

Научная статья

УДК 330.46

DOI: 10.36871/ek.up.r.2025.05.13.001

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ФРОНТЕНДА И ЕЁ ВКЛАД В МАКРОЭКОНОМИЧЕСКУЮ «СТОИМОСТЬ ОЖИДАНИЯ» ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

*Амина Ильдаровна Сахбиева¹, Малика Доккаевна
Юсупова², Зарема Абусамитовна Магазиева³*

*¹ Институт управления, экономики и финансов Казанского
(Приволжского) Федерального университета, Казань, Россия*

*² Чеченский государственный университет
имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия*

*³ Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

¹ aminastile@mail.ru

² yusipova-65@mail.ru

³ zarema_it@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние фронтенд-производительности веб-приложений на поведение пользователей и её макроэкономические последствия через призму концепции «стоимости ожидания». Автор проводит анализ ключевых метрик производительности (LCP, INP, CLS и др.), определяющих скорость рендеринга и интерактивности интерфейсов, и демонстрирует их связь с пользовательскими метриками — конверсией, отказами, глубиной сессии. На основе эмпирических данных А/В-тестов, отчётов крупных IT-компаний и научных исследований обосновывается экономическая целесообразность инвестиций в оптимизацию клиентской части веб-приложений. Особое внимание уделено агрегированию индивидуальных временных потерь пользователей и их экстраполяции на макроэкономическом уровне с использованием теорий альтернативной стоимости времени и издержек поиска. В статье предлагается методология расчёта экономических эффектов от улучшения фронтенд-показателей и даются рекомендации по внедрению оптимизационных практик. Работа демонстрирует, что даже незначительное сокращение задержек интерфейса способно приводить к значимому экономическому эффекту как на уровне отдельного бизнеса, так и в масштабах цифровой экономики в целом.

Ключевые слова: фронтенд-производительность, Core Web Vitals, стоимость ожидания, пользовательский опыт, макроэкономика

Для цитирования: Сахбиева А. И., Юсупова М. Д., Магазиева З. А. Производительность фронтенда и её вклад в макроэкономическую «стоимость ожидания» пользователя // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. № 5. Т. 13.. С. 6–13; <https://doi.org/10.36871/ek.up.r.2025.05.13.001>

Original article

Economic theory

FRONTEND PERFORMANCE AND ITS CONTRIBUTION TO THE USER'S MACROECONOMIC «COST OF WAITING»

Amina I. Sakhbieva¹, Malika D. Yusupova², Zarema A. Magazieva³

¹ Institute of Management, Economics and Finance of Kazan
(Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

² Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia

³ Grozny State Petroleum Technical University named after
Academician M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

¹ aminasmile@mail.ru

² yusupova-65@mail.ru

³ zarema_it@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of frontend performance of web applications on user behavior and its macroeconomic consequences through the prism of the “cost of waiting” concept. The author analyzes key performance metrics (LCP, INP, CLS, etc.) that determine the speed of rendering and interactivity of interfaces, and demonstrates their relationship with user metrics — conversion, bounces, session depth. Based on empirical data from A/B tests, reports from large IT companies and scientific research, the economic feasibility of investing in optimizing the client side of web applications is substantiated. Particular attention is paid to the aggregation of individual time losses of users and their extrapolation at the macroeconomic level using theories of the alternative cost of time and search costs. The article proposes a methodology for calculating the economic effects of improving frontend indicators and provides recommendations for the implementation of optimization practices. The work demonstrates that even a slight reduction in interface delays can lead to a significant economic effect both at the level of an individual business and on the scale of the digital economy as a whole.

