

**Научная статья**

**УДК 330.3**

**DOI:** <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.2.4>

## ЭФФЕКТ ГРИНИУМ НА РЫНКЕ КОРПОРАТИВНЫХ ОБЛИГАЦИЙ В СТРАНАХ ЕВРОСОЮЗА

Светлана Гутман<sup>1</sup>, Майя Егорова<sup>1\*</sup>, Екатерина Новикова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация, sgutman@spbstu.ru, egorova\_mm@spbstu.ru

<sup>2</sup>Департамент устойчивого развития ПАО «СПБ Биржа», Москва, Россия, e.novikova@spbexchange.ru

\*Автор, ответственный за переписку: egorova\_mm@spbstu.ru

### Аннотация

В статье был рассмотрен эффект зеленой премии (гриниум) на рынке корпоративных облигаций стран Европейского Союза. Актуальность работы обусловлена необходимостью эмпирического доказательства существования данной премии в условиях неоднородных методологических подходов к ее оценке и возрастающей роли устойчивого финансирования в контексте перехода к низкоуглеродной экономике. Целью работы является выявление и количественное измерение эффекта для корпоративных облигаций эмитентов Германии, Испании и Нидерландов с учетом национальной макроэкономической специфики и отраслевых особенностей эмитентов. Методология исследования включает формирование выборки пар сопоставимых инструментов, сравнительный анализ доходности и ликвидности, оценку корреляционных зависимостей и построение регрессионных моделей с учетом макроэкономических показателей и рыночных индикаторов. Результаты демонстрируют, что наиболее существенное и статистически значимое снижение доходности выявлено для испанских эмитентов, тогда как для немецких и нидерландских облигаций эффект оказался статистически менее значимым. Регрессионный анализ подтвердил существенное влияние на доходность традиционных макроэкономических факторов, включая уровень инфляции и безрисковую ставку. Также было выявлено статистически значимое отрицательное влияние инфляции и положительное влияние безрисковой ставки на доходность зеленых облигаций Испании, причем чувствительность к инфляции оказалась существенно выше. Качество построенных моделей было высоким, о чем свидетельствуют коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) на уровне 0.82 для классических облигаций Испании и 0.86 для зеленых облигаций Германии и Нидерландов. Полученные результаты подчеркивают важность учета национальных особенностей при разработке инвестиционных стратегий и формировании государственной политики перехода к устойчивому развитию. Практическая значимость заключается в возможности использовать результаты исследования для более глубокого анализа и разработки методологии оценки устойчивых финансовых инструментов.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, зеленые облигации, гриниум, корпоративные ценные бумаги.

**Цитирование:** Гутман, С., Егорова, М., Новикова, Е., 2025. Эффект Гриниум на Рынке Корпоративных Облигаций в Странах Евросоюза. Sustainable Development and Engineering Economics 2, 4. <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.2.4>

Эта работа распространяется под лицензией [CC BY-NC 4.0](#)

© Гутман, С., Егорова, М., Новикова, Е., 2025. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

**Research Article**

DOI: <https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.2.4>

## THE GREENIUM EFFECT IN THE CORPORATE BOND MARKET OF EU COUNTRIES

Svetlana Gutman<sup>1</sup>, Maya Egorova<sup>1\*</sup>, Ekaterina Novikova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation, sgutman@spbstu.ru, egorova\_mm@spbstu.ru

<sup>2</sup>Department of Sustainable Development of PJSC "SPB Exchange", Moscow, Russian Federation, e.novikova@spbexchange.ru

\*Corresponding author: egorova\_mm@spbstu.ru

### **Abstract**

The article examined the effect of the green premium (greenium) on the corporate bond market of the European Union countries. The relevance of the work is due to the need for empirical evidence of the existence of this award in the context of heterogeneous methodological approaches to its assessment and the increasing role of sustainable financing in the context of the transition to a low-carbon economy. The aim of the work is to identify and quantify the effect for corporate bonds issued by Germany, Spain and the Netherlands, taking into account national macroeconomic specifics and industry specifics of issuers. The research methodology includes the formation of a sample of pairs of comparable instruments, a comparative analysis of profitability and liquidity, an assessment of correlation dependencies and the construction of regression models taking into account macroeconomic indicators and market indicators. The results show that the most significant and statistically significant decrease in yields was found for Spanish issuers, while the effect was statistically less significant for German and Dutch bonds. Regression analysis confirmed the significant impact on profitability of traditional macroeconomic factors, including the inflation rate and the risk-free rate. There was also a statistically significant negative impact of inflation and a positive impact of the risk-free rate on the yield of Spanish green bonds, and the sensitivity to inflation turned out to be significantly higher. The quality of the constructed models was high, as evidenced by the coefficients of determination ( $R^2$ ) at the level of 0.82 for classic Spanish bonds and 0.86 for green bonds of Germany and the Netherlands. The results obtained emphasize the importance of taking into account national specificities when developing investment strategies and shaping public policy for the transition to sustainable development. The practical significance lies in the possibility of using the research results for a deeper analysis and development of a methodology for assessing sustainable financial instruments.

**Keywords:** sustainable development, green bonds, greenium, corporate bonds.

**Citation:** Gutman, S., Egorova, M., Novikova, E., 2025. The Greenium Effect in the Corporate Bond Market of EU Countries. Sustainable Development and Engineering Economics 2, 4.  
<https://doi.org/10.48554/SDEE.2025.2.4>

This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](#)

© Gutman, S., Egorova, M., Novikova, E., 2025. Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

## 1. Введение

В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике и реализации Целей устойчивого развития ООН финансовые рынки становятся ключевым механизмом финансирования экологических проектов. Инвесторы все чаще интегрируют ESG-факторы в свои стратегии, что проявляется в растущем спросе на устойчивые финансовые инструменты, например зеленые облигации. Наличие гриниума свидетельствует о готовности инвесторов жертвовать частью доходности ради долгосрочных выгод и внимания к экологической составляющей инвестиционной стратегии.

Исследования показывают, что эффект гриниума усиливается в периоды рыночной нестабильности и кризисов, например во время пандемии COVID-19 (Liberati and Marinelli, 2025). Однако после окончания кризиса эффект может ослабевать или даже исчезать, а в отдельных странах и секторах наблюдается переход от дисконта к премии по доходности зеленых облигаций из-за ужесточения денежно-кредитной политики и снижения корпоративных прибылей (Grishunin et al., 2024). Влияние макроэкономических факторов, таких как цены на нефть, ключевые процентные ставки и волатильность рынка, также существенно: рост цен на энергоносители и ужесточение политики могут снижать привлекательность зеленых инструментов (Nurvita et al., 2024).

Эмпирические доказательства существования гриниума остаются противоречивыми, так как в некоторых исследованиях фиксируют устойчивую премию в размере 1–20 базисных пунктов, другие ученые отмечают ее нестабильность и зависимость от макроэкономической конъюнктуры и методологических подходов к оценке. Ряд исследований (MacAskill et al., 2021; Lau et al., 2022; Zhao et. al., 2024) подтверждает его наличие, связывая его с растущим количеством ESG-ориентированных инвесторов и репутационными рисками. В то же время другие работы указывают на значительную изменчивость и нестабильность гриниума, его зависимость от макроэкономической конъюнктуры, рыночной волатильности, отраслевой специфики и риска гринвашинга (Alessi et. al., 2023; Hu et. al., 2024). Методологические особенности выявления гриниума характеризуются существенной неоднородностью подходов и отсутствием унифицированной методики исследования.

