Chaotic Processes Using a Multi-Expert System Based on Stacking Machine Learning Techniques.
- 3rd International Conference on Mechatronics and Automation Technology (2024): From Chaos to Control: Leveraging Multi-Expert Strategies for Predictive Accuracy in Autonomous Systems.
- VIII Международный экономический симпозиум (2024): Влияние COVID-19 на психоэмоциональное здоровье: есть ли неравенство?
- Российский журнал менеджмента (2023): Учет мнений посетителей как инструмент развития городских парков: пример ЦПКиО им. Кирова в Санкт-Петербурге.
- Проминжиниринг 2023: Harnessing Hybrid Random Search Algorithms for Intelligent State Control in Technological Processes.
- ИИАСУ' 23 (2023): Managing Operations in Chaotic Environments with Evolutionary Software Agents.

В течение всего проекта, осуществлялась работа по развитию активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков в следующих направлениях:

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.
- Обучение школьников, студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации, а также в Сириус (Сочи).
- Организация авторских краткосрочных курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях.- Организация и проведение трех

международных конференций iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference24>, 2022-2024 гг.).

- Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>)

5.3. Основные результаты выполнения проекта (от 1 до 10 стр. (2-20 тыс. символов))

Все запланированные научные результаты достигнуты:

- В журнале *Econometric Reviews* (Q1) опубликована статья "Robust Inference on Income Inequality: t-Statistic Based Approach" (Rustam Ibragimov, Paul Kattuman, Anton Skrobotov, 2024). Работа предлагает методы устойчивого анализа, которые показали высокую эффективность при гетерогенности, тяжелохвостности и зависимости данных. Применение методов к межрегиональным данным в России выявило ключевые факторы, влияющие на распределение доходов, и позволило разработать рекомендации для экономической политики.

- В журнале *Journal of Empirical Finance* (Q1) опубликована статья "Forecasting Tail Risk Measures for Financial Time Series: An Extreme Value Approach with Covariates" (James et al., 2023). Представлен метод прогнозирования Value-at-Risk и Expected Shortfall, учитывающий дополнительные финансовые данные. Метод продемонстрировал превосходные результаты в условиях финансовых кризисов, улучшая точность оценки хвостовых рисков.

- В журнале *PLoS ONE* (Q1) опубликована статья "COVID-19: Tail Risk and Predictive Regressions" (Distaso, Ibragimov, Semenov, Skrobotov, 2022). Работа исследует влияние пандемии COVID-19 на финансовые рынки 23 стран. Использование устойчивых методов показало, как пандемия изменила структуру рисков, что важно для регуляторов и инвесторов.

- В журнале *Advances in Econometrics* (Q1) опубликована статья "A Market Crash or Tail Risk? Heavy Tails and Asymmetry of Returns in the Chinese Stock Market" (Xing, Ibragimov, 2022). Работа выявляет связь между хвостовым бета-коэффициентом и будущими доходностями, что полезно для разработки инвестиционных стратегий в контексте китайского рынка.

- В журнале *Journal of Financial Econometrics* (Q1) опубликована статья "New Approaches to Robust Inference on Market (Non-)Efficiency, Volatility Clustering and Nonlinear Dependence" (Ibragimov, Pedersen, Skrobotov, 2023). Разработаны методы анализа волатильности и рыночной эффективности, применимые к данным с гетерогенностью, зависимостью и тяжелыми хвостами.

- В журнале Journal of Theoretical and Applied Information Technology (Q4) опубликована статья "The Profitability of Investing in Fine Art: An Analysis of Resale Data From Sotheby's, Christie's, and Phillips" (Vasina, Bukanov, Kolycheva et al., 2023). Исследование показало, что рынок искусства обладает высокой волатильностью, и долгосрочное владение произведениями не всегда приводит к максимальной прибыли.

- На 17th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2023) представлен доклад "Stylised Facts of Cryptocurrency Markets" (Абдулаев). Анализируются ключевые характеристики криптовалютных рынков, такие как тяжелохвостность доходностей и кластеры волатильности. В рамках iCEBA 2024 представлено обновление этого исследования, включающее новую методологию анализа устойчивых показателей риска.

- На 4th International Conference on Econometrics and Business Analytics (iCEBA 2024) представлен доклад "Simulating Cryptocurrency Markets: Insights from Agent-Based Models and Deep Reinforcement Learning" (Мансуров, Семенов, Григорьев, Ибрагимов). Работа исследует поведение криптовалютных рынков с использованием агентных моделей и алгоритмов глубокого обучения с подкреплением. На 8th International Workshop on Financial Markets and Nonlinear Dynamics (FMND 2024) представлены результаты, включающие применение гибридных моделей для моделирования рыночной динамики.

- В журнале Computational Economics (Q2) опубликована статья "Multi-Regression Forecast in Stochastic Chaos" (Musaev, Makshanov, Grigoriev, 2023). Предложены методы повышения точности прогнозов в условиях нестабильности.

- В журнале International Journal of Dynamics and Control (Q2) опубликована статья "Algorithms of Sequential Identification of System Components in Chaotic Processes" (Musaev, Makshanov, Grigoriev, 2023). Разработанные методы фильтрации улучшили качество управления. Новые результаты представлены на 2nd International Conference on Evolutionary Artificial Intelligence (2024), где обсуждаются мультиэкспертные подходы к стабилизации хаотических процессов.

- В журнале Вестник СПбГУ. Экономика (Q2) опубликована статья "Влияние COVID-19 на неравенство в здоровье и трудоспособности: роль образования, дохода и занятости" (Подкорытова, Раскина, 2024). Исследование выявило группы населения, наиболее подверженные негативному влиянию пандемии. Эти результаты были также представлены на VIII Международном экономическом симпозиуме 2024.

- На конференции iCEBA 2024 представлен доклад "Modified Ljung-Box Test for Non-i.i.d. Heavy-tailed Data". В работе предложены методы модификации стандартного теста для анализа временных рядов с тяжелыми хвостами.

- На сессии научных докладов "Econometrics and forecasting for economic and financial markets", организованных Р. М. Ибрагимовым на конференции CFE-2024 (<https://www.cmstatistics.org/CFECMStatistics2024>) представлены доклады Н. Абдуллаева "Stylised Facts of Cryptocurrency Markets: Robust Definitions and Inference Approaches" (по результатам в совместной статье Н. Абдуллаева и Ибрагимова) и "Robust inference in predictive regressions for stock returns" (на основе результатов в совместной работе Р. М. Ибрагимова, А. Мин и J. Hau). В первом из вышеуказанных исследованиях акцент сделан на использовании устойчивых методов для анализа тяжелохвостности доходностей и кластеризации волатильности. Второй доклад и статья посвящены устойчивому анализу и прогнозированию мировых фондовых рынков на основе разработанных статистических и эконометрических методов.

- В журнале Lobachevskii Journal of Mathematics (Q2) опубликована статья "Fractal Interpolation Densities" (Igudesman et al., 2023). В работе предложен метод фрактальной интерполяции для аппроксимации функций с тяжелыми хвостами.

- В журнале Montenegrin Journal of Economics (Q2) опубликована статья "Dynamic Robustification of Trading Management Strategies for Unstable Immersion Environments" (Musaev, Makshanov, Grigoriev, 2023). На конференциях RusAutoCon 2024 и ICIEAM 2024 обсуждены новые приложения этой методологии, включая улучшение управления в технологических процессах и автоматизацию обнаружения аномалий.

- На VIII Международном экономическом симпозиуме 2024 представлен доклад "Влияние COVID-19 на психоэмоциональное здоровье: есть ли неравенство?" (Подкорытова, Раскина). В исследовании с помощью эконометрических методов выявлены социально-экономические факторы, усиливающие стресс и депрессивные симптомы, а также группы, наиболее подверженные этим изменениям. На основе результатов предложены рекомендации по смягчению последствий будущих кризисов.

- На конференции 3rd International Conference on Mechatronics and Automation Technology представлен доклад "From Chaos to Control: Leveraging Multi-Expert Strategies for Predictive Accuracy in Autonomous Systems" (Grigoriev, Musaev, Sokolov). Работа включает мультиэкспертные стратегии, демонстрирующие высокую точность прогнозов в нестабильных средах.

- На конференции SmartIndustryCon 2024 представлен доклад "Production Experience Storage Systems as an Element of Intelligent Decision-Making Support" (Sherstyuk, Musaev, Grigoriev). В работе разработаны системы хранения производственного опыта, способствующие улучшению принятия решений на основе анализа больших данных.

- На конференции iCEBA 2024 представлен доклад "Trading Sentiment Extraction from Financial Texts Using Machine Learning and ChatGPT" (Zaytsev, Madzhuga, Grigoriev, Grigorieva, Musaev).

Работа демонстрирует применение моделей NLP для анализа финансовых настроений, улучшая прогнозирование цен и рыночных трендов.

- На конференции RusAutoCon 2024 представлен доклад "Proactive Algorithms for Stabilizing the State of Technological Processes" (Musaev, Makshanov, Grigoriev). В работе предложены алгоритмы раннего обнаружения несоответствий и автоматизированного управления в многоканальных мониторинговых системах.

- На конференции INFUS 2024 представлен доклад с новыми методами прогнозирования в хаотических процессах "Harnessing Hybrid Random Search Algorithms for Intelligent State Control in Chaotic Systems" (Grigoriev, Musaev). Методы применимы для управления процессами в нестабильных средах, таких как финансовые и технологические системы.

- на конференции European meeting of Econometric Society был представлен доклад Robust Inference on Income Inequality: t-Statistic Based Approach" (Rustam Ibragimov, Paul Kattuman, Anton Skrobotov, 2023), посвященный новым методам исследованию неравенства, в частности, в российских регионах.

- В книге "Неделя науки-2023. Сборник тезисов XIII научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых" опубликована работа "Поисковые алгоритмы автоматического извлечения контента из потока текстовой информации" (Голубев А.В., Мусаев А.А., Григорьев Д.А., 2023). В исследовании представлены новые алгоритмы обработки естественного языка (NLP) для извлечения структурированной информации из больших массивов текстовых данных. Алгоритмы извлечения информации из текстов могут применяться для обработки больших массивов финансовых, экономических и социальных данных, таких как новости, отчеты, рецензии и аналитика, что облегчает построение прогнозных моделей и выявление трендов.

