https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-5-8-25

Детерминанты доходности облигаций федерального займа с переменным купоном (ОФЗ-ПК)

Михаил Сергеевич Макушкин
E-mail: mikhailmakushkin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3491-1561
НИУ ВШЭ, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация
В последние годы на фоне ужесточения монетарной политики большую роль на рынке ОФЗ стали играть облигации федерального займа с переменным купоном (ОФЗ-ПК). В условиях высокой волатильности процентных ставок они выглядят привлекательным инструментом для инвесторов, поскольку позволяют снизить процентный риск вложений в облигации. В связи с этим особенно актуальным становится анализ ценообразования ОФЗ-ПК.
В настоящей работе на основе теоретической модели и реальных данных по рынку ОФЗ определяется, от чего зависит доходность ОФЗ-ПК. Сначала систематизируются основные типы ОФЗ-ПК, существующие на рынке, и обсуждаются особенности расчета плавающего купона. Затем вводится теоретическая модель оценки ОФЗ-ПК. Показывается, что из-за арифметического усреднения плавающей ставки, присущего большинству таких облигаций, инвестор в ОФЗ-ПК теряет капитализацию процентов, а также становится подвержен риску изменения волатильности процентных ставок.
На реальных данных по рынку ОФЗ было выявлено, что ОФЗ-ПК торгуются с премией к ОФЗ с постоянным доходом (ОФЗ-ПД). Бóльшая часть премии объясняется отсутствием капитализации процентов, а также волатильностью процентных ставок. Показано, что новые ОФЗ-ПК с купоном на основе срочной версии ставки RUONIA более удобны с точки зрения моделирования и, в теории, должны быть сопоставимы по доходности с ОФЗ-ПД. Однако из-за ограниченной доступности процентных деривативов на современном российском рынке конвергенция между доходностями ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД не всегда возможна.
Выводы работы могут быть полезны инвесторам в ОФЗ-ПК, а также могут учитываться эмитентами при разработке условий размещения облигаций с плавающим купоном.

Ключевые слова: *облигации, доходность облигаций, процентные ставки, ОФЗ-ПК, волатильность процентных ставок*

JEL: *G12, G13, E43*

Для цитирования: *Макушин М. С. Детерминанты доходностей облигаций федерального займа с переменным купоном (ОФЗ-ПК) // Финансовый журнал. 2025. Т. 17. № 5. С. 8–25. https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-5-8-25.*

---

https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-5-8-25

Determinants of the Yield on Russian Sovereign Bonds with Floating Coupons

Mikhail S. Makushkin
HSE University, Moscow, Russian Federation
mikhailmakushkin@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3491-1561

Abstract
In recent years, amid the tightening of the monetary policy, floating-rate sovereign bonds (OFZ-PK) have come to play a significant role in the Russian bond market. In conditions of high interest rate volatility, they appear to be an attractive instrument for investors because they reduce the interest rate risk. This makes the analysis of OFZ-PK pricing particularly relevant.
This paper uses theoretical models and actual OFZ market data to demonstrate the factors influencing the yield of OFZ-PK bonds. First, it systematizes the main types of OFZ-PK bonds available on the market and discusses the specifics of floating coupon calculation. Then, a theoretical model for evaluating OFZ-PK bonds is presented. It is shown that due to the arithmetic averaging of the floating rate inherent in most OFZ-PK, investors in such securities lose interest capitalization and become exposed to additional interest rate volatility risk.
Empirical analysis of the OFZ market data revealed that OFZ-PK bonds trade at a premium to OFZ bonds with a fixed income (OFZ-PD). Most of the premium is explained by the absence of interest capitalization and interest rate volatility. It is shown that the new OFZ-PK bonds with coupons based on the RUONIA forward rate are more suitable for modeling and, in theory, should be comparable in terms of yield to OFZ-PD bonds. However, due to the limited availability of interest rate derivatives in the current Russian market, convergence between OFZ-PK and OFZ-PD yields is not always achievable.
The findings of this study may be useful to investors in OFZ-PK bonds and may also be taken into account by issuers when designing the terms for placing floating-rate bonds.

Keywords: *bonds, interest rate, OFZ-PK, interest rate volatility*

JEL: *G12, G13, E43*

For citation: *Makushkin M.S. (2025). Determinants of the Yield on Russian Sovereign Bonds with Floating Coupons. Financial Journal, 17 (5), 8–25 (in Russ.).*
https://doi.org/10.31107/2075-1990-2025-5-8-25.