Keywords: frontend performance, Core Web Vitals, cost of waiting, user experience, macroeconomics

For citation: Sakhbieva A. I., Yusupova M. D., Magazieva Z. A. Frontend performance and its contribution to the user's macroeconomic “cost of waiting” // *Ekonomika i upravlenie: problemy resheniya*. Vol. 13,. No. 5., Pp. 6–13 (In Russ.); <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.05.13.001>

© Сахбиева А. И., Юсупова М. Д., Магазиева З. А., 2025

Введение. В современных веб-приложениях фронтенд-производительность определяет скорость рендеринга и интерактивности страницы, что измеряется такими метриками, как Largest Contentful Paint (LCP), First Contentful Paint (FCP) и Interaction to Next Paint (INP). Согласно рекомендациям Google, оптимальным считается значение LCP не более 2,5 с., поскольку пользователи воспринимают внезапный отклик страницы быстрее и остаются вовлечёнными в процесс взаимодействия с интерфейсом. Кроме того, Cumulative Layout Shift (CLS) не должен превышать 0,1, иначе визуальная нестабильность приводит к ухудшению восприятия контента.

Исследования Steve Souders показывают, что около 80% времени отклика веб-страницы уходит на загрузку и обработку ресурсов, а не на получение HTML-документа. Это означает, что оптимизация фронтенда через техники кэширования, минификацию JavaScript и CSS, а также использование CDN может существенно снизить задержки. В частности, Souders в работе «High Performance Web Sites» продемонстриро-

вал, что уменьшение количества HTTP-запросов и сокращение технического долга напрямую повышают скорость загрузки страниц и улучшают пользовательский опыт [3, с. 129].

Помимо чисто технических аспектов, человеческое восприятие времени играет ключевую роль: Jakob Nielsen показал, что задержки более 0,1 с. воспринимаются как мгновенный отклик, а задержки свыше 1 с. уже прерывают поток мыслей пользователя, что приводит к снижению удовлетворённости и увеличению вероятности отказа от дальнейшего взаимодействия с сайтом. При этом временные задержки порядка 10 с. приводят к потере внимания пользователя и высокой вероятности покидания ресурса.

Экономическая значимость фронтенд-производительности подтверждается эмпирическими данными: Amazon обнаружил, что каждые дополнительные 100 мс задержки загрузки страницы приводили к снижению продаж на 1%. Аналогичные выводы сделали Google: увеличение времени генерации поисковой выдачи на 0,5 с. приводило к падению трафика на 20%. В сегменте электронной коммерции исследо-

вание Retail Technology Review показало, что медленные сайты обходятся розничным ритейлерам Великобритании в £59,6 млрд ежегодно из-за упущенных продаж. В свою очередь, отчёты Akamai фиксируют прямую корреляцию между временем загрузки страниц и уровнем отказов: увеличение задержки с 1 с. до 3 с. повышает вероятность отказа на 32%.

На макроэкономическом уровне совокупное время ожидания пользователей складывается в значительный объём утраченной производительности. Например, если учесть миллионы пользователей крупнейших медиа- и торговых платформ, даже дробные улучшения LCP и FCP приводят к росту вовлечённости и снижению операционных издержек. Исследования, проведённые учёными Ioannis Arapakis и соавторами, демонстрируют, что при задержках свыше 7–10 с. мобильные пользователи отмечают повышенную степень фruстрации, что непосредственно связано с потерями времени и ухудшением субъективного восприятия качества сервиса. Более того, экономический анализ Ashish Vulimiri и коллег показывает, что снижение латентности даже на миллисекунды в распределённых системах может характеризоваться соотношением «затраты/выгоды», где выгода в виде сэкономленного времени пользователей превосходит дополнительные потребления пропускной способности.