- В сборнике материалов XXVIII международной очно-заочной научно-практической конференции опубликована работа "Разработка платформы для предиктивного анализа в киберспорте" (Жариков Д.С., Меликов Т.Т., Григорьев Д.А., 2023). Исследование описывает создание платформы для анализа и прогнозирования результатов киберспортивных игр. Используются методы обработки больших данных и машинного обучения для анализа игровых метрик и оценки эффективности игроков. Разработка платформы с аналитическими функциями демонстрирует возможность интеграции инструментов анализа данных для прогнозирования сложных систем.

- В сборнике материалов XXXI-ой международной очно-заочной научно-практической конференции опубликована статья "Методология применения графовых нейронных сетей (GNN) в киберспорте: анализ и предсказание результатов" (Жариков Д.С., Меликов Т.Т., Григорьев Д.А., 2023). В работе предложены методы применения графовых нейронных сетей для анализа сложных игровых взаимодействий и прогнозирования исходов матчей. Подход демонстрирует высокую эффективность в обработке данных о взаимодействиях игроков в реальном времени. Использование GNN для прогнозирования в киберспорте показывает потенциал этих методов в анализе сложных систем с большим числом

переменных, что актуально для анализа копульных структур, рыночной динамики и взаимозависимостей в экономике и финансах.

- В журнале "Российский журнал менеджмента" (2023, WOS) опубликована статья "Учет мнений посетителей как инструмент развития городских парков: пример ЦПКиО им. Кирова в Санкт-Петербурге" (Соколова Е.В., Старшов Е.Д., Сырнева Е.А.). В работе разработана методология анализа поведения посетителей городских парков с использованием методов главных компонент и кластерного анализа. На примере парка Елагин Остров в Санкт-Петербурге выделены сегменты посетителей, что позволяет повысить эффективность управления парками. Результаты демонстрируют возможности построения системы принятия решений с помощью количественного анализа для определения направлений развития социальных объектов.

- В журнале "Известия СПбГТИ (Технический университет)" (2024) опубликована статья "Нейросетевые технологии извлечения знаний из текстовых сообщений в интересах задачи управления в условиях рыночного хаоса" (Мусаев А.А., Григорьев Д.А., Голубев А.В.). Представлены подходы к извлечению знаний из текстов с использованием нейросетей. Методы применимы для анализа больших данных и оптимизации управления в условиях нестабильности.

- В сборнике "Неделя науки-2024. XIV научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых" опубликована работа "LSTM нейросети в задаче автоматического извлечения контента из потока текстовой информации" (Голубев А.В., Мусаев А.А., Григорьев Д.А.). Описаны алгоритмы на основе LSTM для автоматизации извлечения структурированных данных из текстов, что улучшает точность анализа финансовой и экономической информации.

- В материалах конференции "ICIEAM 2024 (IEEE)" опубликована статья "Early Detection of Discrepancies in Multichannel Monitoring Systems" (Макшанов А., Мусаев А.А., Григорьев Д.А.). Представлены методы раннего обнаружения аномалий в многоканальных мониторинговых системах, что повышает их надежность в сложных условиях.

- В материалах конференции "ICIEAM 2024 (IEEE)" опубликована статья "Exploring Sequential Algorithms for Anomaly Detection in Multivariate Time Series" (Мусаев А.А., Макшанов А., Григорьев Д.А.). Разработаны алгоритмы для анализа временных рядов в многомерных данных, что улучшает процессы мониторинга и прогнозирования.

- В сборнике "Computational Data and Social Networks (Springer Nature, 2024)" опубликована статья "Evolutionary Parameter Optimization: A Novel Control Strategy for Chaotic Environments" (Мусаев А., Григорьев Д.А.). Предложены эволюционные подходы к управлению в условиях нестабильности и хаотических процессов, что позволяет повысить точность контроля.

- В сборнике "Evolutionary Artificial Intelligence (Springer Nature, 2024)" опубликована статья "Managing Operations in Chaotic Environments with Evolutionary Software Agents" (Мусаев А., Григорьев Д.А.). Описаны эволюционные программные агенты для управления сложными системами в условиях нестабильности, что расширяет возможности адаптивного управления.

- На конференции "2nd International Conference on Evolutionary Artificial Intelligence (2024)" представлен доклад "Forecasting Chaotic Processes Using a Multi-Expert System Based on Stacking Machine Learning Techniques" (Соколов Б., Григорьев Д.А., Мусаев А.А.). Работа включает мультиэкспертные системы для прогнозирования хаотических процессов, применимые для управления сложными экономическими и социальными системами.

- В журнале Journal of Theoretical and Applied Information Technology (2023, Volume 101, Issue 21) опубликована статья "A Multi-Expert Approach to Improving Dictionary-Based Sentiment Analysis with Correlated Forex Market Data" (Dmitry Grigoriev, Alexander Musaev).

В работе предложен метод расширения словарной базы для анализа тональности текста, учитывающий сегмент взаимосвязанных концепций. Подход был применен к управлению финансовыми активами на рынке Forex в условиях дневной торговли. Новая методология позволяет эффективнее анализировать тексты с завуалированным содержанием, улучшая качество извлечения знаний и принятия решений в спекулятивном трейдинге.

- Проведение двух мастер-классов для школьников в рамках январской научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ (2023 и 2024 гг) в образовательном центре СИРИУС, Сочи на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

- Защита докторской диссертации: "Устойчивые статистические методы тестирования для нестационарных временных рядов" (Скроботов Антон Андреевич, дата защиты: 16.09.2024, ВШЭ). Диссертация посвящена разработке новых статистических методов анализа нестационарных временных рядов, учитывающих неопределенности относительно трендов, структурных сдвигов, изменяющейся во времени волатильности и тяжелых хвостов. <https://www.hse.ru/sci/diss/903175490>

Программные продукты:

- Программный комплекс для последовательной фильтрации временных рядов

Авторы: Григорьев Д.А., Мусаев А.А., Макшанов А.В.

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ: RU 2023618192, дата регистрации: 20.04.2023 (заявка №2023612242 от 01.02.2023).

Краткое описание: Разработан программный комплекс для последовательной фильтрации временных рядов, позволяющий улучшать качество сглаживания и оценки в условиях нестабильности и хаотической динамики. Используемые алгоритмы учитывают системную составляющую данных, что повышает точность анализа временных рядов и управления в сложных динамических системах.

- На сайте журнала *Econometric Reviews* в ближайшее время появится архив со всеми программными кодами по устойчивому анализу и сравнениям неравенства дохода, использовавшимися в статье Р. М. Ибрагимова, Р. Kattuman и А. А. Скороботова “Robust Inference on Income Inequality: t-Statistic Based Approach”, принятой к публикации в журнале. Вышеуказанные программные коды включают в себя устойчивые методы анализа неравенства посредством коэффициентов Джини и Тейла, где тестирование основывается на t-статистиках, вычисленных по групповым оценкам рассматриваемых мер неравенства. Программные коды, в частности, позволяют выбирать число групп в каждой из рассматриваемых выборок в сравнениях мер неравенства, а также включают реализацию методов на основе бутстрапа и метода перестановок (permutation).

- HyperTune: Neural Architecture and Hyperparameter Search
(<https://github.com/nabdullaev/HyperTune>)

HyperTune — это модуль, разработанный для автоматического поиска оптимальных гиперпараметров и архитектур нейронных сетей с использованием генетических алгоритмов. Он поддерживает оптимизацию гиперпараметров для различных типов моделей, включая сверточные нейронные сети, и помогает значительно улучшить их производительность без необходимости ручной настройки.

- **Agent-Based Market Simulator**

(https://github.com/Kiri28/Agent-Based_Market_simulator/tree/main)

Библиотека на Python, моделирующая мульти-агентные рыночные взаимодействия для анализа цен, объемов торгов и поведения агентов (трейдеров, инвесторов, маркет-мейкеров). Она позволяет исследовать причины пузырей, кризисов, распределение доходов участников торгов. Динамика рынка рассчитывается на основе взаимодействий агентов, учитывая спрос, предложение и внешние шоки. Инструменты библиотеки включают визуализацию, метрики устойчивости и гибкую настройку рыночных условий.

5.4. Описание выполненных работ и полученных научных результатов (в том числе степень выполнения проекта) для публикации на сайте РНФДо 3 страниц (6 тыс. символов) текста, также указываются ссылки на информационные ресурсы в сети Интернет (url-адреса), посвященные проекту.

на русском языке

За период реализации проекта достигнуты все поставленные цели, результаты опубликованы в ведущих научных журналах и представлены на международных конференциях. Основные направления исследований включали:

- Разработку устойчивых статистических методов анализа временных рядов с тяжелыми хвостами, структурными сдвигами и нелинейной зависимостью для мониторинга финансовых рынков и прогнозирования рисков.

- Широкомасштабный эмпирический анализ и сравнение различных индексов **регионального неравенства дохода, включая индексы Джини и Тейла**, в Российской Федерации
- Создание методов оценки хвостовых рисков (Value-at-Risk, Expected Shortfall) с учетом дополнительных факторов, включая экстремальные значения и зависимость между финансовыми активами.
- Исследование влияния пандемии COVID-19 на финансовые рынки, распределение доходов, здоровье и психоэмоциональное состояние населения, а также выявление наиболее уязвимых групп.
- Проведение исследований влияния пандемии Covid-19 на неравенство в доходах, образовании и здоровье с рекомендациями по смягчению последствий будущих кризисов.
- Анализ криптовалютных рынков: выявление тяжелохвостности доходностей, кластеров волатильности и динамики рисков с использованием устойчивых методов.
- Исследование взаимосвязи хвостовых коэффициентов и будущей доходности на фондовых рынках, включая рынки Китая.
- Создание программного обеспечения для последовательной фильтрации временных рядов и алгоритмов раннего обнаружения аномалий в многоканальных мониторинговых системах.
- Разработка методов извлечения знаний из текстов с использованием нейронных сетей и их применение для анализа финансовых настроений и принятия решений на рынках.
- Исследование динамики арт-рынка с использованием эконометрических моделей, оценка доходности инвестиций в произведения искусства.
- Внедрение эконометрических и других методов анализа данных для улучшения управления городскими парками на основе анализа поведения посетителей.
- Разработка гибридных алгоритмов управления в условиях нестабильности и хаотических процессов с применением эволюционных методов оптимизации.
- Внедрение подходов к автоматизированному извлечению структурированной информации из текстовых данных, применимых к экономическим и финансовым новостям.
- Применение методов предиктивного анализа и глубокого обучения для построения платформ, оптимизирующих результаты в киберспорте.
- Разработка мультиэкспертных стратегий прогнозирования и управления в нестабильных средах с использованием стекирования алгоритмов машинного обучения.

