

УДК. 336.761.6

*А.Н. Бударин*

ООО «Сбондс.ру», Санкт-Петербург, email: alexboudarin@gmail.com

## **ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ВЛИЯНИЯ КРИЗИСОВ НЕЭКОНОМИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА НА ОБЛИГАЦИОННЫЙ РЫНОК РОССИИ**

**Ключевые слова:** структурное изменение, неэкономические шоки, COVID-19, специальная военная операция, t-тест, ANOVA.

В данном исследовании была проанализирована динамика облигационных рынков в периоды кризисов: COVID-19 в 2020 году и начало событий СВО в 2022 году, которые вызвали значительные колебания на финансовых рынках, при том, что испытанный рынками шок напрямую не связан с экономическими предпосылками. Были использованы тесты Стьюдента и ANOVA для оценки статистической значимости изменений на облигационных рынках в эти периоды. На основе проведенного исследования авторы пришли к выводу о статистической значимости и изменении структуры облигационного рынка России в некоторые из рассмотренных периодов. Это исследование имеет важное значение для понимания реакции облигационных рынков на внешние шоки и изменения структуры финансовых рынков в условиях кризисов, что может быть полезным для инвесторов, аналитиков и регуляторов финансового рынка.

*A.N. Budarin*

Cbonds, St. Petersburg, email: alexboudarin@gmail.com

## **ASSESSMENT OF THE IMPACT OF NON-ECONOMIC CRISES ON THE RUSSIAN BOND MARKET**

**Keywords:** structural change, non-economic shocks, COVID-19, special military operation, t-test, ANOVA.

In this study, the dynamics of bond markets during crises, such as COVID-19 in 2020 and the special military operation in 2022, which caused significant fluctuations in financial markets, were analyzed, despite the fact that the shocks experienced by the markets were not directly related to economic conditions. Student's t-tests and ANOVA were used to assess the statistical significance of changes in bond markets during these periods. Based on the conducted research, we concluded about the statistical significance and changes in the structure of the Russian bond market in some of the periods examined. This study is of great importance for understanding the reaction of bond markets to external shocks and changes in the structure of financial markets during crises, which can be useful for investors, analysts, and financial market regulators.

В более ранних работах авторы рассматривали влияние кризисов 2020 и 2022 года на облигационные рынки России и Китая. На примере Китая мы фиксировали снижение доходностей среднесрочных облигаций [1], возникающее из-за перетекания капитала из более «рискованного» сектора – сектора акций, в сравнительно более «надежный» сектор облигаций на фоне низкой доли участия иностранного капитала на рынке.

На примере облигационных индексов России [2] мы фиксировали наличие статистически значимых структурных сдвигов во временных рядах в 2020 и 2022 годах.

Как ранее уже отмечалось, различные работы на тему фиксируют снижение доходностей государственных облигаций [3], изменения на первичном

рынке [4], инфраструктурные сдвиги [5], а также общую негативную динамику [6] как на мировых рынках, так и на отечественном в исследуемый период времени.

В прошлой работе мы доказали состоятельность привязки указанной динамики к 2020 и 2022 годам. Данная работа ставит целью обнаружить аналогичные сдвиги при помощи исследования временных рядов.

### **Используемые данные**

По аналогии с нашим более ранним исследованием, мы используем облигационные индексы, составленные и поддерживаемые ГК Сбондс [7]. Индексы обновляются каждый рабочий день.

Исходя из классических подходов к изучению временных рядов, мы при-

водим данные к стационарному состоянию. В случае исследуемых рядов изучаем процентное изменение – легко объяснимую и интуитивно понятную величину. Данную величину находим по следующей формуле:

$$r_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_t} * 100,$$

где  $y_t$  и  $y_{t-1}$  – фактические значения исследуемых индексов на текущий и предыдущий период.

Список индексов, описательная статистика данных, а также проверка на стационарность ряда тестом Дики-Фуллера представлена ниже (табл. 1).

В целях проведения дальнейших статистических тестов авторы провели исследование распределения полученных данных на нормальность. В первую очередь были построены гистограммы распределений величин с наложенным нормальным распределением (рис. 1). На основании графиков можно предположить, что распределение приближается к нормальному.