Несмотря на активное изучение гриниума на глобальном и европейском уровнях, остается недостаточно исследованным вопрос о его дифференциации в разрезе отдельных стран Европейского Союза (ЕС) с учетом их национальной макроэкономической специфики и отраслевой структуры эмитентов.

Целью данного исследования является выявление и количественная оценка эффекта гриниума на примере корпоративных облигаций эмитентов из Германии, Испании и Нидерландов, а также анализ факторов, влияющих на его величину. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: 1) сформировать выборку пар сопоставимых зеленых и классических облигаций; 2) провести сравнительный анализ их доходности и ликвидности; 3) построить регрессионные модели для оценки влияния макроэкономических и рыночных факторов на доходность; 4) определить статистическую значимость выявленных эффектов и проанализировать различия.

## 2. Обзор литературы

Одним из способов следования целям устойчивого развития является выпуск зеленых облигаций. Финансовый сектор играет ключевую роль в реализации этой концепции, в то

время как рынок зеленых финансовых инструментов становится одним из главных инструментов привлечения инвестиций в экологические проекты. Глобальные вызовы, с которыми сталкивается весь мир, оказали значительное влияние на предприятия и их деятельность по всему миру. Можно предположить, что степень вовлеченности компаний в экологическую практику тесно связана с ее стоимостью. В результате «зеленые компании» начинают рассматриваться в том числе как более привлекательные для инвесторов, которые ценят долгосрочную устойчивость и охрану окружающей среды (Mrkajic et al., 2019; Zhou and Cui, 2019). Исследователи также сходятся во мнении о том, что зеленые облигации становятся более распространенными в финансовой среде; в большей степени это проявляется в отраслях, где характер деятельности связан с окружающей средой (Flammer, 2021).

Гриниум (greenium) характеризует премию или скидку за «зеленый характер» облигаций, готовность инвестора инвестировать в актив с более низкой доходностью при получении долгосрочных выгод. Предполагается, что зеленые облигации торгуются по зеленой цене, то есть существует спред между ними и классическими облигациями (MacAskill et al., 2021). Наличие «зеленой премии» свидетельствует о растущей роли устойчивого развития в инвестиционной практике. Инвесторы формируют спрос на новые финансовые инструменты, связанные с устойчивым развитием, что означает переход к идеи гармоничного взаимодействия экологически ответственных инвестиций, этических принципов и долгосрочной прибыли бизнеса.

Вопрос наличия премии или скидки за «зеленость» облигации широко обсуждаются в научном сообществе. Наличие граниума может свидетельствовать о высоком спросе инвесторов на экологические проекты (MacAskill et al., 2021), когда эмитент стремится получить экономическую выгоду в виде более низкой стоимости заимствования (Luke and Zota, 2021).

Исследователи приходят к различным результатам, доказывая (Pietsch and Salakhova, 2022; Wang et al., 2020; Löffler et al., 2021) или опровергая присутствие граниума, так как видят его итогом механического несоответствия спроса и предложения, краткосрочным явлением (Meyer and Henide, 2023). В данной статье наличие граниума подтверждается более значительным различием между ценами на актив при более низкой доходности к погашению. Также были рассмотрены факторы, влияющие на доходность классических и зеленых выбранных облигаций. Так, наибольшее влияние на доходность обоих типов облигаций оказывают макроэкономические факторы: уровень инфляции в стране и волатильность фондового рынка, что согласуется с результатами, полученными в (Pietsch and Salakhova, 2022), где анализируется, существует ли связь между макроэкономическими переменными и рынком зеленых облигаций и доказывается, что облигации чувствительны к макроэкономическим факторам, в том числе к волатильности финансового рынка.

### **3. Материалы и методы**

Методологическая основа данного исследования базируется на общепринятых в международной практике подходах, которые описаны в исследованиях по тематике эффекта граниума. В соответствии с методологией исследование проводилось в три последовательных этапа.

На первом этапе применяется метод парного сопоставления, при котором для каждой зеленой облигации подбирается классический аналог с идентичными характеристиками

эмитента, валюты, срока и объема выпуска, что позволяет минимизировать влияние несопоставимых факторов (Pirgaip and Arslan-Ayaydin, 2024).

На втором этапе анализируются спреды доходности (yield to maturity, yield to call/put) и динамика Bid-ask спредов для оценки различий в доходности и ликвидности между зелеными и обычными облигациями (Huang et. al., 2023).

На третьем этапе было проведено эконометрическое моделирование с построением регрессионных моделей для определения факторов, влияющих на величину граничного (Liberati and Marinelli, 2025). В качестве факторов использовались макроэкономические показатели (уровень инфляции, безрисковая ставка), рыночные индикаторы (волатильность фондовых индексов) и характеристики самих облигаций (срок до погашения, показатели ликвидности).

Для анализа были отобраны корпоративные облигации эмитентов из Германии, Испании и Нидерландов, которые представляют различные секторы экономики: телекоммуникации, банковский сектор, автомобилестроение.

Анализ рынков зеленых облигаций Германии, Испании и Нидерландов обоснован их разным уровнем зрелости и моделями развития устойчивого финансирования в ЕС. Германия выделяется как один из крупнейших и наиболее развитых рынков зеленых облигаций с масштабным выпуском государственных бумаг и развитой нормативной базой, что формирует глобальный бенчмарк и привлекает широкий круг инвесторов (Mudretsov and Prudnikova, 2024). Динамичный рост зеленого сегмента в Испании во многом обусловлен государственными инициативами, такими как налоговые стимулы и программы поддержки в рамках Европейского зеленого курса и национальных планов восстановления. Введение налоговых льгот для экологических инвестиций способствовало увеличению внедрения энергоэффективных технологий, особенно среди малых предприятий, хотя эффект оказался неоднородным: инвестиции в более чистые технологии выросли, но в некоторых случаях наблюдалось сокращение числа «зеленых» рабочих мест и их зарплат (Tchorzewska, 2024). Нидерланды характеризуются высоким уровнем экологической сознательности инвесторов и стремлением к строгому соответствию стандартам ЕС, что способствует инновациям в регулировании и развитию новых инструментов устойчивого финансирования (Ermakova and Frolova, 2021).

Все выбранные инструменты входят в топ-15 рейтинга эмитентов зеленых облигаций по версии агентства CBonds за 2024 г. Источником данных стали платформа CBonds, макроэкономические показатели получены из базы данных национальных статистических служб. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Python. В табл. 1 представлены характеристики финансовых инструментов, выбранных для дальнейшего анализа.