Эти результаты демонстрируют междисциплинарный подход, сочетающий методы статистики, машинного обучения, анализа текстов и предиктивной аналитики, что значительно расширяет область их применения.

В течение всего проекта, осуществлялась работа по развитию активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного, статистического и эконометрического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов, рынков и производств в рамках научно-исследовательского и образовательного центра Центр эконометрики и бизнес

аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>, созданного на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета.

на английском языке

5.5. Перечень публикаций по проекту за весь срок выполнения проекта (заполняется автоматически на основании форм 20)

Рустам Ибрагимов, Пол Каттуман, Антон Скроботов. Robust inference on income inequality: t-Statistic based approach (2024). Статья принята к публикации в *Econometric Reviews* wos, scopus, rsci, РИНЦ, Q1

Дистасо У., Ибрагимов Р. М., Семенов А. В., Скроботов А. А. COVID-19: Tail risk and predictive regressions (2022) wos, scopus, rsci, РИНЦ, Q1

Жинг, З., Ибрагимов, Р. М. A Market Crash or Tail Risk? Heavy Tails and Asymmetry of Returns in the Chinese Stock Market (2022) wos, scopus, rsci, РИНЦ, Q1

Мусаев, А., Макшанов, А., Григорьев, Д. Dynamic Robustification of Trading Management Strategies for Unstable Immersion Environments (2023) wos, scopus, rsci, РИНЦ, Q2

Рустам Ибрагимов, Расмус Сондергаард Педерсен, Антон Скроботов New Approaches to Robust Inference on Market (Non-)efficiency, Volatility Clustering and Nonlinear Dependence (2023) scopus, Q1

Роберт Джеймс, Генри Люнь, Джессика Вай Инь Люнь, Артем Прохоров Forecasting tail risk measures for financial time series: An extreme value approach with covariates (2023) scopus, Q1

Васина Анна, Буканов Валерий, Колычева Валерия, Семенов Александр, Григорьев Дмитрий The Profitability of Investing in Fine Art: an Analysis of Resale Data From Sothebys, Christies, and Phillips (2023) scopus

Мусаев Александр, Макшанов Андрей, Григорьев Дмитрий Multi-regression Forecast in Stochastic Chaos (2023) scopus

Мусаев Александр, Макшанов Андрей, Григорьев Дмитрий Algorithms of sequential identification of system component in chaotic processes (2023) scopus

Константин Изгудесман, М. Тумаков, С. Снегина, Д. Тумаков Fractal Interpolation Densities (2023) scopus, Q2

Соколова Е. В., Старшов Е. Д., Сырнева Е. А. Учет мнений посетителей как инструмент развития городских парков: пример ЦПКиО им. Кирова в Санкт-Петербурге (2023) wos, РИНЦ

Файл с копиями первых (с указанием авторов) страниц и страниц со ссылкой на поддержку от РНФ всех публикаций по проекту,

Выберите файл

В формате pdf, до 3 Мб. Нажмите на кнопку «Выберите файл», чтобы загрузить файл. Чтобы заменить ошибочно загруженный файл нажмите «Заменить файл» (предыдущий при этом будет заменен вновь загруженным). 5.6. Возникли исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности, созданные при выполнении проекта:

Да

Авторы РИД: **Григорьев Д.А., Мусаев А.А., Макшанов А.В.**

Вид РИД: **Программа для электронных вычислительных машин (программы для ЭВМ)**

Название РИД: **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВРЕМЕННЫХ СЕРИЙ**

Дата заявки на регистрацию РИД / Реквизиты (номер патента или свидетельства о государственной регистрации) документа об охране исключительных прав (при наличии):

2023-02-01 / Свидетельство о государственной регистрации Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023618192, 20.04.2023. Заявка № 2023612242 от 01.02.2023

Перечень правообладателей: **Григорьев Д.А., Мусаев А.А., Макшанов А.В.**

5.7. Публикационные показатели реализации проекта (нарастающим итогом, данные формируются автоматически)

Показатели*	Единица	2022 г. план / факт	2023 г. план / факт	2024 г. план / факт
Количество содержащих результаты исследований по проекту различных публикаций* членов научного коллектива в ведущих рецензируемых** российских и зарубежных научных изданиях				
* К указанным публикациям не относятся публикации, направленные в издательство до начала практической реализации проекта (до заключения грантового соглашения) ; публикации типа «тезисы».	Ед.	2/ 3	5/ 10	8/ 10
** Издания, индексируемые в библиографических зарубежных базах данных публикаций и/или Russian Science Citation Index (RSCI).				
в том числе:				
в изданиях, индексируемых в библиографических базах данных Web of Science и/или SCOPUS	Ед.	3	10	10
в изданиях, входящих в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR	Ед.	2	4	4
Принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/				
в российских изданиях, входящих во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR	Ед.	1	2	2
Принадлежность издания к Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/				
в изданиях, индексируемых в библиографической базе данных RSCI	Ед.	3	3	3

Показатели*	Единица	2022 г. план / факт	2023 г. план / факт	2024 г. план / факт
в изданиях, включенных в «Белый список»	Ед.	0	0	0
в изданиях, индексируемых в иных зарубежных библиографических базах данных	Ед.	0	0	0
Количество публикаций с учетом квартилей				
Указанное количество публикаций может изменяться в случае принятия экспертным советом РНФ решения об отказе учета публикации в качестве отчетной или отказа от действия повышающих коэффициентов в отношении публикации в случае принадлежности издания к Q1 или Q2.	Ед.	6	16	16

*Показатели публикационной активности приводятся в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку Российского научного фонда

Плановые значения указываются только для показателей, предусмотренных соглашением.

5.8. Научным коллективом опубликовано с указанием на получение финансовой поддержки от Фонда по направлению научного исследования не менее 8 содержащих результаты исследований по проекту различных публикаций членов научного коллектива в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях (с учетом квартилей):

Да

5.9. Возможность практического использования результатов проекта в экономике и социальной сфере (в том числе, формирование научных и технологических заделов, обеспечивающих экономический рост и социальное развитие Российской Федерации, создание новой или усовершенствование производимой продукции (товаров, работ, услуг), создание новых или усовершенствование применяемых технологий). Информация приводится при наличии такой возможности.

- 1) **Разработка и применение инструментов для экономической политики, основанных на устойчивом измерении неравенства доходов и социально-экономических показателей.**

Применение новых методов позволит правительственным и региональным органам принимать обоснованные решения в области социальной и экономической политики, оптимизировать распределение ресурсов, вырабатывать меры по снижению неравенства и повышению уровня жизни.

- 2) **Оптимизация управления финансовыми рисками с использованием устойчивых методов анализа хвостовых рисков и волатильности.**

Банки, инвестиционные фонды и страховые компании смогут улучшить стресс-тестирование и риск-менеджмент, опираясь на валидные оценочные процедуры, учитывающие тяжелохвостное распределение доходностей и структурные сдвиги. Это повысит устойчивость финансового сектора к кризисам.

- 3) **Внедрение программных решений для анализа временных рядов и автоматического обнаружения структурных сдвигов.**

Разработанные программные комплексы и алгоритмы могут быть интегрированы в

аналитические платформы, используемые как органами государственного управления, так и частными компаниями. Это позволит оперативно выявлять аномалии, управлять волатильностью, прогнозировать кризисные ситуации и улучшать качество принятия решений.

4) **Повышение качества образовательных и исследовательских практик за счет внедрения устойчивых методов в учебные программы.**

Перенос разработанных методологий в учебный процесс (курсы по эконометрике, финансам, статистике) позволит сформировать новое поколение специалистов и исследователей, владеющих современными устойчивыми методами анализа данных. Это повысит конкурентоспособность отечественных научных и образовательных учреждений.

5) **Применение устойчивых подходов к анализу данных в социальной сфере.**

Разработанные методы можно использовать для анализа влияния кризисных событий (например, пандемий) на здоровье, занятость, образование и другие социальные аспекты. Это обеспечит более точный учет уязвимых групп населения и позволит разрабатывать адресные меры социальной поддержки и улучшать управление городской инфраструктурой.

5.10. Информация о возможности использовании результатов выполнения проекта в осуществлении хозяйственной деятельности предприятий Российской Федерации, в том числе о способе использования, о намерениях по внедрению на основании прогнозируемых результатов проекта новой или усовершенствованию производимой продукции (товаров, работ, услуг), новых или усовершенствованных применяемых технологий; о формировании по итогам реализации проекта научных и технологических заделов, обеспечивающих экономический рост и социальное развитие Российской Федерации (с приложением подтверждающих документов, при наличии).

1) **Оптимизация принятия управленческих решений в условиях нестабильности рынков.**

Разработанные в рамках проекта устойчивые статистические и эконометрические методы позволяют предприятиям более точно оценивать риски, выявлять рыночные тренды и прогнозировать динамику цен при наличии тяжелых хвостов распределений, выбросов и структурных сдвигов. Это создаст основу для внедрения обновленных аналитических систем в производственные и торговые компании, тем самым повышая качество стратегического планирования и оперативного менеджмента.

2) **Совершенствование продуктов и услуг в области аналитики и консалтинга.**

Полученные результаты могут быть использованы для разработки нового или улучшения существующего программного обеспечения и онлайн-сервисов для анализа данных. Это включает в себя модули раннего предупреждения о кризисах, инструменты оптимизации инвестиционных портфелей, модели прогнозирования спроса и цен. Такие сервисы будут востребованы в консалтинговых компаниях, финтех-стартапах и промышленных предприятиях, нуждающихся в адаптации к меняющейся конъюнктуре рынка.