Авторы также использовали тесты Шапиро-Уилка [8] и Колмогорова-Смирнова [9], применение которых распространено для данных целей и подробнее о которых можно узнать в статьях из списка литературы. Результаты тестов (табл. 2) отвергают гипотезу о нормальном распределении исследуемых рядов.

В связи с этим дальнейшие исследования будут включать в себя тестирование гипотез при помощи методов, как применимых только для нормальных распределений, так и без таких требований к распределению изучаемой величины.

## Результаты исследования

### Т-критерий Стьюдента

Исходя из того, что визуально данные достаточно близки к нормальному распределению, мы провели тестирование на сравнение средних значений выборок при помощи Т-критерия Стьюдента (t-тест).

Для каждого ряда было проведено по 2 серии тестов (уровень значимости – 1%):

Серия тестов, где, начиная со 2 наблюдения и заканчивая предпоследним

выборка делилась на «до» и «после», полученные выборки сравнивались с предположением что значение более ранней выборки должно оказаться меньше.

Серия тестов, где, начиная со 251 наблюдения (исходя из того, что в году в среднем 250 рабочих дней) и заканчивая 251 с конца выборка делилась на «значения за 250 дней до исследуемой даты» и «значения за 250 дней после исследуемой даты», полученные выборки сравнивались с предположением, что значение более ранней выборки должно оказаться меньше.

Из-за большого количества наблюдений не представляется возможным табличная интерпретация данных в статье, в связи с чем результаты тестирования представлены на графиках (рис. 2, 3).

Первая серия тестов показала подтверждение гипотезы об изменении среднего только для ограниченного количества рядов и только в середине 2023 года.

Вторая серия тестов подтвердила гипотезу об изменении среднего в конце 2020 – начале 2021 годов примерно для половины исследуемых рядов. То есть результат теста показывает, что среднее значение изменений в индексах с конца 2019 по конец 2020 было ниже, чем аналогичное значение для конца 2020 – конца 2021 годов.

Аналогично для конца 2022 – начала 2023 года, однако тут гипотеза подтверждается для всех рядов кроме Cbonds CBI 5Y. То есть по результатам теста может быть зафиксировано, что значение изменения доходностей в конце 2021 – конце 2022 было ниже, чем в конце 2022 – конце 2023 годов.

### ANOVA тест

Помимо стандартного t-теста на сравнение средних мы также провели дисперсионный анализ (ANOVA тест) для проверки результатов на устойчивость, а также сравнения более 2 выборок.

Для каждого ряда данных было проведено по 2 серии тестов (уровень значимости – 5%):

Серия тестов, где, начиная со 2 наблюдения и заканчивая предпоследним, выборка делилась на «до» и «после», полученные выборки сравнивались между собой.