**Таблица 1. Характеристики корпоративных облигаций, включенных в анализ**

Страна	Испания	
Эмитент и отрасль	Telefonica SA, Связь и телекоммуникация	
Валюта	EUR	
Код	XS2753310825	XS1120892507

Общая информация	Гарантированные, Green bonds, Senior Unsecured, Callable	Senior Unsecured
Дата размещения	17.01.2024	07.10.2014
Дата погашения	24.01.2032	17.10.2029
Купон	3.698%	2,93%
Дюрация	6.72	3.495% MATURITY / 4.96
<b>Страна</b>		<b>Нидерланды</b>
Эмитент и отрасль	ING Groep, Банки	
Валюта	EUR	
Код	XS2764264789	XS2624977554
Общая информация	Переменная ставка, Green bonds, Senior Unsecured, Callable	Переменная ставка, Senior Unsecured, Callable
Дата размещения	06.02.2024	15.05.2023
Дата погашения	12.02.2035	23.05.2034
Купон	4.00%	4.75%
Дюрация	8.151	7.563
<b>Страна</b>		<b>Германия</b>
Эмитент и отрасль	ZF Friedrichshafen, Производство автотранспорта	
Валюта	EUR	
Код	XS2681541327	XS2010039894
Общая информация	Гарантированные, Green bonds, Senior Unsecured, Callable	Гарантированные, Senior Unsecured, Callable
Дата размещения	06.09.2023	14.10.2019
Дата погашения	13.03.2029	23.10.2029
Купон	6.13%	3.00%
Дюрация	4.25	4.95

Выбор независимых переменных для эконометрической модели обусловлен необходимостью учета ключевых факторов ценообразования долговых инструментов, выявленных в эмпирических исследованиях о наличии или отсутствии граниума (Grishunin et al., 2023). Bid-ask спред включен в качестве показателя ликвидности, так как результаты исследования свидетельствуют о более низких спредах зеленых облигаций по сравнению с обычновенными аналогами, что может объяснять формирование отрицательной премии (Ivashkovskaya and Mikhaylova, 2020). Переменная, характеризующая количество лет до погашения, учитывает временную структуру процентных ставок и риск, что коррелирует с показателями ликвидности (Tomczak, 2024).

В качестве макроэкономических рисков использованы инфляция и доходность 10-летних гособлигаций, отражающие инфляционный риск и безрисковую ставку как базовый элемент ценообразования (Tomczak, 2024; Grishunin et al., 2023). Индексы волатильности DAX, AEX и IBEX включены для измерения систематического риска, поскольку волатильность фондового рынка служит индикатором общей рыночной нестабильности (Grishunin et al., 2023).

Таким образом, в качестве результирующих показателей были выбраны Доходность к погашению (Германия, Испания) и Доходность к оферте call/put (Нидерланды), данные содержат ежедневные значения классических и зеленых облигаций. Для построения регрессионной модели, объясняющей доходность зеленых и классических облигаций были выбраны следующие факторы: Bid-ask спред, количество лет до погашения, инфляция в стране-эмитенте, доходность 10-летних государственных облигаций, волатильность рынка или основного фондового индекса страны. Описание факторов представлено в табл. 2.

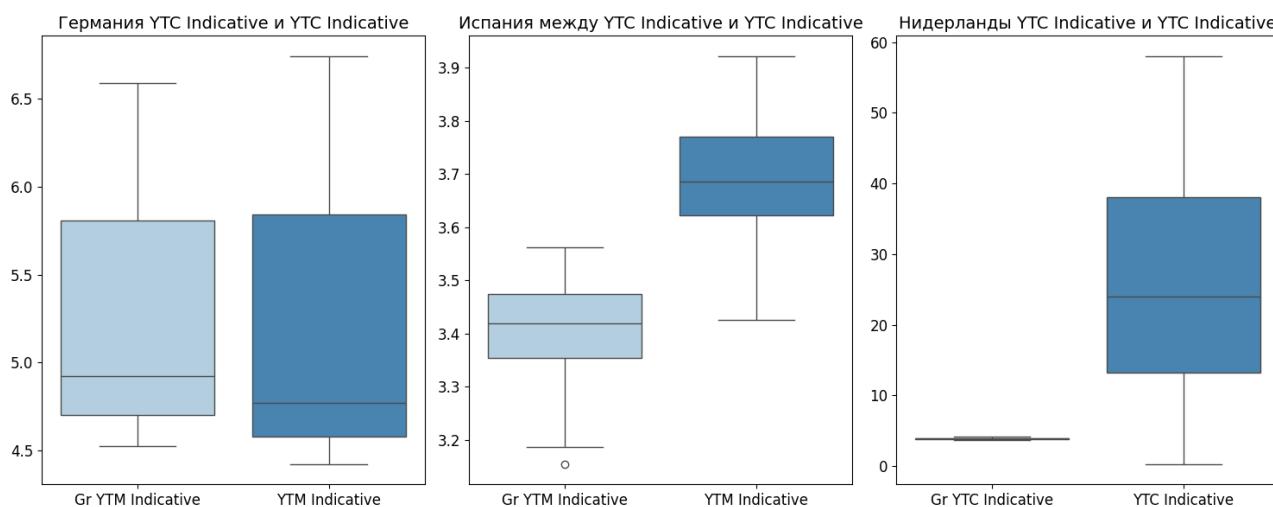
**Таблица 2. Факторы регрессионной модели**

Фактор	Обозначение	Описание	Единица измерения
<i>Зависимые переменные</i>			
YTM	YTM_i	Доходность к погашению $i$ -й классической облигации	Проценты
Green YTM	GRYTM_i	Доходность к погашению $i$ -й зеленой облигации	Проценты
<i>Независимые переменные</i>			
Bid-ask спред	BAS	Разница между ценой спроса и ценой предложения	Базисные пункты
Лет до погашения	YEARS	Срок, оставшийся до погашения по выпуску	Количество лет
Инфляция	I	Уровень инфляции потребительских цен	Проценты
Доходность 10-летних государственных облигаций	BY	Показатель безрисковой ставки на финансовом рынке	Проценты
Индекс волатильности DAX	DAX	Среднее изменение цен индекса фондового рынка Германии	Стандартное отклонение доходностей
Индекс волатильности AEX	AEX	Среднее изменение цен индекса фондового рынка Нидерландов	Стандартное отклонение доходностей
Индекс волатильности IBEX	IBEX	Среднее изменение цен индекса фондового рынка Испании	Стандартное отклонение доходностей

#### 4. Результаты

Первоначальное сравнение зеленых и классических облигаций показало существенные различия в их характеристиках, что послужило основой для дальнейшего углубленного анализа.

На рис. 1 представлены результаты сравнительного анализа распределения доходности двух типов облигаций с использованием диаграмм размаха (box plot). Визуальный анализ позволяет констатировать, что доходность к погашению (annually compounded yield to maturity) и доходность к оферте call/put зеленых облигаций ниже, чем у их классических аналогов. Однако следует отметить более высокую дисперсию экстремальных значений доходности зеленых облигаций, что может свидетельствовать о большей неопределенности в их оценке и потенциальной возможности получения как более высокой, так и более низкой отдачи по сравнению с традиционными инструментами.