3) **Развитие финансовых и страховых услуг с применением устойчивых методов риск-менеджмента.**

Методы анализа хвостовых рисков и волатильности могут быть внедрены в страховых компаниях, банках и инвестиционных фирмах, повышая точность стресс-тестирования и оценку кредитных рисков. Это приведёт к созданию новых или усовершенствованию существующих страховых продуктов, инструментов

хеджирования и моделей риск-менеджмента, укрепляя финансовую стабильность предприятий и снижая затраты, связанные с неопределенностью на рынках.

4) **Формирование научно-технологического задела для развития российских предприятий.**

Внедрение полученных результатов в отраслевые исследования и опытно-конструкторские работы позволит сформировать научно-технологическую базу для следующего поколения аналитических платформ. Эти платформы будут отличаться повышенной устойчивостью к рыночным шокам и изменчивости данных, способствуя ускорению технологического развития и инноваций в экономике. Новые решения станут основой для роста экспорта интеллектуальных продуктов и услуг, а также развития смежных отраслей (IT, высокотехнологичное приборостроение, машиностроение).

Выберите файл

В формате pdf, до 3 Мб. Нажмите на кнопку «Выберите файл», чтобы загрузить файл. Чтобы заменить ошибочно загруженный файл нажмите «Заменить файл» (предыдущий при этом будет заменен вновь загруженным).

5.11. Информация о возможности дальнейшего развития проекта за счет иных инструментов государственного или внебюджетного финансирования.

Центр эконометрики и бизнес-аналитики (СЕВА, <https://ceba-lab.org/>), созданный на базе Санкт-Петербургского государственного университета, является ведущим научно-исследовательским центром, специализирующимся на разработке и применении методов эконометрики, бизнес-аналитики и машинного обучения. Деятельность СЕВА финансируется за счет эндаумент-фонда СПбГУ, что обеспечивает устойчивую финансовую поддержку исследовательских и образовательных инициатив. Благодаря ежегодному бюджету СЕВА регулярно проводятся масштабные мероприятия, такие как Международная конференция по эконометрике и бизнес-аналитике (iCEBA) и тематические семинары. Эти мероприятия предоставляют платформу для представления результатов исследований, обмена знаниями и установления новых научных и прикладных связей.

Молодые исследователи активно вовлекаются в научную деятельность через участие в проектной работе, подготовку выпускных квалификационных работ (ВКР), грантовую поддержку и стажировки. СЕВА предоставляет им доступ к современным методикам, экспертным консультациям и международным коллаборациям, что формирует устойчивую кадровую базу для будущего научного развития. Участие зарубежных ученых в мероприятиях СЕВА способствует установлению прочных научных связей, совместным публикациям в международных журналах и созданию коллаборативных исследовательских проектов, что укрепляет позицию СПбГУ как центра мирового уровня.

СЕВА активно взаимодействует с бизнесом, предоставляя компаниям доступ к передовым разработкам в области эконометрики и аналитики. Научные мероприятия центра выступают площадкой для обмена знаниями между академической и корпоративной средой, способствуя внедрению исследовательских результатов в практическую деятельность и повышению эффективности бизнеса.

Настоящим подтверждаю:

- самостоятельность и авторство текста отчета о выполнении проекта;
- при обнародовании результатов, полученных в рамках поддержанного РНФ проекта, научный коллектив ссылался на получение финансовой поддержки проекта от РНФ и на организацию, на базе которой выполнялось исследование;
- согласие с опубликованием РНФ сведений из итогового отчета о выполнении проекта, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- проект не имеет других источников финансирования;
- проект не является аналогичным¹ по содержанию проекту, одновременно финансируемому из других источников;
- проект не содержит сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

¹Проекты, аналогичные по целям, задачам, объектам, предметам и методам исследований, а также ожидаемым результатам. Экспертиза на совпадение проводится экспертным советом Фонда.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС.

Подпись руководителя проекта _____ /Д.А. Григорьев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Отчет о выполнении проекта

№ 22-18-00588

«Устойчивые методы в эконометрике, экономике и финансах: от анализа кризисов, структурных шоков и финансовой зараженности до измерения неравенства и эффективности мер экономической политики»,

в 2023 году

Номер регистрации сведений о начинаемой научно-исследовательской работе в единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (rosrid.ru):

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 327 «О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения».

122070600037-2

Заявленный в проекте план работы научного исследования на отчетный период
Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе.

В течение 2023 г., участниками проекта будут продолжаться исследования и организационная деятельность в следующих планируемых направлениях:

1. Будут продолжены исследования по разработке эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах.

1а) Будут продолжены исследования по анализу и применениям вероятностных результатов по консервативности одно- и двухвыборочных t -тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений в литературе; исследования по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных распределений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на случай F -тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм.

1b) Будут продолжены исследования по применениям разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез по одному, двум и более параметрам в важных областях в экономике, финансах и эконометрике, включая устойчивые тесты структурных сдвигов на экономических и финансовых рынках и в их динамике; анализ кризисов и тяжелохвостности распределений и устойчивый анализ прогнозных моделей для ключевых временных рядов и величин в экономике и финансах, таких как финансовые доходности и обменные курсы валют; устойчивый анализ эффективности мер экономической политики и эффектов воздействия (treatment effects); тесты совместных гипотез по нескольким регрессионным параметрам; и межстрановые и межрегиональные сравнения динамики социально-экономического развития и моделей рынков, включая распределение и неравенство дохода.

2. Участниками проекта будут продолжаться исследования по разработке новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных. Также будут продолжены теоретические и прикладные исследования по статистическому анализу на основе многих широко используемых в эконометрике, финансах и экономике методов в следующих направлениях:

2а) Применения разработанных новых устойчивых методов в инструментальном статистическом и эконометрическом анализе. Критический анализ результатов в литературе по ключевым моделям в экономике и финансах, анализируемым на основе методов инструментальных регрессий, таких как стандартные модели и оценки функций спроса на экономических и финансовых рынках; модели кривой Филлипса (Phillips curve) и закона Оукена (Okun's law), связывающих динамику инфляции, уровня занятости и экономического роста; модели влияния уровня образования на заработную плату и доходы (см. работы нобелевских лауреатов по экономике в нынешнем году J. D. Angrist, G. W. Imbens и их соавторов), и др.

2b) Будут продолжены исследования по применениям разработанных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в задачах определения и оценивания факторов, влияющих на неравенство дохода и богатства как по всему распределению этих величин, так и в его хвостах; и анализу и оцениванию копульных структур зависимости для экономических и финансовых рынков и финансовой зараженности.

1с, 2с) Будут продолжены исследования и получены дальнейшие результаты по широкому спектру эмпирических применений разрабатываемых устойчивых статистических и эконометрических методов в анализе и сравнении динамики социально-экономического развития современных развитых экономик и рынков периода становления (emerging markets), включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

Будут продолжены исследования по устойчивому оцениванию структурных сдвигов в динамике рассматриваемых рынков вследствие кризисов и других структурных шоков, таких как начало пандемии COVID-19 (2022 г.); исследования по статистическому анализу и

оцениванию копульных структур взаимозависимости и финансовой зараженности в исследуемых экономиках, с выводами о распространении кризисов, как в случае глобального финансового кризиса 2008 г. Будут также продолжаться исследования по широкомасштабным, межстрановым и межрегиональным сравнениям ключевых экономических, финансовых и социальных показателей рассматриваемых экономик, включая рост ВВП, распределение и неравенство дохода и факторы, влияющие на них.

В частности, участниками проекта Р. М. Ибрагимовым и А. А. Скроботовым (в соавторстве с Дж. Кимом), будет продолжена работа по устойчивому тестированию в предсказательных регрессиях: в дополнение к завершеному исследованию остался вопрос о включении константы в предсказательную регрессию, и как это меняет асимптотические результаты при изменяющейся во времени волатильности общего вида и нестационарности предиктора. Кроме того, будет рассмотрен вопрос о включении нескольких регрессоров и влияние неучета этих регрессоров при тестировании, когда некоторые из них могут быть нестационарными. Относительно подхода на основе t -статистик, продолжится исследование свойств для тестов, в который участвуют различные тестовые статистики для тестирования отсутствия предсказуемости. В частности, будут рассмотрены разные знаменатели (а не только числитель), которые делают подход состоятельным. Ожидается, что подготовленная авторами на основе исследований в вышеуказанных направлениях научная статья будет опубликована в научном журнале *Econometric Theory* (Q1), где она принята к публикации при условии внесения не существенных изменений.

Участниками проекта Р. М. Ибрагимовым и А. А. Скроботовым (в соавторстве с Р. Педерсеном) будет завершена работа по редактированию научной статьи по устойчивому анализу свойств нелинейной зависимости, (не-)эффективности и кластеров волатильности на финансовых и экономических рынках на основе замечаний в положительных рецензиях, полученных из журнала *Journal of Financial Econometrics* (Q1); работа будет представлена для дальнейшего рассмотрения в вышеуказанный журнал. Участниками проекта Р. М. Ибрагимовым и А. А. Скроботовым (в соавторстве с Р. Педерсеном) будет также продолжена работа по тестированию гипотез об отсутствии автокорреляции при тяжелохвостных распределениях. В частности, будут рассмотрены статистики типа Льюнга-Бокса и их модификации на основе малых степеней, чтобы получить распределение хи-квадрат в пределе. Далее будут использоваться либо коррекция стандартных ошибок на основе HAR, либо методы, основанные на *permutations*, поскольку подход на основе t -статистик применим только для тестирования одного параметра и предельного нормального распределения.

Р. Ибрагимовым и А. Скроботовым (в соавторстве с Р. Педерсеном) также будут рассмотрены модели на основе копульных временных рядов и применению подхода на основе t -статистик. Подготовленная на основе результатов научная статья будет представлена для рассмотрения для публикации в ведущий научный журнал по эконометрике или смежным областям.

Участниками проекта будет продолжаться организационная работа по развитию активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Работа по проекту будет, в частности, продолжаться в следующих направлениях:

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.

- Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатольев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Dept. of Economics, Princeton Univ.; P.C.B. Phillips, Dept. of Economics, Yale Univ.) и других специалистов мирового уровня.

- Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации. Организация авторских краткосрочных курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях.