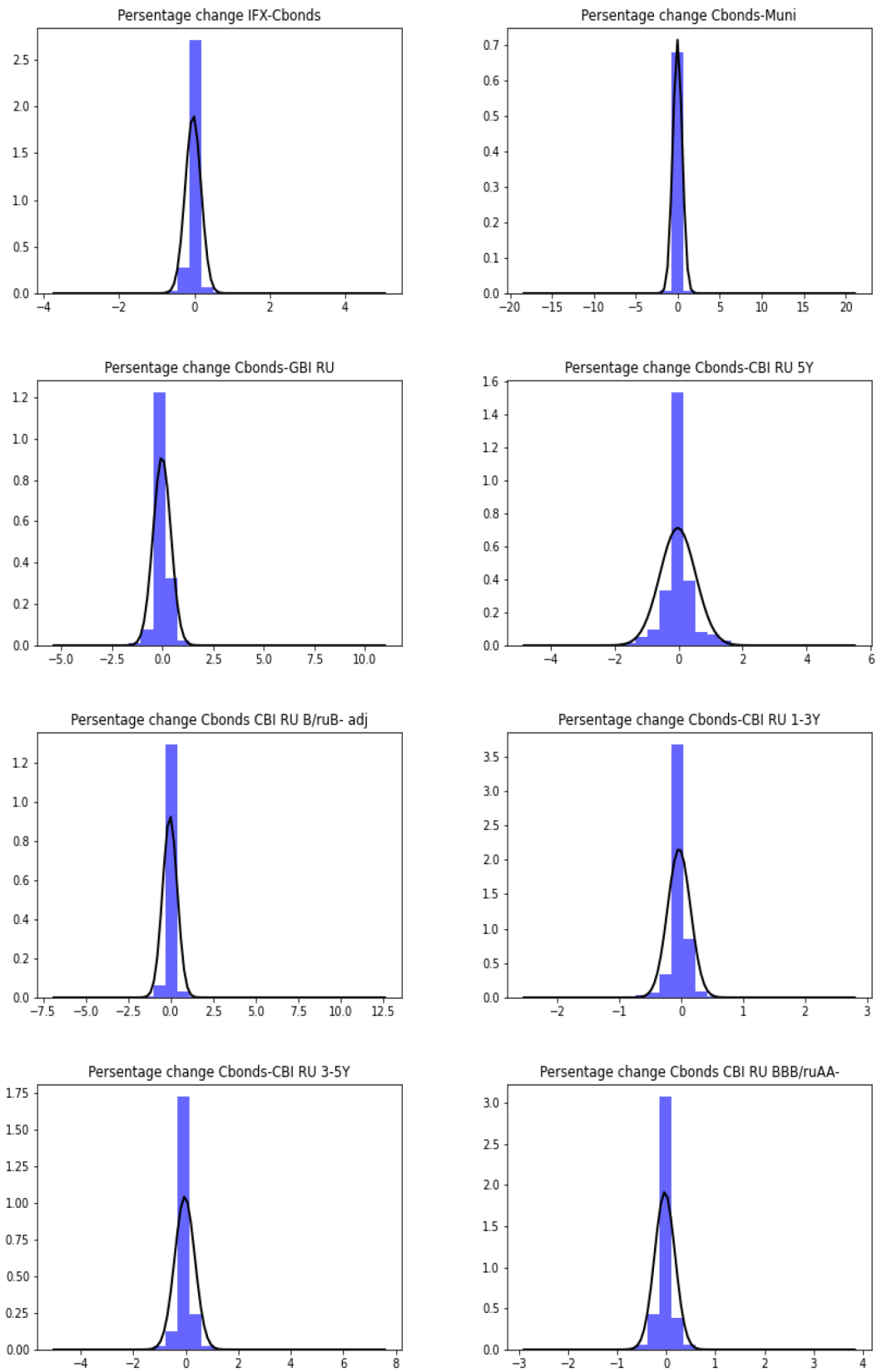


Рис. 1. Гистограммы распределения процентного изменения исследуемых индексов (продолжение на стр. 63)