ВВЕДЕНИЕ

Последние три года стали для российского рынка крайне непростыми с точки зрения динамики процентных ставок. Сначала, после резкого шока февраля 2022 г., ЦБ РФ на короткий срок повысил ключевую ставку до 20% для сохранения устойчивости финансовой системы страны. Затем, по мере стабилизации ситуации в экономике, ключевая ставка стала постепенно снижаться и уже к осени 2022 г. достигла предкризисного уровня в 7,5%. Однако после этого на фоне роста бюджетных расходов и последовавшего за ним усиления инфляционного давления ЦБ РФ вновь вернулся к ужесточению монетарной политики и постепенно довел ключевую ставку до рекордного уровня в 21% к октябрю 2024 г. В 2025 г. ЦБ РФ перешел к циклу снижения ключевой ставки и в сентябре снизил ставку до 17%, а в октябре — до 16,5%.

В условиях беспрецедентно высокого уровня процентных ставок в экономике, их высокой волатильности, а также неопределенности в отношении дальнейшей траектории ключевой ставки на рынке ОФЗ большую роль стали играть облигации с переменным купоном (ОФЗ-ПК). Если на конец 2021 г. их доля в общем объеме ОФЗ в обращении составляла 25% (или примерно 3,75 трлн руб.), то к концу 2024 г. этот показатель достиг практически 45% (или примерно 10,3 трлн руб.)[1]. Аналогичный тренд на увеличение популярности облигаций с переменным купоном наблюдался и на рынке корпоративного долга, где доля флоатеров увеличилась за тот же период с 5 до 45%. Из-за этого аналитики Банка России даже назвали 2024 г. «годом флоатеров» [Морозов и др., 2025]. Из недавних

[1] *По данным Cbonds. URL: https://cbonds.ru/.*

заявлений Минфина России[2] следует, что в среднесрочной перспективе долю ОФЗ-ПК планируется снизить до уровня 30%. Однако даже в таком случае ОФЗ-ПК продолжат играть важную роль на российском рынке облигаций.

Рост популярности ОФЗ-ПК можно объяснить следующими причинами. Во-первых, в условиях высокой макроэкономической неопределенности последних лет эти облигации становятся более привлекательными для инвесторов, так как они позволяют защитить их вложения от волатильности процентных ставок. Во-вторых, в условиях высоких краткосрочных процентных ставок ОФЗ-ПК более удобны для Минфина России с точки зрения обслуживания долга, поскольку дают возможность избежать высоких купонных платежей в будущем, когда процентные ставки вернутся на более низкий уровень. В-третьих, ОФЗ-ПК выглядят более выгодными для банков, которые сейчас являются основными инвесторами в ОФЗ, поскольку их использование улучшает норматив краткосрочной ликвидности. При этом необходимо учитывать и дополнительные риски ОФЗ-ПК, связанные с неопределенностью будущих денежных потоков. Для эмитента это создает трудности при контроле и планировании расходов по обслуживанию долга, а для инвестора означает сложности с расчетом прогнозной доходности вложений.

В связи с перечисленными причинами особенно актуальными становятся вопросы анализа ценообразования ОФЗ-ПК и выявления факторов, влияющих на их доходность. В этой работе сначала с помощью теоретической модели, а затем и на основе реальных актуальных данных по российскому рынку дается ответ на вопрос, от чего зависит доходность ОФЗ-ПК. Показывается, что ОФЗ-ПК торгуются с премией к ОФЗ с фиксированным купоном из-за арифметического усреднения плавающей ставки, присущего большинству находящихся в обращении выпусков. Такая схема расчета купона приводит к потере инвесторами капитализации процентов, а также делает доходность облигации чувствительной к волатильности процентных ставок, что и обуславливает бóльшую часть премии к доходности по сравнению с аналогичными облигациями с фиксированным купоном. Новые ОФЗ-ПК с привязкой купона к срочной версии RUONIA (Ruble Overnight Index Average) более привлекательны с точки зрения ценообразования, однако их доходность все равно может отличаться от доходности ОФЗ-ПД. Выявляется, что в условиях ограниченной доступности процентных деривативов на современном российском рынке полная конвергенция между доходностями ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД невозможна. Из-за этого рекомендуется рассматривать ОФЗ-ПК как отдельный сегмент рынка ОФЗ со своими особенностями ценообразования.