- Организация и проведение 3-й международной ежегодной конференции iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference>, июль 2023 г.). Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>).

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

- Применения современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках, подверженных влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике.

- Подготовка научных статей по результатам исследований по проекту для представления в ведущие рецензируемых зарубежные и международные научные журналы. Представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам и статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях.

В частности, планируется представление результатов, полученных в ходе работы по проекту на таких конференциях, как ежегодные конференции Эконометрического общества (Econometric Society) и Королевского экономического общества (Royal Economic Society) Великобритании, Международные конференции по вычислительной и финансовой эконометрике - International conferences on computational and financial econometrics (CFE-2023/2024), Ежегодная конференция 2023 г. Международной ассоциации по прикладной эконометрике - International Association for Applied Econometrics (IAEE-2023), Ежегодная конференция 2023 г. Общества по финансовой эконометрике - Society for Financial Econometrics (SoFiE-2023), Международная конференция "Modern Econometric Tools and Applications" (META 2023), Ежегодная апрельская конференция по эконометрике Высшей школы экономики и др. В 2023 г. Центром будет организована 3-я Международная ежегодная конференция по эконометрике и бизнес аналитике ЦЭБА (iCEBA-2022, <https://ceba-lab.org/conference>), активная работа по организации и проведению которой в настоящее время ведется участниками проекта.

Заявленные научные результаты на конец отчетного периода Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе.

-- Результаты работы по проекту, ожидаемые в конце 2023 г. включают:

1. Продолжение исследований и получение основных результатов по разработке эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах.

1а) Результаты по анализу и применениям вероятностных результатов по консервативности одно- и двухвыборочных t-тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений; ряд результатов по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных наблюдений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на случай F-тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм.

1б) Продолжение исследований и получение научных результатов по применениям разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез по двум и более параметрам в важных областях в экономике, финансах и эконометрике, включая устойчивые тесты структурных сдвигов на экономических и финансовых рынках и в их динамике; устойчивый анализ эффективности мер экономической политики и эффектов воздействия (treatment effects); тесты совместных гипотез по нескольким регрессионным параметрам; межстрановые и межрегиональные сравнения динамики социально-экономического развития и моделей рынков, включая распределение и неравенство дохода; и анализ причинности по Грейнджеру (Granger causality) в прогнозных моделях.

2. Продолжение исследований и получение научных результатов по разработке новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных. Проведение теоретических и прикладных исследований и

результаты по статистическому анализу на основе широко используемых в эконометрике, финансах и экономике методов.

2a) Исследования и научные результаты по применениям новых устойчивых методов в инструментальном статистическом и эконометрическом анализе. Завершение работы по критическому анализу результатов в литературе по ключевым моделям в экономике и финансах, анализируемым на основе методов инструментальных регрессий, таких как стандартные модели и оценки функций спроса на экономических и финансовых рынках; модели кривой Филлипса (Phillips curve) и закона Оукена (Okun's law), связывающих динамику инфляции, уровня занятости и экономического роста; модели влияния уровня образования на заработную плату и доходы (см. работы нобелевских лауреатов по экономике в нынешнем году J. D. Angrist, G. W. Imbens и их соавторов), и др.

2b) Продолжение исследований по применениям разработанных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в задачах определения и оценивания факторов, влияющих на неравенство дохода и богатства как по всему распределению этих величин, так и в его хвостах; и анализу и оцениванию копульных структур зависимости для экономических и финансовых рынков и финансовой зараженности.

1с, 2с) Продолжение исследований и получение научных результатов по широкому спектру эмпирических применений разрабатываемых устойчивых статистических и эконометрических методов в анализе и сравнении динамики социально-экономического развития современных развитых экономик и рынков периода становления (emerging markets), включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР. Результаты по устойчивым оценкам структурных сдвигов в динамике рассматриваемых рынков вследствие кризисов и других структурных шоков, таких как начало пандемии COVID-19; концептуализация и начало исследований по статистическому анализу и оцениванию копульных структур взаимозависимости и финансовой зараженности в исследуемых экономиках, с выводами о распространении кризисов, как в случае глобального финансового кризиса 2008 г. Продолжение исследований по широкомасштабным межстрановым и межрегиональным сравнениям ключевых экономических, финансовых и социальных показателей рассматриваемых экономик, включая рост ВВП, распределение и неравенство дохода и факторы, влияющие на них.

Развитие активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Работа по проекта в следующих направлениях:

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.

- Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатольев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Dept. of Economics, Princeton Univ.; P.C.B. Phillips, Dept. of Economics, Yale Univ.) и других специалистов мирового уровня/

- Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации. Организация авторских краткосрочных курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях.

- Организация и проведение 3-й международной ежегодной конференции iCEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference>, июль 2023 г.). Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>).

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

- Применения современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках, подверженных влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике.

- Подготовка научных статей по результатам исследований по проекту для представления и их публикация в ведущих рецензируемых зарубежных и международных научных журналах, такие как *Econometric Theory* (Q1), *Journal of Financial Econometrics* (Q1), *Econometric Reviews* (Q1), *the Journal of Business and Economic Statistics* (Q1) и др. Представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам и статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях.

В частности, планируется представление результатов, полученных в ходе работы по проекту на таких конференциях, как ежегодные конференции Эконометрического общества (*Econometric Society*) и Королевского экономического общества (*Royal Economic Society*) Великобритании, Международные конференции по вычислительной и финансовой эконометрике - *International conferences on computational and financial econometrics* (CFE-2022/2023), Ежегодная конференция Международной ассоциации по прикладной эконометрике - *International Association for Applied Econometrics* (IAEE), Ежегодная конференция Общества по финансовой эконометрике - *Society for Financial Econometrics* (SoFiE), Международная конференция "Modern Econometric Tools and Applications" (META), Ежегодная апрельская конференция по эконометрике Высшей школы экономики и др. В 2023 г. Центром будет организована 3-я Международная ежегодная конференция по эконометрике

и бизнес аналитике ЦЭБА (iCEBA-2023, <https://ceba-lab.org/conference>), активная работа по организации и проведению которой в настоящее время ведется участниками проекта.

Сведения о фактическом выполнении плана работы в отчетный период (*фактически проделанная работа, от 3 до 10 стр.*)

В течение 2023 года, участники проекта продолжали текущие исследования и организационную деятельность в предыдущих направлениях, а также расширили свои эконометрические исследования на области: предсказания хаотических временных серий, анализ ценообразования на рынке искусства, панельные исследования по улучшению деятельности общественных пространств (на примере парков), анализ неравенства в трудоспособности жителей городов (на примере Санкт-Петербурга), а также модели оценки эффективности игроков спортивной команды (на примере хоккея) :

1. Разработка эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах.

1a) Продолжались исследования по анализу и применениям вероятностных результатов по консервативности одно- и двухвыборочных t-тестов для средних значений малых выборок независимых неоднородных гауссовских наблюдений в литературе; исследования по их уточнениям и обобщениям, включая обобщения на случай тяжелохвостных распределений, неравенства для сумм симметричных и унимодальных случайных величин, а также обобщения на случай F-тестов для совместных гипотез и вероятностных неравенства для квадратичных форм (Григорьев Д.А., Р. М. Ибрагимов, А. А. Скроботов). Были получены новые асимптотические результаты относительно мощности теста на основе t-статистик для предсказательных регрессий.

1b) Продолжались исследования по применениям разработанных устойчивых методов тестирования и анализа гипотез по одному, двум и более параметрам в важных областях в экономике, финансах и эконометрике, включая устойчивые тесты структурных сдвигов на экономических и финансовых рынках и в их динамике; анализ кризисов и тяжелохвостности распределений и устойчивый анализ прогнозных моделей для ключевых временных рядов и величин в экономике и финансах, таких как финансовые доходности и обменные курсы валют; устойчивый анализ эффективности мер экономической политики и эффектов воздействия (treatment effects); тесты совместных гипотез по нескольким регрессионным параметрам; и межстрановые и межрегиональные сравнения динамики социально-экономического развития и моделей рынков, включая распределение и неравенство дохода (Григорьев Д.А., Р. М. Ибрагимов, А. А. Скроботов).

1c) Предложено решение в разработке методов машинного обучения на основе Байесовского подхода с помощью фрактальных интерполяционных функций (FIFs) и фрактальных интерполяционных плотностей (FIDs). Вместо классических распределений при составлении функции правдоподобия можно использовать FID. Это может быть полезным инструментом для анализа данных в экономике и финансах, особенно при работе с “тяжелыми хвостами” распределений, которые часто встречаются в этих областях. (К.Б. Игудесман).

2. Разработка новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных.

2а) Применение разработанных новых устойчивых методов в инструментальном статистическом и эконометрическом анализе. Критический анализ результатов в литературе по ключевым моделям в экономике и финансах, анализируемым на основе методов инструментальных регрессий, таких как стандартные модели и оценки функций спроса на экономических и финансовых рынках; модели кривой Филлипса (Phillips curve) и закона Оукена (Okun's law), связывающих динамику инфляции, уровня занятости и экономического роста; модели влияния уровня образования на заработную плату и доходы (см. работы нобелевских лауреатов по экономике в нынешнем году J. D. Angrist, G. W. Imbens и их соавторов), и др. (Григорьев Д.А., Р. М. Ибрагимов, А. А. Скроботов, К. Б. Игудесман). Так представлены новые подходы к анализу финансовых и экономических переменных, которые проявляют нелинейную зависимость, гетерогенность и тяжелые хвосты. Было предложено использовать меры (не)эффективности рынка и кластеризации волатильности, основанные на степенях абсолютных доходностей и их знаковых версиях. Они также представляют новые подходы к робастному статистическому выводу на основе t-статистических тестов. Эти подходы показали свою эффективность и широкую применимость в реальных условиях финансовых рынков.