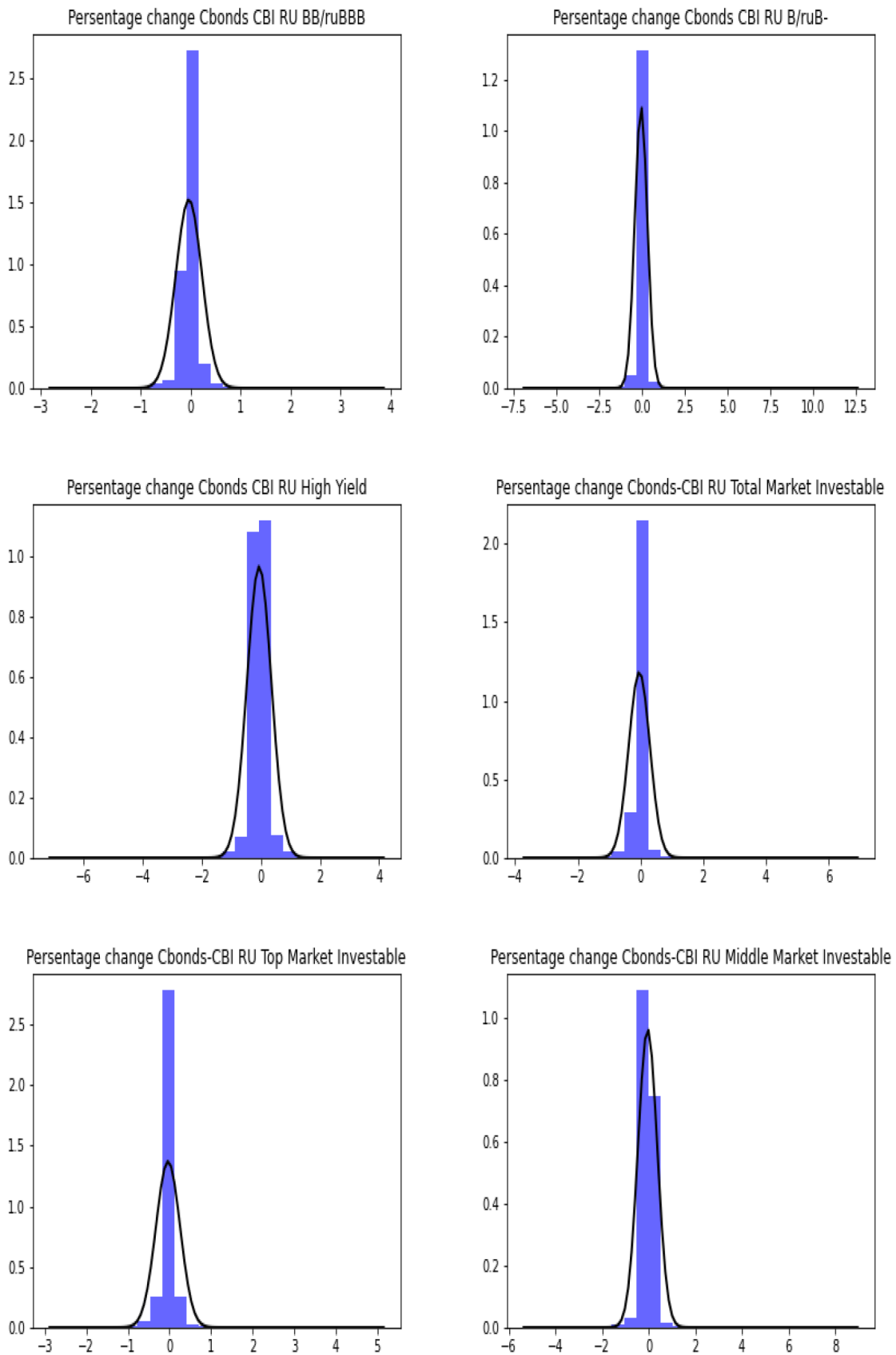


Рис. 1. Гистограммы распределения процентного изменения исследуемых индексов (окончание)

Таблица 1

Описательная статистика данных и тест Дики-Фуллера

	mean	standard diviation	observations	ADF_Test_Statistic	p_value	stationary
IFX-Cbonds_percentage_change	-0,03405	0,209601	3070	-10,28264	0	1
Cbonds-Muni_percentage_change	-0,03188	0,557454	3027	-9,01591	0	1
Cbonds-GBIRU_percentage_change	-0,03129	0,436912	3028	-9,52089	0	1
Cbonds-CBIRU 5Y_percentage_change	-0,02517	0,55892	1666	-11,34289	0	1
Cbonds CBIRU B/ruB- adj_percentage_change	-0,04005	0,429021	3033	-9,7455	0	1
Cbonds-CBIRU 1-3Y_percentage_change	-0,03755	0,184819	3035	-23,19027	0	1
Cbonds-CBIRU 3-5Y_percentage_change	-0,03679	0,382283	3016	-9,21375	0	1
Cbonds CBIRU BBB/ruAA- percentage_change	-0,03379	0,208118	3038	-24,34984	0	1
Cbonds CBIRU BB/ruBBB_percentage_change	-0,03603	0,261655	3017	-8,381	0	1
Cbonds CBIRU B/ruB- percentage_change	-0,0433	0,364331	3033	-18,56801	0	1
Cbonds CBIRU High Yield_percentage_change	-0,05904	0,413025	1520	-7,78597	0	1
Cbonds-CBIRU Total Market Investable_percentage_change	-0,03641	0,336945	1170	-17,40005	0	1
Cbonds-CBIRU Top Market Investable_percentage_change	-0,03358	0,291388	1170	-16,87911	0	1
Cbonds-CBIRU Middle Market Investable_percentage_change	-0,04181	0,414399	1163	-11,28189	0	1