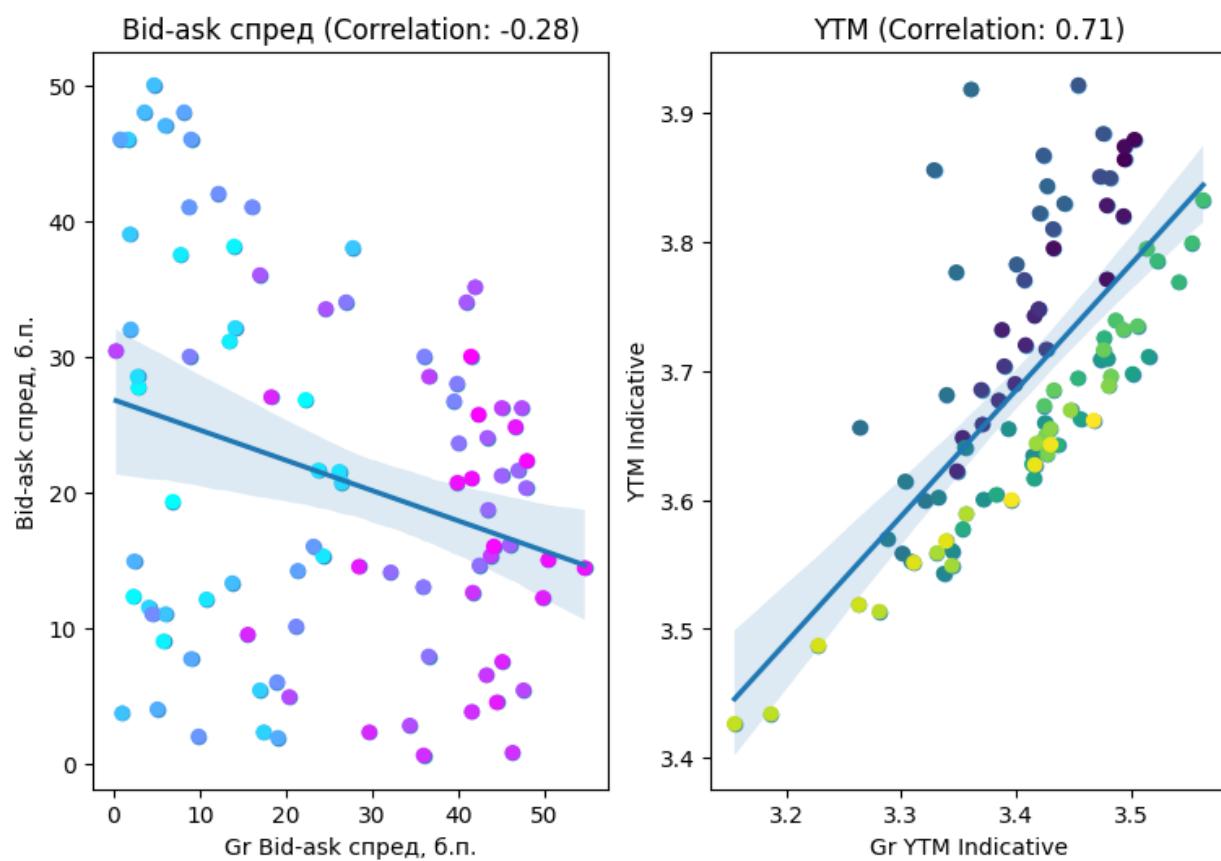
**Рисунок 1.** Предварительное сравнение доходности зеленых и обычных облигаций

Анализ показателей ликвидности выявил существенные различия в характеристиках Bid-ask спреда. Распределение спреда зеленых облигаций демонстрирует более широкий разброс значений при сопоставимых медианных показателях для немецких и испанских эмитентов. Важно, что средние значения Bid-ask спреда у облигаций Германии и Испании находятся примерно на одном уровне, несмотря на более широкий спред у зеленых облигаций. Это может указывать на то, что факторы, влияющие на неопределенность цены, отличаются в зависимости от страны эмиссии и типа облигаций.

#### 4.1. Анализ наличия граниума в облигациях эмитентов Испании

На первом этапе детального анализа была исследована корреляционная зависимость между доходностью зеленых и классических облигаций, выпущенных в Испании. Результаты анализа показали высокую степень схожести изменений доходности этих двух типов ценных бумаг (рис. 2). Таким образом, доходность зеленых облигаций движется в том же направлении, что и доходность классических облигаций, хотя и на более низком уровне.

Такая тесная корреляция, наблюдаемая на фоне более низкой доходности зеленых облигаций, позволяет предположить наличие граниума. Так как предварительный анализ показал, что доходность зеленых облигаций ниже, чем доходность классических облигаций, тесная степень корреляции указывает на наличие фактора, влияющего на движение доходности зеленых облигаций в том же направлении, что и доходность классических облигаций.



**Рисунок 2.** Корреляционный анализ облигаций

Регрессионный анализ показал, что наибольшее влияние на облигацию XS2753310825 оказывает инфляция в стране, положительное влияние оказывает только фактор доходности 10-летних государственных облигаций.

Для оценки качества модели были рассчитаны среднеквадратичная ошибка, средняя абсолютная ошибка, коэффициент детерминации и  $F$ -статистика. Для оценки статистической значимости факторов проведен анализ  $P$ -value,  $t$ -value.  $F$ -расчетное (466.26) больше  $F$ -критического (2.31), следовательно, модель значима. Обобщенные результаты представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Анализ коэффициентов регрессии

0		coef.	std err	$t$	$P >  t $	[0.025	0.975]
1	BAS	-0.003	0.048	2.378	0.020	0.019	0.208
2	YEARS	-2.088	0.038	0.670	0.505	-0.050	0.102
3	I	-33.414	0.044	-3.879	0.000	-0.256	-0.082
4	BY	1.964	0.059	16.429	0.000	0.854	1.089
5	IBEX	-0.253	0.047	4.010	0.000	0.094	0.280

Таким образом, статистически значимыми являются все показатели, исключая срок до погашения облигации. Для сравнения степени влияния выбранных факторов на зеленые облигации была построена регрессионная модель для доходности зеленой облигации.

Регрессионный анализ показал, что наибольшее влияние на зеленую облигацию, также как и на обыкновенную, оказывает инфляция в стране. Положительное влияние оказывает фактор доходности 10-летних государственных облигаций, однако в случае доходности зеленых облигаций степень влияния выше. Оценка качества модели и коэффициентов регрессии проводится по тем же критериям, что и для классической регрессии облигаций, включая анализ стандартных ошибок, коэффициента детерминации и других статистических показателей. Тест  $F$ -статистики показал, что данная модель значима ( $F$ -расчетное  $> F$ -критического, 259.48  $> 2.31$ ). Обобщенные результаты представлены в табл. 4.

**Таблица 4.** Анализ коэффициентов регрессии для зеленой облигации

0		coef.	std err	t	P >  t	[0.025	0.975]
1	BAS	0.004	0.074	4.198	0.000	0.163	0.456
2	YEARS	-1.159	0.083	-0.432	0.667	-0.200	0.128
3	I	-36.059	0.053	-4.329	0.000	-0.336	-0.125
4	BY	2.079	0.074	12.196	0.000	0.760	1.057
5	IBEX	-0.200	0.049	1.609	0.111	-0.019	0.178

Таким образом, статистически значимыми являются все показатели, за исключением срока до погашения облигации. Такой же результат был получен при анализе коэффициентов регрессии для обыкновенной облигации.