2б) Опубликованы исследования основного исполнителя прошлого этапа 2022 г, Прохорова А.Б. по применениям разработанных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в задачах определения и оценивания факторов, влияющих на неравенство дохода и богатства как по всему распределению этих величин, так и в его хвостах; и анализу и оцениванию копульных структур зависимости для экономических и финансовых рынков и финансовой зараженности. Так, Прохоров А.Б. предложил модель прогнозирования рисков, которая является расширением модели GARCH-EVT и интегрирует в себя экономическую и финансовую информацию. Это способствует улучшению прогнозов Value-at-Risk (VaR) и Expected Shortfall (ES), что является ключевыми метриками в области управления рисками. Основной проблемой, которую решает данный метод, является выбор релевантных ковариатов из огромного объема данных. Эта задача усложняется тем, что предсказательная ценность ковариатов меняется со временем. Включение всех потенциально релевантных ковариатов не является решением, так как это может привести к переоснащению данных и некорректным прогнозам. Кроме того, при большом количестве ковариатов традиционные методы оценки параметров становятся непригодными. С практической точки зрения, данный подход может помочь специалистам по управлению рисками лучше понять и прогнозировать финансовые риски. Более точные прогнозы VaR и ES могут помочь им лучше управлять этими рисками и, возможно, улучшить их финансовые результаты.

2с) Продолжались исследования и получены дальнейшие результаты по широкому спектру эмпирических применений разрабатываемых устойчивых статистических и эконометрических методов в анализе и сравнении динамики социально-экономического развития современных развитых экономик и рынков периода становления (emerging markets), включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР. Так было проведено исследование ценообразования систематического хвостового риска на китайском рынке акций. Для измерения хвостового риска использовался хвостовой бета-коэффициент, а для сравнения более чем 3300 акций за период с 1999 по 2018 годы применялись различные тесты. Была обнаружена сильная отрицательная связь между хвостовым бета-коэффициентом и будущими доходностями, которая не могла быть объяснена другими факторами или мерами риска. Результаты связывались с особенностями китайского фондового рынка, где систематический риск мог быть отрицательно оценен из-за ограниченной рациональности инвесторов и ограничений на короткую продажу и кредитование. Также предлагались практические рекомендации для инвестиционных

стратегий и построения портфеля на основе результатов. Данное исследование будет полезно для дальнейшего развития темы ценообразования хвостового риска в Китае и других развивающихся рынках. (Ибрагимов Р.М.)

2е) Проведено исследование возможности прогнозирования хаотических процессов в нестабильных средах с помощью многомерных корреляций с другими процессами. Д.А. Григорьев с коллективом авторов продемонстрировал, что взаимные связи между такими процессами меняются медленнее, чем сами процессы. Для формирования краткосрочного прогноза можно применить модифицированные методы многомерного регрессионного анализа.

2f) Также Григорьев Д.А. с соавторами проанализировал проблему фильтрации хаотических случайных процессов в нестабильных средах. Обычная последовательная обработка наблюдений неадекватна для сглаживания и оценки в хаотической динамике. Были предложены усовершенствованные алгоритмы фильтрации, основанные на выявлении системной составляющей хаотических процессов и анализе показателей эффективности управления. Данная методика была реализована и получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023618192, 20.04.2023 “Программный комплекс для последовательной фильтрации временных серий”.

3. Анализ гендерного и имущественного неравенства в изменении трудоспособности жителей Санкт-Петербурга в связи с эпидемией Covid-19. Согласно опросам, неравенство в здоровье возмущает граждан РФ больше других видов неравенства. Обычно говорят о неравенстве в доступности медицинской помощи и неравенстве в финансировании предоставляемой медицинской помощи. И то и другое чаще всего связывают с различием в уровнях дохода, месте жительства и объемах финансирования медицины. Однако на состояние здоровья существенно влияют и неденежные аспекты. Речь идёт об особенностях индивидуального поведения, таких как курение, употребление наркотиков, злоупотребление алкоголем, неправильное питание, недостаточная физическая активность, уклонение от медицинских осмотров, отсутствие прививок, невыполнение медицинских назначений, недостаток отдыха и т.д. Различия в здоровье, обусловленные образом жизни, являются несправедливыми, если выбор этого образа жизни ограничивается социально-экономическими факторами, не зависящими непосредственно от индивида.

На примере вакцинации от COVID-19 О. Подкорытова провела исследования, какие социально-экономические и демографические факторы наиболее важны для объяснения превентивного поведения россиян при шоках в отношении здоровья. Более конкретно, были проверены гипотезы,

- 1) с одинаковой ли вероятностью они делают прививки COVID-19, которые были доступны и бесплатны.
- 2) как COVID-19 повлиял на их трудоспособность.

Были использованы данные опроса занятого в экономике населения Санкт-Петербурга, который проводился ЕУСПб в ноябре 2021 года по технологии CATI (Computer Assisted Telephone Interview, телефонное интервью с использованием компьютера). Предельная статистическая ошибка выборки с доверительной вероятностью 0.95 не превосходит 2.31%. Использовались модели упорядоченного и бинарного выбора.

Было выявлено неравенство по образованию, материальному положению семьи, виду занятости и наличию маленьких детей. Таким образом, поведение занятого в экономике населения Санкт-Петербурга в присутствии шоков в отношении здоровья существенно зависит от социально-экономического статуса и демографических характеристик. При возникновении следующих шоков в отношении здоровья (например, текущая эпидемия кори), этим группам населения должно быть уделено особое внимание с целью стимулировать самосохранительное поведение.

4. Анализ процессов, влияющих на ценообразование на рынке искусства.

4а) Григорьев Д.А. и Пименов А.Е. провели анализ влияния биографии автора и характеристик произведения искусства на цену на аукционе. Исследование основано на доктрине “смерти автора” Ролана Барта. Применяя гедоническую регрессию к набору данных из более чем 15 000 произведений искусства, проданных в мировых аукционных домах, определено, какие характеристики оказывают наибольшее влияние на цену. Исследование показало, что идея “смерти” автора не подтверждается на рынке искусства. Результаты исследований расширяют область исследований в области рынка искусства.

4б) Григорьевым Д.А. и Букановым В.Р. был проанализирован вопрос ценообразования на рынке искусства, используя данные о перепродажах картин с 2003 по 2021 год из Sotheby's, Christie's и Phillips. Основные выводы указывают на то, что рынок перепродаж картин известных художников приносит прибыль, а длительное владение произведениями искусства известных художников не обязательно приводит к максимизации прибыли. Исследование также показывает, что инвестирование в высококлассные шедевры не предлагает преимуществ перед покупкой коллекции менее дорогих картин. Прибыльность рынка искусства испытывает спады в определенные периоды, параллельно снижению других активов, подверженных риску.

5. Количественный анализ при определении направлений развития городских парков. Старшов Е.Д. разработал алгоритм анализа потребностей посетителей городских парков, который позволит выявить наиболее распространенные модели поведения и соответствующие им потребности различных групп населения для повышения эффективности управления парком. На примере ЦПКиО им. С. М. Кирова на Елагином острове в Санкт-Петербурге показано, что использование представленного в исследовании алгоритма, включающего анализ главных компонент и кластерный анализ, дает возможность выявить наиболее распространенные модели поведения, а также сегментировать посетителей парка. Для тестирования алгоритма используются данные, полученные в ходе опроса 701 посетителя парка. Это восполняет пробелы в исследованиях управленческих подходов в развитии современных городских парков.

6. Модель оценки эффективности действий спортсменов (на примере хоккеистов).

Шмаковым Н. Н. разработана модель оценки эффективности хоккеистов, улучшающая существующие методы. Модель включает оценку игры в неравных составах и нормировку на уровень команды-соперника. Реализована платформа для сравнительного анализа эффективности игроков в различных лигах. Модель помогает менеджменту принимать более объективные решения и может быть использована для экономии бюджета или повышения эффективности команды.

7. Развитие активной научно-исследовательской и преподавательской деятельности сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области компьютерного и статистического анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Работа по проекту велась в следующих направлениях:

- Развитие научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с его дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.

- Развитие научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатольев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Dept. of Economics, Princeton Univ.; P.C.B. Phillips, Dept. of Economics, Yale Univ.) и других специалистов мирового уровня.

- Обучение и руководство научной работой студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России в рамках научного акселератора Центра эконометрики и бизнес-аналитики СПбГУ. Концепция состоит из трех основных этапов:

Этап 1: Научный руководитель из центра выдает тему исследования, которую студент начинает разрабатывать. При получении интересного результата и демонстрации регулярной работы этот результат представляется научной группе центра, состоящей из нескольких междисциплинарных ученых. На этом этапе также проводится сбор данных для других исследователей.

Этап 2: Прогресс по исследованию демонстрируется на регулярных встречах междисциплинарной научной группы. На этих встречах присутствуют все студенты, занимающиеся данным направлением, они обмениваются информацией и поддерживают друг друга. Раз в квартал проводятся всеобщие научные сборы, где каждый участник получает полную картину о направлении развития Центра и своего исследования. На этом этапе студенты готовят статьи для публикации в научных журналах.

Этап 3: На этом этапе начинается работа над новой статьей или новой темой. Здесь уже предусмотрена более высокая финансовая поддержка и спонсирование участия в конференциях. Студенты также участвуют в грантах и работают над ревизией своих статей.

Целью центра является формирование платформы, которая связывает активных эконометристов и бизнес аналитиков со всего мира, поддерживая совместные научные исследования и привлекая молодежь к науке интересными темами. За прошедший год молодыми исследователями центра было отправлено 5 статей и ревизий в журналы Q1, Q2. Всего сейчас на различных этапах научной воронки работают более 15 студентов.

- Параллельно научной работе, ведущие ученые Центра проводят миникурсы по новейшим методам и открытые лекции. Таким образом, центр обеспечивает эффективный фреймворк для научного старта и продолжения международной научной карьеры.

Организация и проведение 3-й международной ежегодной конференции ICEBA на базе Центра. Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по

эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>). В сентябре 2023 г. в г. Ташкент, Узбекистан, состоялась 3-я международная ежегодная конференция iCEBA (<https://ceba-lab.org/conference23>). На конференции более 80 докладов по ключевым направлениям теоретической и прикладной эконометрики и бизнес-аналитики, в ней приняли участие ведущие ученые и сотрудники Центробанков из различных стран мира.

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

- Применения современных методов компьютерного и математического моделирования и устойчивого статистического анализа в изучении динамики экономического развития в России, постсоветских экономиках и формирующихся рынках, подверженных влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике.