Таблица 2

Результаты тестов Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова

	shapiro_wilk_ statistics	shapiro_wilk_ p_value	kolmogorov_smirnov_ statistics	kolmogorov_smirnov_ p_value
Percentage change IFX-Cbonds	0,47475	0,00000	0,39950	0,00000
Percentage change Cbonds-Muni	0,28217	0,00000	0,33592	0,00000
Percentage change Cbonds-GBI RU	0,63542	0,00000	0,30100	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU 5Y	0,78546	0,00000	0,25016	0,00000
Percentage change Cbonds CBI RU B/ruB- adj	0,36396	0,00000	0,36216	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU 1-3Y	0,63606	0,00000	0,39227	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU 3-5Y	0,59688	0,00000	0,33605	0,00000
Percentage change Cbonds CBI RU BBB/ruAA-	0,66154	0,00000	0,37193	0,00000
Percentage change Cbonds CBI RU BB/ruBBB	0,57579	0,00000	0,37505	0,00000
Percentage change Cbonds CBI RU B/ruB-	0,39589	0,00000	0,37292	0,00000
Percentage change Cbonds CBI RU High Yield	0,55974	0,00000	0,34456	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU Total Market Investable	0,42421	0,00000	0,38872	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU Top Market Investable	0,48536	0,00000	0,38820	0,00000
Percentage change Cbonds-CBI RU Middle Market Investable	0,39106	0,00000	0,37928	0,00000