Новизна работы заключается в квантификации премии в доходности ОФЗ-ПК, а также создании теоретической модели для декомпозиции этой премии на составляющие. И хотя некоторые особенности ценообразования ОФЗ-ПК уже отмечались в более ранних практических исследованиях (см., напр., [Чеботари, Кузьмина, 2017; Юкович, 2017]), такой полный анализ вопроса ценообразования ОФЗ-ПК проводится впервые. Кроме того, в работе исследуется новый тип ОФЗ-ПК с привязкой купона к срочной версии RUONIA, появившийся на рынке только в конце 2024 г. Вопрос ценообразования ОФЗ-ПК рассматривается в контексте качественно нового состояния российского рынка последних лет, который значительно отличается от режима, существовавшего до февраля 2022 г.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Облигации федерального займа привлекают широкое внимание российских исследователей. В статье [Михайлов, 2016] анализируется взаимосвязь макроэкономических параметров и доходностей ОФЗ. В исследовании [Курбангалеев и др., 2016] изучается

[2] *Минфин хочет снизить долю ОФЗ-ПК до около 30% // Интерфакс. 4 марта 2025. URL: https://www.interfax.ru/business/1011941.*

согласованность цен ОФЗ на российском рынке. Большой исследовательский интерес вызывает тема оценки кривой бескупонных доходностей на рынке ОФЗ [Авдеева, Цыплаков, 2015; Лапшин и др., 2015; Макушкин, Лапшин, 2023а] и ее динамики [Курочкин, Макушкин, 2024], оптимизации и хеджирования портфеля ОФЗ [Бешенов, Лапшин, 2019; Курочкин, Родина, 2023] и оценки рыночного риска ОФЗ [Макушкин, Лапшин, 2023б]. Подробный обзор актуальных исследовательских вопросов по российским государственным облигациям приводится в монографии [Теплова, Соколова, 2018].

В последние годы растет академический интерес к ОФЗ с переменным купоном. В статье [Власова, 2016] описываются особенности ОФЗ-ПК и обсуждаются перспективы их развития на российском рынке. В работе [Вилкул, Немцева, 2020] изучаются особенности измерения доходности ОФЗ-ПК. В статье [Зайцев, 2023] рассматриваются перспективы использования государственных облигаций с переменным купоном для финансирования нефтегазовой отрасли. В публикации [Соколова, 2024] отмечается возросшая роль ОФЗ-ПК в условиях санкционных ограничений последних лет, а в работе [Тропина, 2023] подчеркивается важное значение ОФЗ-ПК как защитного инструмента в условиях текущей высокой волатильности процентных ставок.

В контексте ОФЗ-ПК следует отметить также несколько практических исследований. В работе экономистов ЮниКредит Банка [Чеботари, Кузьмина, 2017] обсуждается методика хеджирования ОФЗ-ПК и объясняется их чувствительность к волатильности процентных ставок. В исследовании Газпромбанка [Юкович, 2017] анализируется оценка справедливой стоимости ОФЗ-ПК и оценивается премия в доходности ОФЗ-ПК.

Тема государственных облигаций с плавающим купоном также привлекает интерес исследователей на западных рынках. В статьях [Fleckenstain, Longstaff, 2020; Ahn J., Ahn Y., 2022] рассматривается премия в доходностях американских казначейских облигаций с плавающим купоном. В исследовании [Hartley, Jermann, 2020], также на примере американского рынка, обсуждается вопрос стоимости обслуживания госдолга в форме облигаций с плавающим купоном. А в работе [Klaus, Selga, 2019] анализируются особенности поведения гособлигаций с плавающим купоном в период отрицательных процентных ставок на европейском рынке.

ТИПОЛОГИЯ ОФЗ-ПК

ОФЗ-ПК в современном виде появились на российском рынке в 2014 г. В отличие от ОФЗ с фиксированным купоном, купоны по ОФЗ-ПК заранее неизвестны, а определяются на основе ставки RUONIA[3], рассчитываемой и публикуемой Банком России. RUONIA представляет собой взвешенную процентную ставку по необеспеченным межбанковским кредитам в рублях на условиях овернайт. Она показывает стоимость краткосрочной ликвидности на межбанковском рынке. В этом плане RUONIA близка к западным ставкам ESTR (в евро) и SONIA (в фунтах стерлингов).

На сегодняшний момент на российском рынке существуют три типа ОФЗ-ПК. Основное различие между ними заключается в способе расчета переменного купона. Сравнение существующих типов ОФЗ-ПК приведено в табл. 1.