#### 4.2. Анализ наличия граниума в облигациях эмитентов Нидерландов

На данном этапе исследования был осуществлен комплексный анализ корреляционных взаимосвязей между доходностью зеленых и традиционных облигаций, выпущенных нидерландским эмитентом. Результаты эмпирического исследования демонстрируют низкую корреляцию между показателями доходности анализируемых финансовых инструментов (рис. 4).

Выявленные закономерности позволяют констатировать меньшую величину граниума в облигационном портфеле ING Groep (Нидерланды) в сравнении с аналогичными показателями облигаций Telefonica SA (Испания). Данный факт свидетельствует о специфических особенностях формирования ценовых характеристик зеленых облигаций в зависимости от страновой принадлежности эмитента.

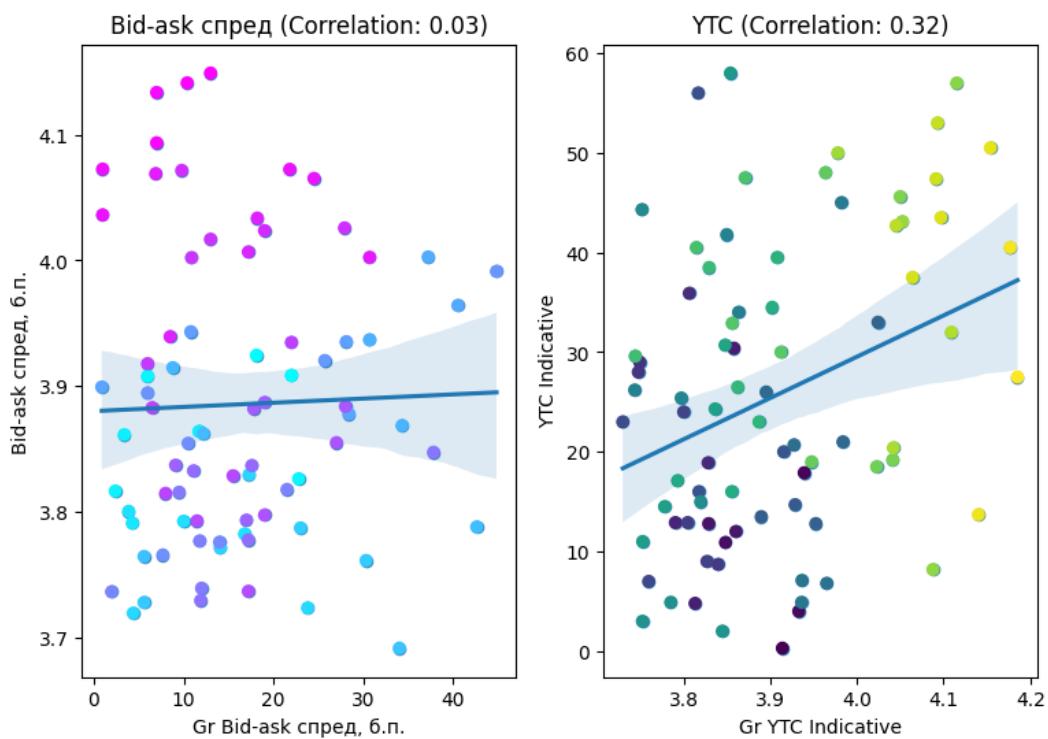


Рисунок 3. Корреляционный анализ облигаций

Наибольшее положительное влияние оказывает уровень инфляции, наибольший отрицательный эффект – ставка 10-летних государственных облигаций. Для данной модели также были рассчитаны метрики качества, включающие среднеквадратичную ошибку, среднюю абсолютную ошибку, коэффициент детерминации. Так как,  $F$ -расчетное (127.71) больше  $F$ -критического (2.49), можно сделать вывод о статистической значимости модели. Обобщенные результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Анализ коэффициентов регрессии

		coef.	std err	t	P >  t	[0.025	0.975]
0							
1	BAS	0.216	0.173	-1.746	0.085	-0.646	0.043
2	YEARS	1.188	0.121	7.443	0.000	0.661	1.144
3	I	2.861	0.081	-0.148	0.882	-0.173	0.149
4	BY	0.314	0.094	5.604	0.000	0.341	0.717
5	AEX	0.001	0.000	-2.906	0.005	-0.000	-0.000

Можно сделать вывод о том, что количество лет до погашения, доходность 10-летних облигаций и волатильность основного биржевого индекса являются статистически значимыми факторами. Однако спред и инфляция незначительно влияют на результаты моделирования и не могут являться статистически значимыми.

Для сравнения степени влияния выбранных факторов на зеленые облигации была построена регрессионная модель для доходности зеленой облигации. В отличие от классических облигаций, на доходность зеленых облигаций Bid-ask спред и доходность государственных облигаций оказывают противоположное влияние.  $F$ -статистика показала, что  $F$ -расчетное

больше  $F$ -критического ( $221.15 > 2.49$ ), следовательно, модель значима. Обобщенные результаты представлены в табл. 6.

**Таблица 6.** Анализ коэффициентов регрессии для зеленой облигации

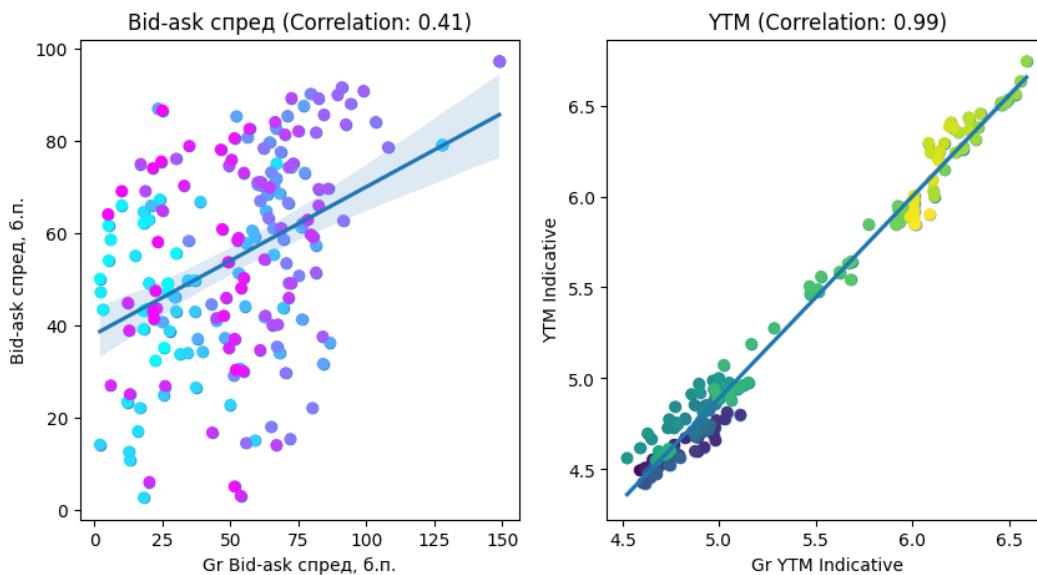
0	coef.	std err	t	P >  t	[0.025	0.975]
1 BAS	-0.001	0.075	-2.165	0.034	-0.313	-0.013
2 YEARS	2.606	0.066	8.654	0.000	0.442	0.707
3 I	6.479	0.056	2.595	0.011	0.034	0.256
4 BY	2.560	0.065	7.438	0.000	0.353	0.612
5 AEX	-0.004	0.000	6.769	0.000	0.000	0.000

Все факторы, представленные в таблице, являются статистически значимыми, так как  $P$ -value каждого из них не превышает установленного ограничения в 0.05. Следовательно, все перечисленные факторы оказывают значительное влияние и могут быть учтены в дальнейших анализах.