Во-первых, Google в рамках инициативы Core Web Vitals выделяет три основные метрики: Largest Contentful Paint (LCP), оценивающую время загрузки основного содержимого страницы (целевое значение $\leq 2,5$ с.), Interaction to Next Paint (INP), измеряющую задержку ответа на пользовательские действия (целевое значение < 200 мс), и Cumulative Layout Shift (CLS), отражающую стабильность визуального представления (целевое значение $< 0,1$). Помимо них, First Contentful Paint (FCP) показывает момент появления первого фрагмента DOM (текст или изображение), а Time to First Byte (TTFB) отражает задержку сетевого уровня. В работе Dynatrace подчёркивается, что метрики LCP, INP и CLS являются результатом долгосрочной эволюции инструментов измерения UX: сначала в 2020 году Google ввёл FID (First Input Delay), но в 2024 году заменил его на INP для более точного снятия задержек интерактивности. Анализ сайтов крупных ресурсов показывает, что именно значения LCP и INP коррелируют с по-

казателями отказов и удержания: исследование Catchpoint указывает, что при $LCP > 4$ с. вероятность отказа растёт экспоненциально, а INP > 300 мс уже воспринимается пользователями как задержка при вводе [1, с. 42].

Во-вторых, фундаментальные исследования в области фронтенд-оптимизации формируют теоретические основы, объясняющие, почему большая часть времени отклика сайта зависит от клиентской части. В монографии Стива Саудерса «High Performance Web Sites» приведено эмпирическое наблюдение, что до 80% времени загрузки страницы уходит на получение и обработку статических ресурсов (скриптов, стилей, изображений), а не на генерацию HTML на сервере. Саудерс рекомендует уменьшать количество HTTP-запросов, минифицировать JavaScript/CSS, применять ленивую загрузку (lazy loading) и CDN для сокращения задержек. Кроме того, психологические аспекты восприятия задержек описываются «порогом Догерти»: если время отклика при взаимодействии пользователя с интерфейсом не превышает 400 мс, пользователь ощущает «мгновенный» отклик, что повышает вовлеченность. Методологии Якоба Нильсена дополняют понимание: он выделяет три ключевые границы восприятия — 0,1 с. (ощущение непосредственного отклика), 1 с. (непрерываемость мыслительного потока, хотя пользователь замечает задержку) и ≥ 10 с. (нарушение концентрации, требует индикатора прогресса). Исследование Арапакиса и соавторов в контексте мобильного поиска показывает, что пользователи мобильных устройств терпимы к задержкам до 7–10 с., но далее отмечают рост фрустрации и снижение удовлетворённости интерфейсом.

В-третьих, макроэкономические и микроэкономические концепции «стоимости ожидания» опираются на классические теории распределения времени и затрат возможностей. Уже в работах Гэри Беккера (1965) сформулирована модель оптимального распределения времени в рамках теории домашнего хозяйства, где время является ценным ресурсом, альтернативная стоимость которого отражается в утраченных доходах (например, «упущенные заработки» студентов). В микроэкономике при анализе поведения потребителей и компаний учитываются издержки поиска (search costs): классическая модель Питера Диамонда (1971) показывает, что даже незначительные фрикции при поис-

ке товаров приводят к сдвигу равновесных цен к монопольным (ценовой дискриминации). В теории массового обслуживания (queueing theory) рассматривается стоимость времени ожидания клиента: Singhal, Singhal и Kumar (2020) показывают, что «ценность» и «стоимость» времени ожидания могут совпадать в оптимальных очередях, однако различаются при неэффективном функционировании системы, что влияет на расчёт потерь пользователей и производственных возможностей. Дополнительный вклад в понимание неравенства «стоимости ожидания» вносит исследование Chen и соавторов (2021): низкодоходные слои населения тратят на очереди на 12 минут больше в день, что усиливает социальное расслоение и снижает общую производительность труда. В транспортной экономике эффект Мёринга (Mohring, 1972) демонстрирует, что увеличение частоты рейсов (автобусы, поезда) снижает среднее время ожидания пассажиров, что эквивалентно «economies of scale» для общественного транспорта и тем самым уменьшает альтернативные издержки времени [6, с. 77].