ОФЗ первого типа выпускались на рынке в течение 2014 г. Они выплачивают купон на основе RUONIA и заранее определенного спреда к ней. Купон выплачивается два раза в год. Его размер устанавливается за полгода до фактической даты выплаты на основе среднего значения RUONIA за шесть месяцев, предшествующих дате определения ставки купона. Таким образом, величина первого купона по ОФЗ-ПК первого типа всегда известна заранее, а размер второго купона становится известен частично по мере наблюдения за плавающей ставкой.

[3] *Банк России. Методология процентной ставки RUONIA. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/ruonia/sv_ruonia/.*

Таблица 1

Типы ОФЗ-ПК

	Тип 1	Тип 2	Тип 3
Купон	RUONIA + спред	RUONIA	Срочная RUONIA
Частота выплаты купона	2 раза в год	4 раза в год	4 раза в год
Усреднение купона	Арифметическое	Арифметическое	Геометрическое
Лаг	6 месяцев	7 дней	7 дней
Годы выпуска	2014–2019	с 2015	с 2024
Выпусков в обращении	4	13	2
Объем в обращении	0,7 трлн руб.	6,8 трлн руб.	2 трлн руб.
Макс. год погашения	2034	2037	2038
Пример	ОФЗ 29010	ОФЗ 29024	ОФЗ 29027

Источник: составлено автором на основе анализа условий эмиссий ОФЗ-ПК.

Из-за лага в выплате купона, а также наличия премии к плавающей ставке ОФЗ-ПК первого типа иногда могут вести себя сопоставимо с облигациями с фиксированным купоном. Это особенно заметно для краткосрочных выпусков, у которых осталось мало купонных платежей до погашения, а также в условиях низких процентных ставок, когда фиксированный спред к плавающей ставке может составлять значительную часть итогового купона. В свою очередь, арифметическое усреднение купона обозначает для инвестора потерю дневной капитализации процентов, что также важно учитывать при инвестировании в ОФЗ-ПК первого типа. По состоянию на I кв. 2025 г. на рынке находилось четыре выпуска ОФЗ первого типа общим объемом в 0,7 трлн руб. и погашением в 2027, 2029, 2032 и 2034 гг.

ОФЗ-ПК второго типа, появившиеся на рынке в 2015 г. и активно выпускаемые вплоть до последних лет, выплачивают купон на основе ставки RUONIA без спреда. Купон выплачивается четыре раза в год и устанавливается за семь дней до даты выплаты купона на основе среднего значения RUONIA за три месяца до даты определения купона. ОФЗ-ПК второго типа являются самыми распространенными на российском рынке. Из-за меньшего лага до даты выплаты купона и отсутствия спреда к плавающей ставке они выглядят более привлекательным инструментом для минимизации процентного риска. Однако арифметическое усреднение RUONIA все еще означает потерю капитализации процентов при инвестировании в ОФЗ-ПК второго типа. Всего в обращении находится 13 ОФЗ-ПК второго типа совокупным объемом в 6,8 трлн руб. и погашением в период с 2026 по 2037 г.

Наконец, третий тип ОФЗ-ПК предусматривает купон на основе срочной версии RUONIA 3M. Эта ставка также рассчитывается и публикуется Банком России. Фактически она является геометрическим средним ежедневных ставок RUONIA за определенный период[4]. Иными словами, в ОФЗ-ПК третьего типа предусмотрена капитализация дневных процентов, которая отсутствует в ОФЗ-ПК первого и второго типа из-за арифметического усреднения ставки. Важно не путать срочную RUONIA со срочными версиями ставок SOFR и SONIA. Срочная RUONIA является назад смотрящей ставкой (т. е. рассчитывается на основе исторических данных), в то время как Term SOFR и Term SONIA являются вперед смотрящими ставками (т. е. рассчитываются на основе фьючерсов и свопов на ставку овернайт). Купон в ОФЗ-ПК третьего типа выплачивается с лагом в семь дней от даты наблюдения и не имеет фиксированного спреда к плавающей ставке. Третий тип ОФЗ-ПК

[4] *Банк России. Методология формирования и публикации индекса RUONIA и срочной версии RUONIA. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/ruonia/sv_ruonia/.*

является самым новым на рынке ОФЗ. Эти облигации появились только в конце 2024 г. На сегодняшний момент на рынке находятся две ОФЗ-ПК такого типа общим объемом в 2 трлн руб. и погашением в 2036 и 2038 гг.