#### 4.3. Анализ наличия граниума в облигациях эмитентов Германии

Также была изучена корреляционная зависимость доходности между зелеными и классическими облигациями, выпущенными в Германии. Результаты анализа показали высокую степень схожести изменений доходности этих двух типов ценных бумаг. Доходность зеленых облигаций движется в том же направлении, что и доходность классических облигаций, при этом оставаясь на более низком уровне.

Высокая корреляция между доходностью зеленых и классических облигаций, наблюдаемая на фоне более низкой доходности зеленых облигаций, может свидетельствовать о наличии граниума. Однако исходный спред между доходностью зеленых и классических облигаций был незначительным, что не позволяет однозначно утверждать о наличии граниума по доходности.



**Рисунок 4.** Корреляционный анализ облигаций

Наибольшее положительное влияние оказывает срок до погашения, наибольшее отрицательное – инфляция. Незначительное положительное влияние оказывают также факторы волатильности DAX и Bid-ask спреда. Сравнение  $F$ -расчетного с  $F$ -критическим свидетельствует о статистической значимости модели ( $1009.14 > 2.26$ ). Обобщенные результаты представлены в табл. 7.

**Таблица 7.** Анализ коэффициентов регрессии

0	coef	std err	t	P >  t	[0.025	0.975]
1 BAS	0.000	0.027	-7.892	0.000	-0.262	-0.157
2 YEARS	1.023	0.098	4.870	0.000	0.283	0.668
3 I	-0.325	0.086	3.469	0.001	0.128	0.467
4 BY	0.417	0.042	7.762	0.000	0.242	0.406
5 DAX	0.024	0.044	2.274	0.024	0.013	0.188

Все выбранные факторы являются статистически значимыми и могут быть использованы для анализа. Для сравнения степени влияния выбранных факторов на зеленые облигации была построена регрессионная модель для доходности зеленой облигации.

Можно сделать вывод о том, что выбранные факторы оказывают влияние примерно в той же степени, что и в случае классических облигаций. Метрика качества моделей представлена на графике. F-статистика показала, что модель является статистически значимой, так как значение  $F$ -расчетного превышает  $F$ -критическое,  $1166.58 > 2.26$ . Обобщенные результаты представлены в табл. 8.

**Таблица 8.** Анализ коэффициентов регрессии зеленых облигаций

0	coef.	std err	t	P >  t	[0.025	0.975]
1 BAS	-0.000	0.034	-8.237	0.000	-0.347	-0.213
2 YEARS	0.997	0.100	8.346	0.000	0.635	1.027
3 I	-3.440	0.087	-1.800	0.074	-0.326	0.015
4 BY	0.434	0.041	7.270	0.000	0.220	0.383
5 DAX	0.260	0.044	4.772	0.000	0.124	0.299

В отличие от классических облигаций, волатильность DAX является статистически значимым показателем, инфляция – статистически не значима. Таким образом, наибольший гриниум можно определить в облигациях компании Telefonica SA (Испания).

Факторы, выбранные для построения модели, в разной степени описывают доходность облигаций. Доходность зеленых облигаций Германии и Нидерландов в равной степени характеризуют данный показатель (86%). В испанской зеленой облигации процент описанной дисперсии значительно ниже, однако находится в допустимых границах. В регрессионных

моделях Bid-ask спред оказывает противоположное влияние на классические и зеленые облигации.

Для оценки качества моделей были рассчитаны среднеквадратичная ошибка (MSE), средняя абсолютная ошибка (MAE), коэффициент детерминации ( $R^2$ ) и F-статистика. Также проводился анализ P-value и t-value для оценки статистической значимости факторов. Все модели оказались статистически значимыми ( $F$ -расчетное  $>$   $F$ -критическое).

Результаты оценки точности моделей показывают разную степень достоверности при прогнозировании цен на облигации в разных странах. Уравнение регрессии для классической облигации в Испании имеет самый высокий коэффициент детерминации ( $R^2 = 0.82$ ), что указывает на его наилучшую способность объяснять изменения цен на облигации. Модель для нидерландской классической облигации имеет наибольшую стандартную ошибку (MSE = 0.044), что свидетельствует о меньшей точности ее прогнозов по сравнению с другими моделями. Сравнение моделей для «зеленых» облигаций с классическими облигациями показывает, что «зеленые» облигации, как правило, имеют более высокие значения описанной дисперсии, что может указывать на большую стабильность цен.

## 5. Обсуждение

Проведенное исследование позволило выявить ряд важных закономерностей, касающихся детерминант доходности зеленых облигаций на европейском рынке. Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии макроэкономических факторов на доходность как зеленых, так и классических облигаций, что согласуется с выводами более ранних исследований (Broadstock and Cheng, 2019). В частности, подтверждена значимая роль инфляции и безрисковой ставки в форме доходности 10-летних государственных облигаций.

Регрессионный анализ позволил выявить ключевые факторы, влияющие на доходность зеленых облигаций, и межстрановые особенности в проявлении граниума. В частности, для облигаций, выпущенных компанией в Испании, было установлено, что инфляция оказывает наиболее существенное влияние. Кроме того, доходность 10-летних государственных облигаций также оказывает положительное влияние на доходность как классической, так и зеленой облигации. Наибольшая величина премии наблюдается на испанском рынке, что может быть связано с особенностями национального регулирования и структурой инвесторов. Так, исследователи, проводящие анализ на примере зеленых корпоративных облигаций ЕС, связывают высокий граниум с активной поддержкой устойчивого финансирования на государственном уровне, а также с высокой долей институциональных инвесторов, которые поддерживают ESG-трансформацию бизнес-процессов (Grishunin et al., 2023). Жесткие стандарты ЕС и национальные инициативы, обязательная сертификация также являются ключевыми факторами роста спроса на данный тип финансовых инструментов (Zhou et al., 2024).

Для немецких и нидерландских эмитентов характерен менее выраженный эффект, что согласуется с результатами исследований, отмечающих зависимость величины граниума от уровня развития рынка устойчивого финансирования (Flammer, 2021). Результаты исследований для немецкого и нидерландского рынков часто не позволяют выявить статистически значимых доказательств устойчивого эффекта граниума, так как наблюдаемый спред в доходности между зелеными и обычными облигациями был минимальным и не позволял сделать однозначный вывод о наличии премии за «зеленость» (Grishunin and Bukreeva, 2022).

Важным результатом является подтверждение гипотезы о чувствительности зеленых облигаций к макроэкономическим факторам. Как и в (Pietsch and Salakhova, 2022), данное исследование демонстрирует, что зеленые инструменты сохраняют зависимость от традиционных рыночных индикаторов, несмотря на наличие специфической премии.

Исследование имеет несколько ограничений. Во-первых, методология оценки граниума через сравнение доходности и корреляционный анализ может не полностью учитывать все факторы риска. Во-вторых, ограниченный объем выборки и короткий временной горизонт наблюдений не позволяют сделать выводы о долгосрочной устойчивости выявленных эффектов.