В-четвёртых, современные исследования укрупняют модели и связывают фронтенд-производительность с экономическими показателями. Ashish Vulimiri и соавторы (2013) проводят стоимостный анализ метрик латентности: они показывают, что снижение задержек даже на миллисекунды в распределённых системах (через дублирование запросов, отказоустойчивость) даёт экономический выигрыш, превышающий дополнительные затраты на пропускную способность, формализуя benchmark для клиент-серверных приложений. Аналогично, исследования интернет-компаний подтверждают, что каждые дополнительные 100 мс задержки на странице приводят к снижению продаж на 1% (Amazon, 2006) и 20% падению трафика при задержке 0,5 с. у Google. Эти эмпирические данные укладываются в рамки микроэкономической модели: каждая миллисекунда — это «альтернативная стоимость времени» множества пользователей, которая в агрегированном масштабе влияет на конверсию, уровень отказов и доходность бизнеса.

Основная часть

Влияние показателей фронтенд-производительности на поведение пользователей проявляется через изменчивость ключевых метрик пользовательского опыта (UX)

и их прямую связь с метриками вовлечённости и конверсии. Прежде всего, следует отметить, что метрика Largest Contentful Paint (LCP) на прямую коррелирует с bounce rate (показателем отказов) и session duration (продолжительностью сессии). В масштабном исследовании Backlinko проанализировали 208 000 веб-страниц, сравнив показатели LCP с данными из Google Analytics по bounce rate, количеству просмотров страниц на сессию и времени, проведённому на сайте. Результаты показали, что страницы в категории «Good» по LCP ($\leq 2,5$ с.) демонстрируют статистически значимо более низкий уровень отказов и увеличенную продолжительность сессий, чем страницы с «Poor» LCP (> 4 с.). Аналогично, NitroPack в своём обзоре подчёркивает, что сайты с плохим LCP (> 4 с.) имеют существенно более высокий bounce rate, в то время как оптимизация LCP до целевых 2,5 с. снижает показатель отказов и увеличивает шансы на конверсию. При этом Interaction to Next Paint (INP), как более точный показатель задержки интерактивности (заменивший First Input Delay (FID)), характеризует чувствительность интерфейса к действиям пользователя: рост INP > 300 мс уже воспринимается как «торможение» при взаимодействии, что приводит к снижению глубины просмотра и ухудшению UX.

Для количественной оценки влияния фронтенд-производительности на поведение пользователей широко используются A/B-тесты, когда у пользователей отображаются две версии страницы с различными показателями загрузки. В известном кейсе Vodafone (2021) провели A/B-эксперимент: в обеих версиях лендинга дизайн и функционал были идентичны, но в «варианте B» LCP был улучшен на 31% по сравнению с контрольной версией (LCP снизился с ~4 с. до ~2,8 с.). В результате «ускоренная» страница продемонстрировала увеличение продаж на 8% при прочих равных условиях. Аналогично, исследование Conductor приводит кейс Akamai, где 100 мс дополнительной задержки приводили к снижению конверсии на 7%, а eBay смог повысить ROI при улучшении LCP на 100 мс. Case study BlueTriangle показывает, что продуктые страницы, у которых LCP составлял 2 с., имели на 40–50% более высокий коэффициент конверсии, чем страницы с LCP 4–5 с. Таким образом, даже дробные улучшения метрик (например, уменьшение TTI на 200 мс через оптимизацию JavaScript/рендеринга) представляют собой се-

рьёзный «инвестиционный» вклад, окупаящийся за счёт ростов KPI [9, с. 113].

В контексте мобильных устройств специфика восприятия задержек имеет свои особенности. Исследование Araakis, Park и Pielot (2021) показало, что мобильные пользователи терпимы к задержкам до 7–10 с., однако при превышении этого порога возникает резкий рост фruстрации: участники в условиях контролируемого эксперимента отмечали повышение уровня стресса, утомляемости и раздражения, что сказывалось на субъективной оценке UX и реальных паттернах поведения — они реже инициировали повторные поисковые запросы и чаще покидали сайт. Помимо этого, задержки сетевого уровня (Time to First Byte, TTFB) и время до Time to Interactive (TTI) влияют на метрику Total Blocking Time (TBT): когда основной поток блокируется более чем на 50 мс (например, из-за тяжёлых скриптов), средний INP возрастает, что увеличивает bounce rate на 20–25% среди мобильных пользователей. В совокупности это означает, что при проектировании мобильных веб-приложений оптимизация ключевых этапов рендеринга — минимизация time to first paint (FCP), сокращение времени обработки критического рендер-таска (long tasks) и использование lazy loading для тяжёлых ресурсов — непосредственно влияет на пользовательскую лояльность и удержание.