Динамика цен ОФЗ-ПК трех типов с сопоставимой срочностью (порядка 10 лет) показана на рис. 1. Видно, что ОФЗ-ПК не в полной мере защищают от повышения ключевой ставки. Осенью 2024 г. ОФЗ-ПК первого и второго типа теряли до 4% своей стоимости. Это, разумеется, меньше, чем падение в цене ОФЗ-ПД в аналогичный период. Однако этот пример иллюстрирует, что арифметическое усреднение плавающей ставки делает ОФЗ-ПК недостаточно защищенными от изменения ставок активом.

Кроме того, многообразие ОФЗ-ПК и присущие им нестандартные механизмы расчета купона (в особенности арифметическое усреднение ставки и лаг выплаты купона) делают задачу моделирования цены и доходности таких облигаций весьма нетривиальной. Если все ОФЗ-ПД совпадают по условиям, то в случае с ОФЗ-ПК необходимо учитывать особенности конкретного выпуска при расчете его теоретической доходности.

Рисунок 1

Динамика цен ОФЗ-ПК различных типов

Источник: составлено автором по данным Cbonds. URL: https://cbonds.ru/.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ОФЗ-ПК

Для анализа детерминант доходностей ОФЗ-ПК необходимо в первую очередь представить теоретическую модель оценки облигации с плавающим купоном на основе среднего арифметического значения ставки. Задача оценки ОФЗ-ПК первого и второго типа во многом аналогична задаче оценки процентных свопов с арифметическим усреднением ставки. Поэтому будем использовать инструментарий западных работ по оценке таких инструментов [Takada, 2011; Xu, 2022].

Грязную цену P_D облигации с плавающим купоном, как и цену любого другого финансового инструмента, можно представить как математическое ожидание дисконтированных будущих потоков в риск-нейтральной мере[5].

$$P_D = E\left[\sum_{i=1}^{N} CF_i e^{-y(t_i)*t_i}\right], \quad (1)$$

[5] *Риск-нейтральная мера — вероятностная мера, относительно которой будущая стоимость актива является мартингалом [Hull, 2022].*

где i — порядковый номер потока; N — общее число потоков; $y(t_i)$ — бескупонная ставка, соответствующая времени t_i до выплаты потока CF_i по облигации i; а E — оператор математического ожидания в риск-нейтральной мере, определенной стоимостью бескупонной облигации.

Поскольку эмитентом ОФЗ является Министерство финансов РФ, то кредитным риском при моделировании будущих потоков можно пренебречь. Хотя случаи суверенных дефолтов по обязательствам в национальной валюте на практике встречаются [Du, Schreger, 2016], ОФЗ можно считать условно безрисковыми (в смысле кредитного риска) относительно других долговых инструментов в рублях.

Предполагая, что величина потока независима от ставки дисконтирования, цену облигации можно представить как дисконтированную сумму матожидания будущих потоков.

$$P_D = \sum_{i=1}^{N} e^{-y(t_i)*t_i} E[CF_i]. \tag{2}$$

В случае с ОФЗ-ПК потоки можно разбить на периодические купонные выплаты $Coupon_i$ и выплату номинала $Notional$ в дату погашения T_M. Величина выплаты номинала известна и определена заранее, поэтому от матожидания в формуле можно избавиться:

$$P_D = \sum_{i=1}^{N} e^{-y(t_i)*t_i} E[Coupon_i] + e^{-y(T_M)*T_M} Notional. \tag{3}$$

Для всех типов ОФЗ-ПК купон рассчитывается как произведение номинала $Notional$, длины купонного периода Δ от даты его начала T_s и до даты его конца T_e и базовой ставки $R(T_s, T_e)$, действующей в этот купонный период, с некоторым спредом $Spread$ к ней (при наличии):

$$E[Coupon] = Notional * \Delta(T_s, T_e) * (E[R(T_s, T_e)] + Spread). \tag{4}$$

Однако, поскольку номинал и длина купонного периода предопределены, задача оценки матожидания плавающего купона (и, таким образом, ОФЗ-ПК в целом), сводится к моделированию матожидания базовой ставки в риск-нейтральной мере $E[R(T_s, T_e)]$.