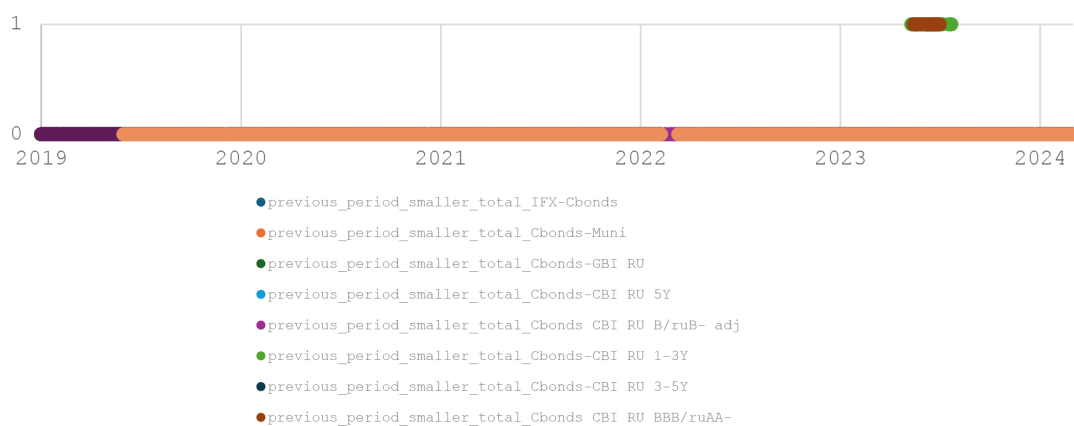


Рис. 2. Результаты T-тестов с полной выборкой

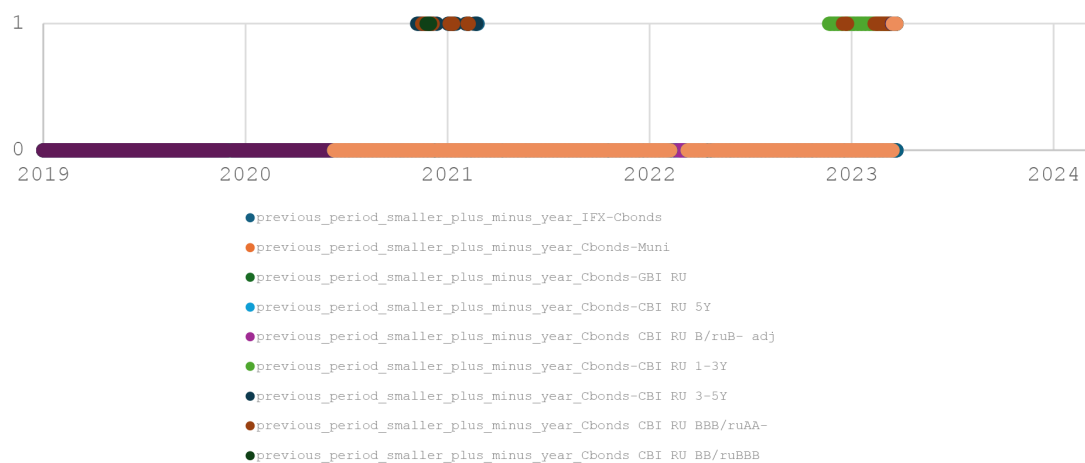


Рис. 3. Результаты T-тестов с выборкой год до и год после даты

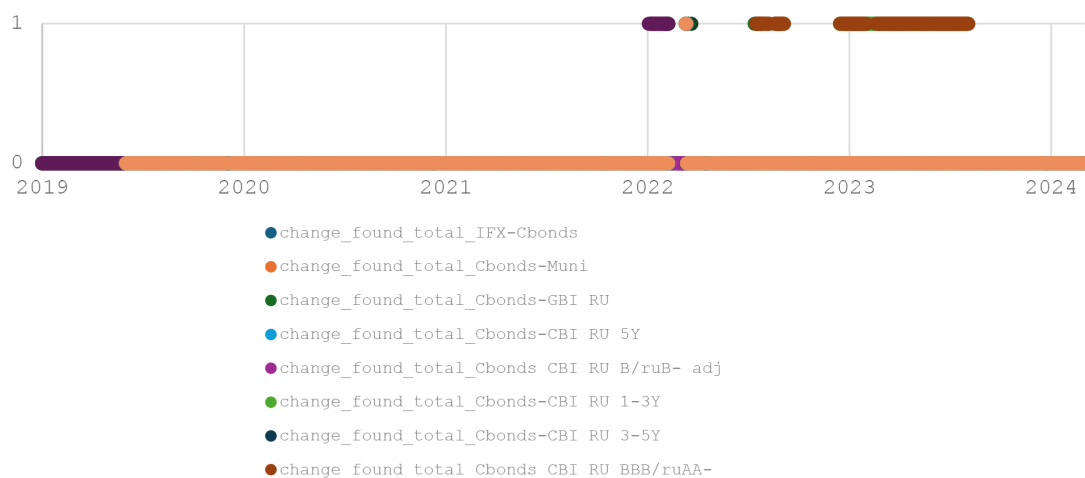


Рис. 4. Результаты ANOVA с полной выборкой

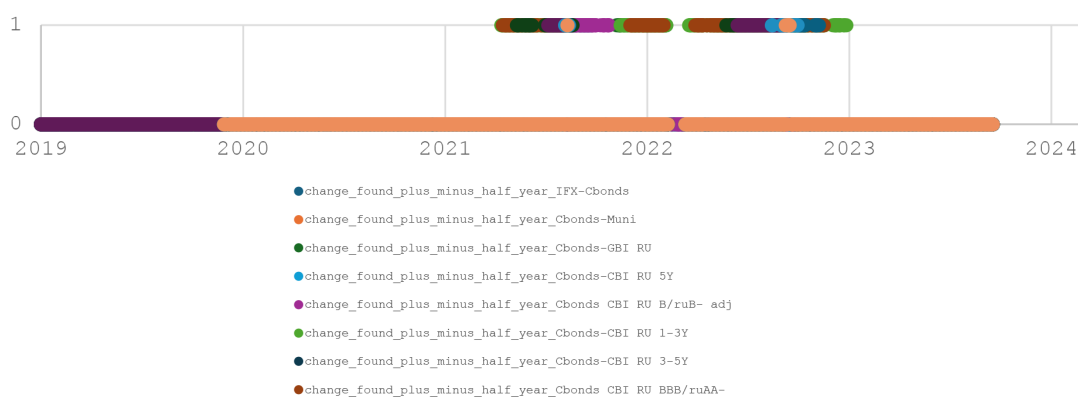


Рис. 5. Результаты ANOVA с выборками полугода до и год после даты, все данные до и все данные после года