Перспективы дальнейших исследований видятся в расширении выборки за счет включения эмитентов из других стран ЕС, в применении более сложных эконометрических моделей, а также в анализе влияния качества верификации зеленого статуса облигаций на величину премии.

## 6. Заключение

Выпуск зеленых облигаций становится распространенным способом следования зеленой повестке компаний разных стран. Бизнес становится одним из ключевых игроков в секторе устойчивого развития на фондовом рынке, особенно как эмитент зеленых облигаций, что способствует привлечению инвестиций для реализации экологических проектов, а также позволяет показать приверженность компании к устойчивым практикам.

Доходность зеленых инструментов зависит от институциональной среды страны, трендов на фондовом рынке, предпочтений инвесторов и макроэкономических факторов. Наличие эффекта граниум означает интерес инвесторов к тематике устойчивого развития, что в долгосрочной перспективе увеличивает стоимость компании.

При планировании стратегии необходимо учитывать влияние факторов не только на доходность классических облигаций, но и на зеленую составляющую фондового рынка, так как наблюдается повышение спроса инвесторов на облигации с аналогичными характеристиками даже при условии более низкой доходности в пользу устойчивой параллели.

Наличие граниума в разной степени подтверждается как на первичном, так и на вторичном рынках. Основной причиной такого явления считается стремление к более низкой стоимости заимствования и увеличения капитализации компании в долгосрочной перспективе.

Гриниум является важным фактором, который стимулирует развитие рынка зеленых финансовых инструментов и способствует привлечению инвестиций в экологические проекты. Несмотря на методологические ограничения, исследования подтверждают наличие «зеленой премии», демонстрируя высокую востребованность экологически ответственных инвестиций. Дальнейшие исследования, направленные на более глубокое понимание «зеленой премии» и ее взаимосвязи с макроэкономическими факторами, играют значимую роль для развития устойчивого финансирования и достижения целей устойчивого развития.

## 7. Благодарности

Статья опубликована в рамках субсидии из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ.

## Список литературы

- Alessi, L., Ossola, E., Panzica, R., 2023. When do investors go green? Evidence from a time-varying asset-pricing model. International Review of Financial Analysis 90, 102898. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102898>
- Broadstock, D.C., Cheng, L.T.W., 2019. Time-varying relation between black and green bond price benchmarks: Macroeconomic determinants for the first decade. Finance Research Letters 29, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.006>
- Ermakova, E.P., Frolova, E.E., 2021. Combating Climate Change by Finance – The Experience of the Netherlands, in: Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap (ISC 2019). Springer, Champ, pp. 1794–1806. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69415-9\\_198](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69415-9_198)
- Flammer, C., 2021. Corporate Green Bonds. Journal of Financial Economics 142 (2), 499–516. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.01.010>
- Grishunin, S., Bukreeva, A., 2022. In Search of Greenium. Analysis of Yields in the European Green Bond Markets. Procedia Computer Science 214, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.161>
- Grishunin, S., Bukreeva, A., Suloeva, S., Burova, E., 2023. Analysis of Yields and Their Determinants in the European Corporate Green Bond Market. Risks 11 (1), 14. <https://doi.org/10.3390/risks11010014>
- Grishunin, S., Burova, E., Suloeva, S., Pishchalkin, D., Isroilov, B., Doliev, S., 2024. Greenium and Its Determinants at Various Phases of Life Cycle of European Green Bond Market. E3S Web of Conferences 574, 03005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457403005>
- Hu, X., Zhu, B., Lin, R., Li, X., Zeng, L., Zhou, S., 2024. How does greenness translate into greenium? Evidence from China's green bonds. Energy Economics 133, 107511. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107511>
- Huang, C., Dekker, D., Christopoulos, D., 2023. Rethinking greenium: a quadratic function of yield spread. Finance Research Letters 54, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103710>
- Ivashkovskaya, I., Mikhaylova, A., 2020. Do Investors Pay Yield Premiums on Green Bonds? Journal of Corporate Finance Research 14 (2), 7–21. <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.14.2.2020.7-21>
- Lau, P., Sze, A., Wan, W., Wong, A., 2020. The Economics of the Greenium: How Much is the World Willing to Pay to Save the Earth? Environmental and Resource Economics 81, 379–408. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00630-5>
- Liberati, D., Marinelli, G., 2025. Was Covid-19 a wake-up call on climate risks? Evidence from the greenium. Empirical Economics 68, 2549–2585. <https://doi.org/10.1007/s00181-025-02711-6>
- Löffler, K.U., Petreski, A., Stephan, A., 2021. Drivers of green bond issuance and new evidence on the “greenium”. Eurasian Economic Review 11 (1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s40822-020-00165-y>
- Luke, B.D., Zota, C., 2021. From Grass to Mass: An Index-Based Approach to Measuring Greenium in Green Bonds. S&P Dow Jones Indices—Research.
- MacAskill, S., Roca, E., Liu, B., Stewart, R.A., Sahin, O., 2021. Is there a green premium in the green bond market? Systematic literature review revealing premium determinants. Journal of Cleaner Production 280 (2), 124491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124491>
- Meyer, S., Henide, K., 2023. Searching for ‘Greenium’: Evidence of a green pricing premium in the secondary Euro-denominated investment grade corporate bond market? IHS Markit.
- Mrkajic, B., Murtinu, S., Scalera, V.G., 2019. Is green the new gold? Venture capital and green entrepreneurship. Small Business Economics 52 (4), 929–950. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9943-x>
- Mudretsov, A., Prudnikova, A., 2022. Green finance development: global trends and prospects. Market economy problems. <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-4-102-111>
- Nurvita, T., Achsani, N. A., Anggraeni, L., Malahayati, M., Novianti, T., 2024. Exploring Greenium and the Determinants of Green Bond Performance in Asia. Journal of Environmental Assessment Policy and Management 26 (04), 2450015. <https://doi.org/10.1142/S1464333224500157>
- Pietsch, A., Salakhova, D., 2022. Pricing of green bonds: drivers and dynamics of the greenium. ECB Working Paper Series 2728
- Pirgaip, B., Arslan-Ayaydin, O., 2024. Exploring the greenium in the green Sukuk universe: evidence from the primary market. International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management 17 (3), 423–440. <https://doi.org/10.1108/imefm-05-2023-0186>
- Tchorzewska, K.B., 2024. A Lost Opportunity? Environmental Investment Tax Incentive and Energy Efficient Technologies. Environmental and Resource Economics 87, 3301–3333. <https://doi.org/10.1007/s10640-024-00916-4>
- Tomeczak, K., 2024. Sovereign Green Bond Market: Drivers of Yields and Liquidity. International Journal of Financial Studies 12 (2), 48. <https://doi.org/10.3390/ijfs12020048>
- Wang, J., Chen, X., Li, X., Yu, J., Zhong, R., 2020. The market reaction to green bond issuance: Evidence from China. Pacific-Basin Finance Journal 60, 101294. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2020.101294>
- Zhao, D., Wang, Y., Fang, Y., 2024. Greenium and public climate concerns: Evidence from China. Finance Research Letters 69 (A), 106091. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106091>
- Zhou, P., Jin, S., Mazouz, K., Ding, W., 2024. Choices and Effects of Different Green Labels in the EU Bond Market. Journal of Business Ethics 200, 207–229. <https://doi.org/10.1007/s10551-024-05847-0>
- Zhou, X., Cui, Y., 2019. Green Bonds, Corporate Performance, and Corporate Social Responsibility. Sustainability 11 (23), 6881. <https://doi.org/10.3390/su11236881>