Для ОФЗ-ПК первого и второго типа базовая ставка $R(T_s, T_e)$ на некоторый купонный период рассчитывается как арифметическое среднее значение R_A овернайт-ставок r_k за этот купонный период:

$$R_A(T_s, T_e) = \frac{\sum_{k=1}^{K} \Delta_k * r_k}{\Delta(T_s, T_e)}, \tag{5}$$

где Δ_k обозначает период действия овернайт-ставки (один день или три дня в случае выходных), а K — количество наблюдений овернайт-ставки в этом периоде.

Для ОФЗ-ПК третьего типа базовая ставка рассчитывается как геометрическое среднее значение R_G овернайт-ставок r_k:

$$R_G(T_s, T_e) = \frac{1}{\Delta(T_s, T_e)} \left[\prod_{k=1}^{K} (1 + \Delta_k * r_k) - 1 \right]. \tag{6}$$

Если быть более точным, то в документации ОФЗ-ПК третьего типа говорится, что купон рассчитывается на основе срочной версии RUONIA 3M, публикуемой Банком России. Однако, согласно методике расчета Банка России, срочная ставка RUONIA 3M есть не что иное, как геометрическое среднее овернайт-ставок RUONIA, поэтому утверждение выше верно.

Упрощенно дневную капитализацию процентов можно рассматривать как непрерывную, поскольку один день — это достаточно короткий период. То есть:

$$R_G(T_s, T_e) = \frac{1}{\Delta(T_s, T_e)}(e^{\sum_{k=1}^{K} \Delta_k * r_k} - 1). \quad (7)$$

Из выражения выше видно, что геометрически средняя ставка эквивалентна форвардной ставке на период с T_s по T_e. А поскольку форвард является мартингалом, то матожидание от геометрической средней ставки R_G в риск-нейтральной мере становится равно форвардной ставке f на период с T_s по T_e:

$$E[R_G(T_s, T_e)] = f(T_s, T_e). \quad (8)$$

Таким образом, при оценке ОФЗ-ПК третьего типа плавающие купоны достаточно моделировать на основе форвардных ставок с кривой свопов на RUONIA.

С моделированием ОФЗ-ПК первого и второго типа ситуация обстоит сложнее. Арифметически среднюю ставку R_A можно выразить на основе геометрически средней ставки R_G из (7) следующим образом:

$$R_A(T_s, T_e) = \frac{1}{\Delta(T_s, T_e)} * \ln(1 + \Delta(T_s, T_e) R_G). \quad (9)$$

Тогда, возвращаясь к терминам математического ожидания и заменяя R_G на $f(T_s, T_e)$, получаем:

$$E[R_A(T_s, T_e)] = \frac{1}{\Delta(T_s, T_e)} * E[\ln(1 + \Delta(T_s, T_e) f(T_s, T_e)]. \quad (10)$$

Если в случае с геометрически средней ставкой можно было сказать, что $E[f(T_s, T_e)] = f(T_s, T_e)$, то в данном случае такой переход неприменим, поскольку внутри оператора матожидания находится логарифм (вогнутая функция). Необходимо учитывать так называемый convexity adjustment[6]. То есть:

$$E[\ln(1 + \Delta(T_s, T_e) f(T_s, T_e)] < \ln(1 + \Delta(T_s, T_e) E[f(T_s, T_e)]). \quad (11)$$

Очевидно, что в таком случае матожидание средней арифметической ставки $R_A(T_s, T_e)$ будет зависеть от волатильности процесса σ_f форвардной ставки f. Таким образом, для моделирования плавающих купонов ОФЗ-ПК необходимо также моделировать волатильность форвардных ставок.

---

[6] *Convexity adjustment (поправка на выпуклость) — это математическая корректировка, которая учитывает разницу между линейной аппроксимацией функции и фактическим изогнутым (convex) профилем функции [Hull, 2021]. В контексте финансов convexity adjustment возникает как следствие неравенства Йенсена, согласно которому матожидание изогнутой функции $E[f(x)]$ от некоторой переменной x не совпадает со значением функции от матожидания этой переменной $f(E[x])$, а именно $E[f(x)] > f(E[x])$ для выпуклой функции и $E[f(x)] < f(E[x])$ для вогнутой функции.*

В работе [Takada, 2011] показывается, что среднюю арифметическую ставку R_A можно выразить как среднюю геометрическую ставку R_G с тремя корректирующими поправками. Первая поправка статическая. Она отражает потерянную выгоду от отсутствия капитализации процента и возникает даже при нулевой волатильности форвардных ставок. Раскладывая выражение (9) через ряд Тейлора, получим:

$$R_A(T_s, T_e) = R_g(T_s, T_e) - \frac{\Delta(T_s, T_e) R_g^2(T_s, T_e)}{2} + \cdots, \tag{12}$$