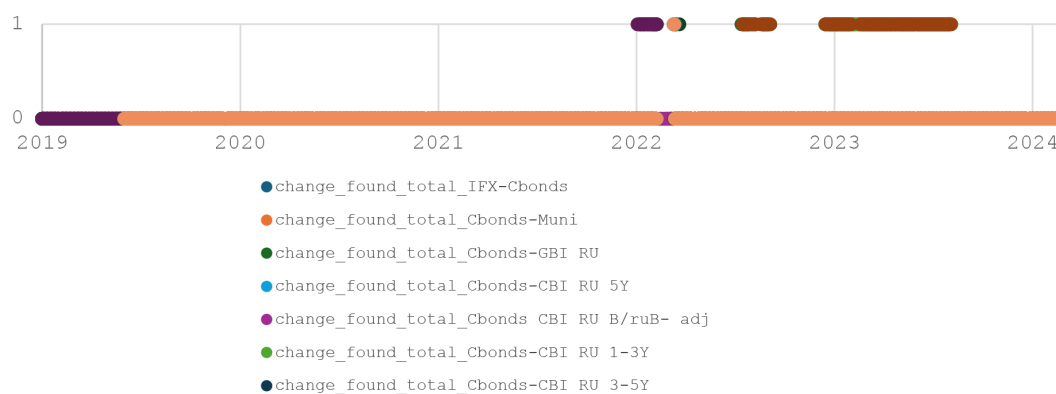


Рис. 6. Результаты z-тестов с полной выборкой

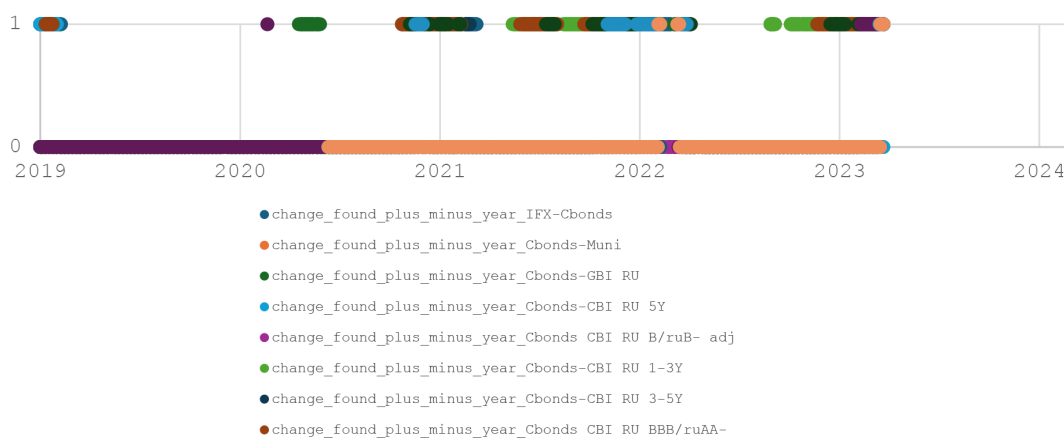


Рис. 7. Результаты z-тестов с выборкой год до и год после даты

Серия тестов, где, начиная со 126 наблюдения (исходя из того, что в году в среднем 250 рабочих дней) и заканчивая 126 с конца, выборка делилась на «значения в период за 125 дней до исследуемой и после

исследуемой даты», «более ранние значения» и «более поздние значения», а полученные выборки сравнивались.

Аналогично t-тесту, не представляется возможным табличная интерпретация



данных в статье, в связи с чем результаты тестирования представлены на графиках (рис. 4, 5).

Первая серия показала наличие изменений в 2022 и в 2023 годах, при этом тест показывает статистическую значимость в марте 2022 года для примерно половины временных рядов, в августе-сентябре – только для 3 рядов данных. Серия положительных тестов в конце 2022 – начале 2023 характерна только для 2 рядов (Cbonds-CBI RU 1-3Y, Cbonds CBI RU BBB/ruAA-).

Вторая серия тестов фиксирует продолжительные периоды изменения значений с начала 2021 по начало 2022 и с середины 2022 по начало 2023 годов для всех рядов кроме Cbonds-CBI RU 5Y, что означает, что облигационные индексы изменялись иначе в указанные промежутки, чем на всей оставшейся выборке.

### **Z-критерий Фишера**

Для проверки устойчивости получаемых результатов мы провели тестирование на сравнение средних значений выборок при помощи Z-критерия Фишера (z-тест).

Для каждого ряда было проведено по 2 серии тестов (уровень значимости – 5%):

Серия тестов, где, начиная со 2 наблюдения и заканчивая предпоследним, выборка делилась на «до» и «после», полученные выборки сравнивались между собой.

Серия тестов, где, начиная со 251 наблюдения (исходя из того, что в году в среднем 250 рабочих дней) и заканчивая 251 с конца, выборка делилась на «значения за 250 дней до исследуемой даты» и «значения за 250 дней после исследуемой даты», полученные выборки сравнивались между собой.