## References

- Alessi, L., Ossola, E., Panzica, R., 2023. When do investors go green? Evidence from a time-varying asset-pricing model. International Review of Financial Analysis 90, 102898. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102898>
- Broadstock, D.C., Cheng, L.T.W., 2019. Time-varying relation between black and green bond price benchmarks: Macroeconomic determinants for the first decade. Finance Research Letters 29, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.006>

- Ermakova, E.P., Frolova, E.E., 2021. Combating Climate Change by Finance – The Experience of the Netherlands, in: Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap (ISC 2019). Springer, Champ, pp. 1794–1806. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69415-9\\_198](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69415-9_198)
- Flammer, C., 2021. Corporate Green Bonds. *Journal of Financial Economics* 142 (2), 499–516. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.01.010>
- Grishunin, S., Bukreeva, A., 2022. In Search of Greenium. Analysis of Yields in the European Green Bond Markets. *Procedia Computer Science* 214, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.161>
- Grishunin, S., Bukreeva, A., Suloeva, S., Burova, E., 2023. Analysis of Yields and Their Determinants in the European Corporate Green Bond Market. *Risks* 11 (1), 14. <https://doi.org/10.3390/risks11010014>
- Grishunin, S., Burova, E., Suloeva, S., Pishchalkin, D., Isroilov, B., Doliev, S., 2024. Greenium and Its Determinants at Various Phases of Life Cycle of European Green Bond Market. *E3S Web of Conferences* 574, 03005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457403005>
- Hu, X., Zhu, B., Lin, R., Li, X., Zeng, L., Zhou, S., 2024. How does greenness translate into greenium? Evidence from China's green bonds. *Energy Economics* 133, 107511. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107511>
- Huang, C., Dekker, D., Christopoulos, D., 2023. Rethinking greenium: a quadratic function of yield spread. *Finance Research Letters* 54, 103710. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103710>
- Ivashkovskaya, I., Mikhaylova, A., 2020. Do Investors Pay Yield Premiums on Green Bonds? *Journal of Corporate Finance Research* 14 (2), 7–21. <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.14.2.2020.7-21>
- Lau, P., Sze, A., Wan, W., Wong, A., 2020. The Economics of the Greenium: How Much is the World Willing to Pay to Save the Earth? *Environmental and Resource Economics* 81, 379–408. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00630-5>
- Liberati, D., Marinelli, G., 2025. Was Covid-19 a wake-up call on climate risks? Evidence from the greenium. *Empirical Economics* 68, 2549–2585. <https://doi.org/10.1007/s00181-025-02711-6>
- Löffler, K.U., Petreski, A., Stephan, A., 2021. Drivers of green bond issuance and new evidence on the “greenium”. *Eurasian Economic Review* 11 (1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s40822-020-00165-y>
- Luke, B.D., Zota, C., 2021. From Grass to Mass: An Index-Based Approach to Measuring Greenium in Green Bonds. *S&P Dow Jones Indices–Research*.
- MacAskill, S., Roca, E., Liu, B., Stewart, R.A., Sahin, O., 2021. Is there a green premium in the green bond market? Systematic literature review revealing premium determinants. *Journal of Cleaner Production* 280 (2), 124491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124491>
- Meyer, S., Henide, K., 2023. Searching for ‘Greenium’: Evidence of a green pricing premium in the secondary Euro-denominated investment grade corporate bond market? *IHS Markit*.
- Mrkajic, B., Murtinu, S., Scalera, V.G., 2019. Is green the new gold? Venture capital and green entrepreneurship. *Small Business Economics* 52 (4), 929–950. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9943-x>
- Mudretsov, A., Prudnikova, A., 2022. Green finance development: global trends and prospects. *Market economy problems*. <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-4-102-111>
- Nurvita, T., Achsani, N. A., Anggraeni, L., Malahayati, M., Novianti, T., 2024. Exploring Greenium and the Determinants of Green Bond Performance in Asia. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 26 (04), 2450015. <https://doi.org/10.1142/S1464333224500157>
- Pietsch, A., Salakhova, D., 2022. Pricing of green bonds: drivers and dynamics of the greenium. *ECB Working Paper Series* 2728
- Pirgaip, B., Arslan-Ayaydin, O., 2024. Exploring the greenium in the green Sukuk universe: evidence from the primary market. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management* 17 (3), 423–440. <https://doi.org/10.1108/imefm-05-2023-0186>
- Tchorzewska, K.B., 2024. A Lost Opportunity? Environmental Investment Tax Incentive and Energy Efficient Technologies. *Environmental and Resource Economics* 87, 3301–3333. <https://doi.org/10.1007/s10640-024-00916-4>
- Tomczak, K., 2024. Sovereign Green Bond Market: Drivers of Yields and Liquidity. *International Journal of Financial Studies* 12 (2), 48. <https://doi.org/10.3390/ijfs12020048>
- Wang, J., Chen, X., Li, X., Yu, J., Zhong, R., 2020. The market reaction to green bond issuance: Evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal* 60, 101294. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2020.101294>
- Zhao, D., Wang, Y., Fang, Y., 2024. Greenium and public climate concerns: Evidence from China. *Finance Research Letters* 69 (A), 106091. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.106091>
- Zhou, P., Jin, S., Mazouz, K., Ding, W., 2024. Choices and Effects of Different Green Labels in the EU Bond Market. *Journal of Business Ethics* 200, 207–229. <https://doi.org/10.1007/s10551-024-05847-0>
- Zhou, X., Cui, Y., 2019. Green Bonds, Corporate Performance, and Corporate Social Responsibility. *Sustainability* 11 (23), 6881. <https://doi.org/10.3390/su11236881>

Статья поступила в редакцию 14.05.2025, одобрена после рецензирования 23.05.2025, принята к публикации 02.06.2025.

The article was submitted 14.05.2025, approved after reviewing 23.05.2025, accepted for publication 02.06.2025.

#### Информация об авторах

1. Светлана Гутман, кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>, sgutman@spbstu.ru
2. Майя Егорова, специалист, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0009-0005-7026-0304>, egorova\_mm@spbstu.ru
3. Новикова Екатерина, руководитель отдела развития корпоративных практик и проектов, Департамент устойчивого развития ПАО «СПБ Биржа». e.novikova@spbexchange.ru

#### About the authors:

1. Svetlana Gutman, Ph.D in Economics, Associate Professor of Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-1098-3915>, sgutman@spbstu.ru

2. Maya Egorova, specialist, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation.  
<https://orcid.org/0009-0005-7026-0304>, egorova\_mm@spbstu.ru  
Ekaterina Novikova, Head of Corporate Practice and Project Development Department, Department of Sustainable Development of PJSC St. Petersburg Stock Exchange, Moscow, Russian Federation. e.novikova@spbexchange.ru