где поправку к ставке $R_g(T_s, T_e)$ можно интерпретировать как поправку на потерю капитализации процентов:

$$CapAdj = \frac{\Delta(T_s, T_e) R_g^2(T_s, T_e)}{2}. \tag{13}$$

Вторая и третья корректирующие поправки зависят от процесса, который описывает динамику форвардной ставки f. В работе [Takada, 2011] для вывода поправок используется популярная модель Халла — Уайта, однако аналогичные поправки можно получить и на основе более простой модели Блэка. Пусть динамика форвардной ставки описывается процессом:

$$df = \sigma f df. \tag{14}$$

Тогда, применяя выражение (12) и отбрасывая обозначения купонного периода T_s и T_e, получим:

$$E[\ln(1 + \Delta f)] = E\left[f - \frac{\Delta f^2}{2}\right] = E[f] - \frac{\Delta}{2} E[f^2]. \tag{15}$$

Далее, используя определение дисперсии как $Var[f] = E[f^2] - E^2[f]$ и подставляя его в предыдущее выражение, получим:

$$E[\ln(1 + \Delta f)] = E[f] - \frac{\Delta}{2} E^2[f] - \frac{\Delta}{2} Var[f] = f - \frac{\Delta}{2} f^2 - \frac{\Delta}{2} \sigma^2 T_e. \tag{16}$$

То есть в дополнение к детерминированной поправке на отсутствие капитализации процентов в формуле появляется convexity adjustment:

$$ConvexAdj = \frac{\Delta(T_s, T_e)}{2} \sigma^2 T_e. \tag{17}$$

Чем больше волатильность процентных ставок и чем длиннее период до даты наблюдения форвардной ставки, тем больше будет эффект волатильности на матожидание купона ОФЗ-ПК с арифметическим усреднением купона. Иными словами, волатильность увеличивает convexity adjustment и, как следствие, доходность ОФЗ-ПК. Аналогичное свойство наблюдается у американских казначейских облигаций с плавающим купоном [Hartley, Jermann, 2020].

Наконец, третья корректирующая поправка обусловлена существованием лага между наблюдением плавающей ставки и фактической выплатой купона. Строго говоря, плавающая ставка наблюдается в каждый рабочий день купонного периода. Однако можно сделать упрощенное предположение, что средняя ставка за купонный период определяется в середине этого купонного периода. Тогда можно получить простое выражение для поправки на неодновременность наблюдения и выплаты (timing adjustment), по аналогии с [Hull, 2021]:

$$TimingAdj = \frac{f^2\sigma^2(\Delta(T_s,T_e)+lag)T_e}{1+f(T_s,T_e)(\Delta(T_s,T_e)+lag)}, \quad (18)$$

где lag — это время между датой определения купона и датой выплаты купона, выраженное в долях от года (шесть месяцев для ОФЗ-ПК первого типа и семь дней для ОФЗ-ПК второго типа).

Итоговое выражение для ожидания средней арифметической ставки будет выглядеть следующим образом:

$$E[R_A(T_s,T_e)] = \frac{1}{\Delta(T_s,T_e)}(f - CapAdj - ConvexAdj - TimingAdj) =$$
$$= \frac{1}{\Delta(T_s,T_e)}\left[f - \frac{\Delta(T_s,T_e)f^2}{2} - \frac{\Delta(T_s,T_e)}{2}\sigma^2 T_e - \frac{f^2\sigma^2(\Delta(T_s,T_e)+lag)T_e}{1+f(T_s,T_e)(\Delta(T_s,T_e)+lag)}\right]. \quad (19)$$

Выражение (19) подразумевает, что динамика ставок описывается моделью Блэка. В [Takada, 2011] показано, что аналогичное выражение можно вывести без предположения о каком-либо процессе для динамики процентных ставок, непосредственно на основе цены процентных опционов кэп и флор. Однако с аналитической точки зрения выражение (19) более удобно, так как позволяет разложить доходность ОФЗ-ПК на соответствующие компоненты, поэтому далее для анализа будем использовать именно его, принимая во внимание все ограничения модели Блэка.