Аналогично ранее проведенным тестам, результаты тестирования представлены на графиках (рис. 6, 7).

Первая серия тестов показывает отклонения в средних для начала 2022 года для большей части исследуемых индексов. Более поздние тесты (за середину 2022, конец 2022 – середину 2023) показывают статистическую значимость только на трех рядах: Cbonds-GBI RU, Cbonds-CBI RU 1-3Y, Cbonds CBI RU BBB/ruAA-.

Вторая серия тестов показывает много статистической значимости в разных периодах для различных рядов, при этом в начале 2022 г. тест показывает значимость для всех рядов. Также значимость для всех рядов, за исключением Cbonds-CBI RU 5Y, фиксируется в начале 2023 года.

### **Обсуждение результатов**

Результаты тестирования не столь однозначны, как ожидалось на основании работ других авторов и наших более ранних исследований.

Тем не менее, позиции точек слома большинства индексов показывают устойчивость к различным видам тестов. При этом в контексте одновременного изменения большей части рядов данных также демонстрируется устойчивость к плацебо-тестированию, так как, по сути, все тестирования вне исследуемых рамок являлись дополнительной проверкой на устойчивость результатов.

Тестирование на уменьшенных выборках (плюс-минус год или полгода от исследуемой даты) показывают более высокую чувствительность, тогда как исследование выборки целиком менее значимо реагирует на колебания, что интуитивно ожидаемо, так как исследуемые шоки не должны менять конъюнктуру рынка навсегда, а только вызывать сравнительно локальное возмущение в данных. При этом реакция в 2022 году более ярко выражена, чем реакция в 2020 году.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов:

- подтверждаются результаты более ранних исследований об изменении в рядах значений в периоды шока;
- реакция на шок 2022 года для российского рынка выражен более ярко, чем реакция на шок 2020 года;
- характер исследуемых изменений в контексте индикаторов облигационного рынка является скорее локальным, чем перманентным.

### **Выводы**

Результаты исследования согласуются с выводами других исследователей о значимых изменениях на рынке в 2020 и 2022 годах. При этом статистически значимо и устойчиво характер изменений зафиксировать не удалось.

Дальнейший анализ должен больше концентрироваться на временных промежутках в 1-2 года. Также исследование может быть усилено путем более глубокого анализа рынка – изучения не индексов, а отдельных облигаций. Кластеризация

облигаций по различным признакам также может оказать значимое влияние на успешность исследования. В дальнейшие модели исследования могут также быть включены иные показатели, не фигурирующие на облигационном рынке.

*Библиографический список*

1. Утевская М.В., Макарова В.А., Бударин А.Н. Бегство к качеству: на примере китайского рынка облигаций в 2020 году // *Экономический вектор*. 2023. № 2 (33). С. 139-150.
2. Бударин А.Н. Оценка наличия влияния кризисов неэкономического характера на облигационный рынок России // *Петербургский экономический журнал*. 2024. № 2.
3. Yagli I., Deviren B. Impact of Russia-Ukraine war on the hierarchical structure of government bond markets // *The European Physical Journal Plus*. 2023. Vol. 138. № 3. P. 291.
4. Potoma R., Verner R. The Primary Bond Markets of Russia and the G20 Countries // Available at SSRN 4750707.
5. Шевцов П.В. фондовый рынок России в 2022 году: результаты, тенденции и стратегии // Сборник материалов XXII Международной научно-практической конференции «Смирновские чтения–2023» ЧАСТЬ II. 2023. С. 45.
6. Козлов В.М. Российский рынок корпоративных облигаций: возможности роста в условиях санкций // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 1. С. 115-118.
7. Cbonds.ru. [Электронный ресурс]. URL: <https://cbonds.ru/> (дата обращения: 01.06.2024).
8. Плотников А.В. Азимут научных исследований: экономика и управление. Учредители: ООО «Ландрейл». 2023. Т. 12. № 4. С. 42-46.
9. Аземша С.А., Кравченя И.Н., Ерёмина А.А. Оценка целесообразности деятельности и направлений развития контрольно-ревизионной службы пассажирского перевозчика // *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2023. № 1 (63). С. 56-63.