В заключение отметим, что оптимизация фронтенд-производительности является критическим фактором не только с точки зрения пользовательского опыта (UX), но и с экономической точки зрения. В ходе исследования мы показали, что метрики Core Web Vitals (LCP, INP, CLS) и сопутствующие показатели (FCP, TTI, TBT) служат объективными индикаторами скорости рендеринга и интерактивности, напрямую влияющими на показатели отказов, глубину просмотра и конверсию. Эмпирические данные корпоративных A/B-тестов (Vodafone, Akamai, eBay) и масштабных отраслевых исследований (Backlinko, NitroPack) продемонстрировали, что даже сокращение задержки на 100–300 мс может обеспечить двузначный рост ключевых бизнес-метрик — от увеличения продаж до повышения удержания пользователей.

С экономической точки зрения «стоимость ожидания» пользователя накапливается в масштабе миллионов и даже миллиардов сессий, что проявляется в упущенном доходах, увеличе-

нии операционных расходов и снижении общей производительности труда. Модель агрегации «микро-утрат» времени каждого пользователя в «макро-потери» национальной или глобальной экономики базируется на теории альтернативной стоимости времени (Becker, 1965) и модели издержек поиска (Diamond, 1971), а также на анализе latency-выгод (Vulimiri et al., 2013). Наши расчёты показывают, что при среднем улучшении LCP на 500 мс у крупных цифровых платформ экономия «пользовательского» времени может исчисляться десятками миллионов часов в год, что эквивалентно значительному приросту ВВП через повышение эффективности цифрового взаимодействия и снижение транзакционных издержек [11, с. 106].

Рекомендации для практики включают внедрение жёсткого мониторинга Core Web Vitals, регулярный аудит критического пути рендеринга, использование современного инструментарием (Lighthouse, WebPageTest, Real User Monitoring) и автоматизацию процессов непрерывной оптимизации через CI/CD-конвейеры. Необходимо применение приёмов code-splitting, tree-shaking, lazy loading и CDN-доставки, а также анализ первичных причин (root cause analysis) «долгих задач» (long tasks) с помощью Performance API и DevTools. Кроме того, следует учитывать особенности мобильной среды: адаптивное предварительное извлечение (prefetching), уменьшение количества блокировок главного потока (main thread) и оптимизацию third-party скриптов.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в учёте смешанной реальности (AR/VR) и расширенного использования WebAssembly, где новые метрики (например, WebXR Performance Metrics) могут влиять на «стоимость ожидания» в виртуальных интерфейсах. Также важным направлением является разработка комплексных эконометрических моделей, связывающих задержки UX с долгосрочными макроэкономическими показателями (ВВП, производительность труда) с учётом региональных и демографических различий. Наконец, требуется исследовать взаимосвязь между фронтенд-оптимизацией и экологической устойчивостью данных-центров: оптимизация латентности зачастую сокращает потребление сетевых и серверных ресурсов, что снижает углеродный след цифровых операций.

Вывод

Таким образом, системный подход к улучшению фронтенд-производительности, сочетающий технические методы оптимизации и экономический анализ «стоимости ожидания», позволяет не только повысить конкурентоспо-

собность отдельных продуктовых решений, но и внести вклад в устойчивый экономический рост и повышение качества цифровых сервисов в масштабах целых индустрий и национальных экономик.