На основе результатов, полученных участниками проекта в вышеуказанных направлениях, опубликованы/приняты в печать следующие работы участников проекта:

1) James, R., Leung, H., Leung, J. W. Y., Prokhorov, A. Forecasting tail risk measures for financial time series: An extreme value approach with covariates. *Journal of Empirical Finance*, 71, 29-50, 2023. (Q1)

В данной статье представлена модель прогнозирования “хвостового” риска, которая учитывает более обширную экономическую и финансовую информацию, доступную риск-менеджерам. Этот подход можно рассматривать как регуляризованное расширение двухступенчатой модели GARCH-EVT, предложенной МакНилом и Фреем в 2000 году. Здесь допускается выбор разреженного набора ковариат, влияющих на масштаб распределения экстремальных значений риска, который изменяется со временем.

Применяется обширный набор данных с американского фондового рынка для исследования того, улучшает ли дополнительная информация прогнозы Value-at-Risk и Expected Shortfall по сравнению с популярными методами прогнозирования риска хвостов, такими как традиционные и нерегуляризованные модели GARCH-EVT, а также модели GJR-GARCH(1,1), Hawkes POT, CaViaR и CARE.

С помощью широкого набора критериев производительности и тестов показано, что данный подход демонстрирует конкурентоспособные прогнозы риска, особенно в периоды финансовых потрясений.

2) Rustam Ibragimov, Rasmus Søndergaard Pedersen, Anton Skrobotov, New Approaches to Robust Inference on Market (Non-)efficiency, Volatility Clustering and Nonlinear Dependence, Journal of Financial Econometrics, 2023;, nbad020, <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbad020> (Q1)

В данной статье рассматриваются многие финансовые и экономические переменные, включая финансовые доходы, которые проявляют нелинейную зависимость, гетерогенность и тяжелые хвосты. Эти свойства могут создать проблемы при анализе (не)эффективности и кластеризации волатильности на экономических и финансовых рынках с использованием традиционных подходов, которые опираются на асимптотическую нормальность выборочных автокорреляционных функций доходов и их квадратов.

В статье представлены новые подходы к решению вышеуказанных проблем. Представлены результаты, которые мотивируют использование мер рыночной (не)эффективности и кластеризации волатильности, основанных на (малых) степенях абсолютных доходов и их подписанных версий.

Далее представлены новые подходы к устойчивому выводу о мерах в случае общих временных рядов, включая процессы типа GARCH. Подходы основаны на устойчивых t-статистических тестах, и представлены новые результаты о их применимости. В подходах оценки параметров (например, оценки мер нелинейной зависимости) вычисляются для групп данных, и вывод основан на t-статистике в результирующих оценках групп. Это приводит к действительному устойчивому выводу при предположениях о гетерогенности и зависимости, удовлетворенных на реальных финансовых рынках. Численные результаты и эмпирические приложения подтверждают преимущества и широкую применимость предложенных подходов.

3) Vasina A., Bukanov V., Kolycheva V., Semenov A., Grigoriev D. The Profitability of Investing in Fine Art: an Analysis of Resale Data From Sothebys, Christies, and Phillips // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 15th September 2023. Vol. 101. No 17. P. 6844 – 6852. (Q4)

В данной статье основной целью было определить доходность инвестиций в нетрадиционные активы, а именно в произведения изобразительного искусства. Для этого были собраны и проанализированы данные о перепродажах картин с 2003 по 2021 годы из таких аукционных домов, как Sotheby's, Christie's и Phillips.

Была рассчитана годовая эффективная ставка доходности для каждой картины, а затем данные были разделены на прибыльные и неприбыльные инвестиции. Также было проанализировано влияние различных факторов, таких как начальная цена продажи, срок владения и годовая эффективная ставка доходности, на цену перепродажи картин.

С помощью корреляционного анализа были опровергнуты некоторые мифы об инвестировании в искусство, а именно мифы о защитных инвестициях и эффекте шедевра. Было также проведено сравнение годовой эффективной ставки доходности для картин с таковой для традиционных финансовых активов, таких как государственные облигации и золото.

Результаты показали, что инвестирование в картины может быть весьма прибыльным и является хорошей инвестиционной стратегией.

4) Musaev A., Makshanov A., Grigoriev D. Multi-regression Forecast in Stochastic Chaos //Computational Economics. – 2023. – С. 1-24. (Q2)

В статье рассматривается задача краткосрочного прогнозирования для процессов, которые моделируются как выходные сигналы нелинейных динамических систем в нестабильных условиях с нестационарными, негауссовыми помехами. Традиционные вычислительные методы прогнозирования часто оказываются неэффективными для таких хаотических процессов, которые проявляют экспоненциальное расхождение траекторий.

Предлагается решение, основанное на многомерных корреляциях с другими процессами в той же среде. Основная гипотеза, подтвержденная предыдущими исследованиями, заключается в том, что динамика взаимосвязей обладает большей инерцией, чем исходные процессы. Это позволяет формировать краткосрочный прогноз с использованием модифицированных техник многомерного регрессионного анализа.

5) Musaev A., Makshanov A., Grigoriev D. Algorithms of sequential identification of system component in chaotic processes //International Journal of Dynamics and Control. – 2023. – С. 1-14. (Q2)

Рассматривается проблема последовательной фильтрации хаотического случайного процесса в контексте общей проблемы управления состоянием динамического объекта в нестабильной среде погружения. При условиях хаотической динамики традиционная последовательная обработка наблюдений либо не обеспечивает требуемого уровня сглаживания, либо приводит к значительному запаздывающему сдвигу оценки условного среднего. В статье представлен численный анализ эффективности алгоритмов идентификации системного компонента хаотических процессов на основе терминального показателя эффективности управления. Предлагаются несколько алгоритмов фильтрации с улучшенными характеристиками по критериям качества сглаживания и показателям качества управления на основе системного компонента, выделенного из шумных наблюдений.

6) K. Igudesman, M.Tumakov, S. Snegina, D. Tumakov. Fractal Interpolation Densities // Lobachevskii Journal of Mathematics, 2023, Vol. 44, No. 9, pp. 3690–3696. Pleiades Publishing, Ltd., (accepted, Q2)

В данной статье рассматривается применение теории фрактальной интерполяции для аппроксимации функций, особенно в ситуациях, где классические методы не дают удовлетворительных результатов. Фракталы широко используются в теории динамических систем и распределений, возникающих из них, и представляют собой обещающий инструмент для описания “тяжелохвостных” распределений в экономических проблемах. Основным результатом статьи - необходимое и достаточное условие для того, чтобы функция фрактальной интерполяции была плотностью распределения непрерывной случайной величины. Работа также обсуждает возможные направления для развития метода фрактальной интерполяции.

7) Соколова Е. В., Старшов Е. Д., Сырнева Е. А. Учет мнений посетителей как инструмент развития городских парков: пример ЦПКиО им. Кирова в Санкт-Петербурге. Российский журнал менеджмента 21 (3), 2023 (accepted, WOS)

Целью данного исследования было разработать методологию для изучения поведения посетителей городских парков, позволяющую выявить общие модели использования, а также потребности различных сегментов посетителей для повышения эффективности управления парками. На примере парка Елагин Остров в Санкт-Петербурге было показано, что с помощью методов главных компонент и кластерного анализа можно выявить неочевидные модели поведения посетителей парка и сегментировать их.

Результаты исследования показали, что выделенные сегменты отличаются от тех, которые традиционно учитываются при управлении городскими парками. Определенные модели поведения и потребности этих сегментов указывают на возможные направления для пересмотра развития парка.

Данное исследование демонстрирует возможности количественного анализа для определения направлений развития городских парков.

В течение отчетного периода, результаты, полученные в ходе работы по проекту, были представлены на таких конференциях, как 17th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2023), META 2023, 3rd International Conference on Econometrics and Business Analytics (ICEBA 2023), WORKSHOP ON ECONOMETRIC THEORY AND APPLICATIONS (Siena), 7th International Workshop on "Financial Markets and Nonlinear Dynamics (Paris), Tenth Italian Congress of Econometrics and Empirical Economics (Cagliari), AMEF 2023 (Thessaloniki), CSoNET (2023), Проминжиниринг 2023, RusAutoCon 2023, ИИАСУ' 23.

Проведение мастер-класса для школьников в рамках январской научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ 2023 в образовательном центре СИРИУС на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

В рамках работы по вышеуказанным направлениям, в частности, к исследованиям Григорьева Д.А. и др. участников по тематике гранта (в рамках курсовых работ и ВКР) были привлечены студенты из СПбГУ и Технологического университета. Ими был получен широкий спектр научных результатов по которым подготовлены следующие выступления и опубликованы следующие работы:

1) ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНТЕНТА ИЗ ПОТОКА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Голубев А.В., Мусаев А.А., Григорьев Д.А.

В книге: НЕДЕЛЯ НАУКИ-2023. Сборник тезисов XIII научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) в рамках

мероприятий 2023 года по проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий. Санкт-Петербург, 2023. С. 297.

2) РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОГО АНАЛИЗА В КИБЕРСПОРТЕ

Жариков Д.С., Меликов Т.Т., Григорьев Д.А.

В сборнике: Исследование различных направлений современной науки: естественные и технические науки. Сборник материалов XXVIII международной очно-заочной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 10-12.

3) МЕТОДОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (GNN) В КИБЕРСПОРТЕ: АНАЛИЗ И ПРЕДСКАЗАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Жариков Д.С., Меликов Т.Т., Григорьев Д.А.

В сборнике: Научные исследования современных ученых. Сборник материалов XXXI-ой международной очно-заочной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 99-102.

Все планируемые в отчетный период работы выполнены полностью:

да

Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном периоде **(от 1 до 5 стр.)**

В 2023 году были достигнуты следующие результаты:

- Успешно продолжены исследования в областях предсказания хаотических временных серий, анализа ценообразования на рынке искусства, улучшения общественных пространств, анализа неравенства в трудоспособности горожан и оценки эффективности спортсменов.
- Разработаны новые эконометрические инструменты для анализа гипотез в экономике и финансах.
- Продолжены исследования по применению вероятностных результатов в одно- и двухвыборочных t-тестах для малых выборок.
- Предложены новые подходы к анализу финансовых и экономических переменных, проявляющих нелинейную зависимость, гетерогенность и тяжелые хвосты.