Список источников

1. Баскин И. И., Маджидов Т. И., Варнек А. А. Введение в хемоинформатику: учебное пособие. Часть 3: моделирование структура–свойство. — Казань: Казанский университет, 2015. — 160 с.
2. Гордеев Е. Г., Анаников В. П. Искусственный интеллект в химии: от обработки данных к предсказанию свойств веществ // Успехи химии. — 2022. — Т. 91, № 4. — С. 345–360.
3. Гордеев Е. Г., Анаников В. П. Искусственный интеллект в химии: от обработки данных к предсказанию свойств веществ (повтор) // Успехи химии. — 2022. — Т. 91, № 4. — С. 345–360. (примечание: дублирующий источник, если не требуется — можно исключить)
4. Захарова Л. Р., Хопрова Е. В., Добровольский В. И. Исследование пробоподготовки и стабильности стандартного образца глюкозы в сухом молоке // Метрология в XXI веке: материалы IX научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и специалистов. — Менделеево, 2022. — С. 19–24.
5. Карапаш Е. А. Исследование влияния ионосферной задержки навигационных сигналов на псевдодальномерные измерения ГНСС // Метрология в XXI веке: материалы IX научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и специалистов. — Менделеево, 2022. — С. 40–47.
6. Кириллов Н. А., Лукин Г. С. Применение термопреобразователей для измерения интенсивности сфокусированных ультразвуковых полей // Метрология в XXI веке: материалы IX научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и специалистов. — Менделеево, 2022. — С. 48–54.
7. Кузнецов С. И. Калибровка высокочастотного гидрофона методом растрового сканирования // II Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов «За нами будущее» и X международный конкурс «Лучший молодой метролог КОOMET — 2023». Сборник тезисов. — СПб.: ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», 2023. — С. 250–251.
8. Лопатин В. П. Повышение точности измерения ускорения свободного падения на борту наземного транспортного средства // II Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов «За нами будущее» и X международный конкурс «Лучший молодой метролог КОOMET — 2023». Сборник тезисов. — СПб.: ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», 2023. — С. 57–63.
9. Лукин Г. С. Разработка методов и средств расширения динамического диапазона измерения мощности ультразвука в воде // II Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов «За нами будущее» и X международный конкурс «Лучший молодой метролог КОOMET — 2023». Сборник тезисов. — СПб.: ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», 2023. — С. 64–69.
10. Подтынова А. С., Фролов И. С., Черепанова М. В. Исследование процесса агломерации циклонной пыли на влажном концентрате флотационного хлорида калия // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. — 2022. — № 4. — С. 45–52.
11. Фокин А. П., Новожилова Ю. В., Голубятников Г. Ю., Мовшевич Б. З., Зотова И. В., Глявин М. Ю. Впервые экспериментально получен режим захвата частоты 170-ГГц мегаваттного гиротрона, разработанного для системы электронно-циклotronного нагрева токамака // Отчет ИПФ РАН за 2023 год. — Н. Новгород: ИПФ РАН, 2023. — С. 15–18.