- Разработаны методы машинного обучения на основе Байесовского подхода с использованием фрактальных интерполяционных функций и плотностей. Эти достижения значительно расширили наши знания и понимание важных областей экономики и финансов.
- Разработаны подходы к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу для определения и оценивания факторов, влияющих на неравенство дохода и богатства. Была предложена модель прогнозирования рисков, которая улучшает прогнозы Value-at-Risk (VaR) и Expected Shortfall (ES), ключевые метрики в области управления рисками. Были получены результаты по анализу и сравнению динамики социально-экономического развития развивающихся экономик. Было проведено исследование ценообразования систематического хвостового риска на китайском рынке акций, результаты которого могут быть полезны для дальнейшего развития темы ценообразования хвостового риска в Китае и других развивающихся рынках.
- Также было проведено исследование возможности прогнозирования хаотических процессов в нестабильных средах с помощью многомерных корреляций с другими процессами. Были предложены усовершенствованные алгоритмы фильтрации для хаотических случайных процессов в нестабильных средах, и получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023618192, 20.04.2023 “Программный комплекс для последовательной фильтрации временных серий”.
- Проведены исследования влияния социально-экономических и демографических факторов на превентивное поведение россиян при шоках в отношении здоровья, используя пример вакцинации от COVID-19. Было выявлено, что поведение занятого в экономике населения Санкт-Петербурга существенно зависит от социально-экономического статуса и демографических характеристик.
- Проведен анализ влияния биографии автора и характеристик произведения искусства на цену на аукционе. Исследование показало, что идея “смерти” автора не подтверждается на рынке искусства.
- Проанализирован вопрос ценообразования на рынке искусства, используя данные о перепродажах картин с 2003 по 2021 год. Основные выводы указывают на то, что рынок перепродаж картин известных художников приносит прибыль, а длительное владение произведениями искусства известных художников не обязательно приводит к максимизации прибыли.
- Разработан алгоритм для анализа потребностей посетителей городских парков, что позволило выявить наиболее распространенные модели поведения и соответствующие им потребности различных групп населения. Это помогает повысить эффективность управления парком.
- Предложена модель оценки эффективности хоккеистов, которая улучшает существующие методы. Модель включает оценку игры в неравных составах и нормировку на уровень команды-соперника. Это помогает менеджменту принимать более объективные решения и может быть использовано для повышения эффективности команды.
- В течение отчетного периода, результаты, полученные в ходе работы по проекту, были представлены на таких конференциях, как 17th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2023), META 2023, 3rd International Conference on Econometrics and Business Analytics (iCEBA 2023), WORKSHOP ON ECONOMETRIC THEORY AND APPLICATIONS (Siena), 7th

International Workshop on "Financial Markets and Nonlinear Dynamics (Paris), Tenth Italian Congress of Econometrics and Empirical Economics (Cagliari), AMEF 2023 (Thessaloniki), CFE (2023), CSoNET (2023), Проминжиниринг 2023, RusAutoCon 2023, ИИАСУ' 23.

- Проведение мастер-класса для школьников в рамках январской научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ 2023 в образовательном центре СИРИУС на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

Как указано выше, участниками проекта велась активная работа по обучению и руководству научной работой студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета и других высших учебных заведений России; а также разработке и преподаванию курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации.

Все запланированные в отчетном периоде научные результаты достигнуты:

да

В ходе реализации проекта выполнялись эксперименты с участием лабораторных животных:

нет

Описание выполненных в отчетном периоде работ и полученных научных результатов для публикации на сайте РНФ

на русском языке (до 3 страниц текста, также указываются ссылки на информационные ресурсы в сети Интернет (url-адреса), посвященные проекту)

В отчетный период, участниками проекта велись исследования в следующих направлениях и смежных областях:

1. Разработка эконометрического инструментария для устойчивого статистического и эконометрического анализа гипотез по двум и более параметрам в экономике и финансах, с применениями в важных областях в экономике, финансах и эконометрике.

2. Разработка новых и улучшенных подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу в двухшаговых методах оценивания при эндогенности, зависимости, гетерогенности и выбросах в моделях и данных.

Вкладом проекта во второй год его выполнения являются полученные научные результаты по разработке новых методов и подходов к устойчивому статистическому и эконометрическому анализу и тестам гипотез по нескольким анализируемым параметрам экономических и финансовых моделей, а также новые и улучшенные методы статистически обоснованного анализа при помощи двухшаговых процедур. Также получены научные результаты по применению разработанных подходов в инструментальных методах анализа в экономике и финансах при проблемах эндогенности в рассматриваемых моделях и величинах; методах оценивания копульных структур зависимости; межстрановых и межрегиональных сравнениях социально-экономического развития и его составляющих, таких как распределение и неравенство дохода; анализе факторов, влияющих на динамику ключевых экономических и финансовых показателей, включая финансовые доходности, обменные курсы иностранных валют, инфляцию и неравенство дохода; устойчивом анализе прогнозных моделей; устойчивом оценивании структурных сдвигов в динамике рассматриваемых рынков вследствие кризисов и других структурных шоков, таких как начало пандемии COVID-19; разработку и применения прогнозных моделей динамики ключевых экономических и финансовых показателей развитых рынков и экономик периода становления, включая показатели экономического роста, финансовые доходности, обменные курсы иностранных валют, уровень инфляции и заработной платы.

В рамках проекта велась активная научно-исследовательская и преподавательская деятельность сформировавшейся группы российских и зарубежных ученых в области статистического, эконометрического и компьютерного анализа и математического и компьютерного моделирования финансовых и экономических процессов и рынков. Вклад проекта в научные исследования и образование включает в себя, в частности, исследования и работу по следующим важным направлениям и следующие полученные результаты.

- Продолжение развития научно-исследовательского и образовательного центра (Центр по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, <https://ceba-lab.org>) на базе Санкт-Петербургского Государственного Университета с ее дальнейшим финансированием за счет внутренних ресурсов университета в рамках его организационной структуры.

- Продолжение развития научно-исследовательского и образовательного сотрудничества между участниками исследовательской группы, Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургского государственного университета, Школой бизнеса Имперского колледжа Лондона (Imperial College Business School), Школой бизнеса Сиднейского университета (the University of Sydney Business School), ведущими учеными в области эконометрики, статистики и компьютерного анализа в России и за рубежом, включая членов Научного совета проекта (С. Анатольев, Российская Экономическая Школа; U. K. Müller, Department of Economics, Princeton University; P. C. B. Phillips, Department of Economics, Yale University) и других специалистов мирового уровня.

- Обучение студентов и молодых ученых Санкт-Петербургского Государственного Университета и других высших учебных заведений России; разработка и преподавание курсов по эконометрике, бизнес аналитике, компьютерному и математическому

моделированию финансовых и экономических рынков и явлений, компьютерному и статистическому анализу больших баз финансовых и экономических данных и анализу финансовых и экономических временных рядов в Санкт-Петербургском Государственном Университете и других вузах Российской Федерации. Организация авторских краткосрочных, семестровых и годовых курсов ведущих российских и зарубежных ученых на базе Центра в вышеуказанных областях (<https://ceba-lab.org/courses>).

- Проведение мастер-класса для школьников в рамках январской научной школы по математике и компьютерным наукам СПбГУ 2023 в образовательном центре СИРИУС на основе задач и, собранных коллективом гранта, данных по арт-аналитике.

- Организация и проведение международных конференций, семинаров и научного акселератора на базе Центра по эконометрике и бизнес аналитике - ЦЭБА, Санкт-Петербургском Государственном Университете и других высших учебных заведениях Российской Федерации с участием ученых и научных работников, специалистов, работающих на финансовых рынках, государственных структурах и сфере ИТ, и ведущих исследователей в области проекта в России и за рубежом. Организация непрерывной работы еженедельных онлайн семинаров по эконометрике, бизнес аналитике и смежным областям ЦЭБА (<https://ceba-lab.org/seminars>); организация 3-й Международной ежегодной конференции ICEBA на базе Центра (<https://ceba-lab.org/conference>).

- Развитие и статистический и компьютерный анализ крупномасштабного банка данных по анализируемым в ходе работы по проекту и ключевым экономическим и финансовым показателям социально-экономического развития различных экономик, включая рынки России, ее регионов и стран бывшего СССР.

- Разработка новых и усовершенствованных методов устойчивого статистического и эконометрического анализа больших баз зависимых и гетерогенных финансовых и экономических данных, с концентрацией основных направлений исследований на разработке устойчивых статистических и эконометрических методов анализа гипотез по двум и нескольким параметрам, гипотез равенства параметров экономических и финансовых моделей и совместных гипотез, а также статистически обоснованных двухшаговых процедур эконометрического анализа. Применения разработанных в ходе работы по проекту новых и улучшенных методов в эконометрических моделях инструментального анализа, межстрановых и межрегиональных сравнениях моделей социально-экономического развития, тестах структурных сдвигов вследствие кризисов и их распространения и др. важных задачах.

- Внедрение разработанных новых устойчивых статистических и эконометрических методов в широко используемые пакеты программного обеспечения компьютерного, математического и статистического моделирования и анализа таких как R, Python и Stata; разработка и применения нового программного обеспечения на их основе.

- Разработка и применение разработанных в ходе работы по проекту устойчивых методов и подходов в статистическом, математическом и компьютерном моделировании и прогнозировании динамики ключевых финансовых и экономических величин и показателей развитых экономик и рынков периода становления, включая развивающиеся рынки, а также моделированию и прогнозированию влияния кризисов и их распространения и процессов финансового заражения на рассматриваемые экономики и рынки.

- Применения современных и разработанных в ходе проекта устойчивых методов статистического, математического и компьютерного моделирования и анализа в изучении динамики экономического развития формирующихся и валютных рынков, подверженных

влиянию текущего мирового финансового и экономического кризиса, финансового заражения и взаимозависимости. Применения результатов исследований в подготовке рекомендаций по экономической политике.

- Публикация результатов работы по проекту в статьях в ведущих рецензируемых зарубежных и международных научных журналах и представление докладов по ним на ведущих международных конференциях и семинарах по экономике, финансам, эконометрике и статистике, компьютерному и математическому моделированию, компьютерным и информационным технологиям и на собраниях международных профессиональных обществ в этих областях.