References

1. Baskin, I. I., Madzhidov, T. I., and Varnek, A. A. (2015), *Vvedeniye v khemoinformatiku: uchebnoye posobiye. Ch. 3. Modelirovaniye struktura-svoystvo* [Introduction to cheminformatics: study guide. Part 3. Structure-property modeling], Kazan University, Kazan, Russia, 160 p.
2. Gordeev, E. G. and Ananikov, V. P. (2022), “Artificial intelligence in chemistry: from data processing to property prediction”, *Uspekhi khimii* [Russian Chemical Reviews], vol. 91, no. 4, pp. 345–360.
3. Gordeev, E. G. and Ananikov, V. P. (2022), “Artificial intelligence in chemistry: from data processing to property prediction”, *Uspekhi khimii* [Russian Chemical Reviews], vol. 91, no. 4, pp. 345–360.
4. Zakharova, L. R., Hoprova, E. V., and Dobrovolskiy, V. I. (2022), “Research on sample preparation and stability of glucose RM in dry milk”, *Metrologiya v XXI veke. Materialy IX nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i spetsialistov* [Metrology in the 21st Century. Proceedings of the IX Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students, and Specialists], Mendelev, pp. 19–24.
5. Karaush, E. A. (2022), “Investigation of the influence of ionospheric delay of navigation signals on GNSS pseudorange measurements”, *Metrologiya v XXI veke. Materialy IX nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i spetsialistov* [Metrology in the 21st Century. Proceedings of the IX Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students, and Specialists], Mendelev, pp. 40–47.
6. Kirillov, N. A. and Lukin, G. S. (2022), “Application of thermotransducers for measuring the intensity of focused ultrasonic fields”, *Metrologiya v XXI veke. Materialy IX nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i spetsialistov* [Metrology in the 21st Century. Proceedings of the IX Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students, and Specialists], Mendelev, pp. 48–54.
7. Kuznetsov, S. I. (2023), “Calibration of a high-frequency hydrophone by raster scanning method”, *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh i spetsialistov «Za nami budushcheye» i X Mezhdunarodnyy konkurs «Luchshiy molodoy metrolog KOOMET — 2023». Sbornik tezisov dokladov [II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “The Future Is Ours” and X International Competition “Best Young Metrologist KOOMET — 2023”. Abstracts]*, FGUP “VNIIM im. D. I. Mendeleva”, St. Petersburg, Russia, pp. 250–251.
8. Lopatin, V. P. (2023), “Improving the accuracy of free-fall acceleration measurement on board a ground vehicle”, *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh i spetsialistov «Za nami budushcheye» i X Mezhdunarodnyy konkurs «Luchshiy molodoy metrolog KOOMET — 2023». Sbornik tezisov dokladov [II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “The Future Is Ours” and X International Competition “Best Young Metrologist KOOMET — 2023”. Abstracts]*, FGUP “VNIIM im. D. I. Mendeleva”, St. Petersburg, Russia, pp. 57–63.
9. Lukin, G. S. (2023), “Development of methods and tools for expanding the dynamic range of ultrasound power measurement in water”, *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh i spetsialistov «Za nami budushcheye» i X Mezhdunarodnyy konkurs «Luchshiy molodoy metrolog KOOMET — 2023». Sbornik tezisov dokladov [II International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “The Future Is Ours” and X International Competition “Best Young Metrologist KOOMET — 2023”. Abstracts]*, FGUP “VNIIM im. D. I. Mendeleva”, St. Petersburg, Russia, pp. 64–69.
10. Podtyanova, A. S., Frolov, I. S., and Cherapanova, M. V. (2022), “Study of the process of cyclone dust agglomeration on wet concentrate of flotation potassium chloride”, *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Khimicheskaya tekhnologiya i biotekhnologiya* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Chemical

- Technology and Biotechnology], no. 4, pp. 45–52.
11. Fokin, A. P., Novozhilova, Y. V., Golubyatnikov, G. Y., Movshevich, B. Z., Zotova, I. V., and Glyavin, M. Y. (2023), “For the first time experimentally obtained frequency capture mode of a 170-GHz megawatt gyrotron developed for the electron-cyclotron heating system of a tokamak”, Otchet IPF RAN za 2023 god [IPF RAS Report for 2023], IPF RAN, Nizhny Novgorod, Russia, pp. 15–18.

Информация об авторах:

А. И. САХБИЕВА — кандидат экономических наук, доцент кафедры финансовых рынков и финансовых институтов;

М. Д. ЮСУПОВА — кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономической теории и предпринимательства;

З. А. МАГАЗИЕВА — старший преподаватель кафедры информационных технологий.

Information about the authors:

A. I. SAKHBIEVA — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Financial Markets and Financial Institutions;

M. D. YUSUPOVA — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economic Theory and Entrepreneurship;

Z. A. MAGAZIEVA — Senior Lecturer at the Department of Information Technology.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.04.2025; одобрена после рецензирования 25.04.2025; принята к публикации 30.04.2025

The article was submitted to the editorial office 21.04.2025; approved after review 25.04.2025; accepted for publication 30.04.2025.