Отдельно рассмотрим логику расчета первых купонов. Если дата расчета стоимости облигации T_{calc} находится внутри периода наблюдения плавающей ставки (т. е. $T_s < T_{calc} < T_E$), то часть ставок r_k до даты T_{calc} уже известна. Соответственно, их необходимо исключить из моделирования матожидания. Для ОФЗ-ПК второго и третьего типа это сделать достаточно легко, поскольку лаг между наблюдением и выплатой купона минимален. Формула расчета НКД[7] для таких облигаций аналогична формуле расчета средней арифметической и средней геометрической ставки (формулы (5) и (6) соответственно). Поэтому уже известную часть купона можно заменить непосредственно на НКД и начинать моделирование неизвестных потоков по форвардной кривой RUONIA с даты $T_s = T_{calc}$:

$$E[Coupon_1] = AI(T_{calc}) + Notional * \Delta(T_{calc},T_e) * E[R(T_{calc},T_e)]. \quad (20)$$

В случае с ОФЗ-ПК первого типа ситуация сложнее. Лаг между наблюдением купона и его выплатой составляет шесть месяцев. Из-за этого первый купон всегда известен заранее и НКД рассчитывается именно по нему. Соответственно, уже известные овернайт-ставки r_k до даты T_{calc} влияют только на величину второго купона и не отражены в НКД. Поэтому при моделировании цены ОФЗ-ПК первого типа необходимо учитывать всю историю плавающей ставки:

$$E[Coupon_1] = FixedCoupon, \quad (21)$$

$$E[Coupon_2] = Notional * \Delta(T_s,T_e) * \left[\begin{array}{c} \frac{\Delta(T_s,T_{calc})}{\Delta(T_s,T_e)} * \frac{\sum_{k=1}^{K}\Delta_k * r_k}{\Delta(T_s,T_{calc})} \\ + \frac{\Delta(T_s,T_{calc})}{\Delta(T_s,T_e)} E[R(T_{calc},T_e)] \\ +Spread \end{array}\right]. \quad (22)$$

[7] *Московская биржа. Методика расчета НКД и доходности. URL: https://www.nsd.ru/publications/novosti-o-produktakh-i-uslugakh/ob-avtomatizatsii-rascheta-nkd-po-formule-s-ispolzovaniem-indeksa-ruonia/.*

Это неудобное свойство с точки зрения финансового моделирования. Однако, как было показано ранее, на рынке остается всего четыре выпуска такого типа. Новые выпуски удобнее для моделирования, поскольку меньше страдают от эффекта памяти.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДОХОДНОСТИ ОФЗ-ПК

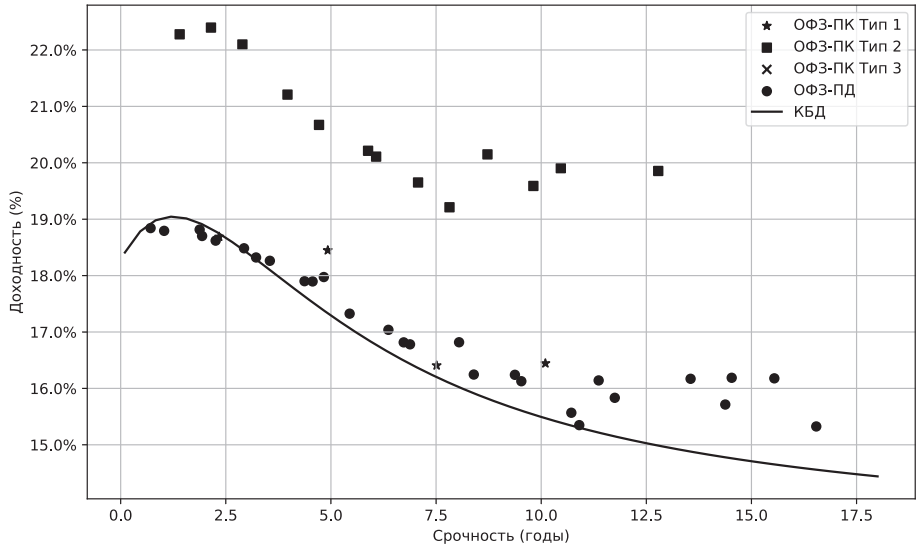
Для иллюстрации теоретической модели были взяты реальные дневные данные по ценам 19 ОФЗ-ПК, находившихся в обращении в период с января 2024 г. по март 2025 г. В этот период наблюдалась особенно высокая волатильность процентных ставок, а также особенно быстрый рост популярности ОФЗ-ПК, поэтому этот период наиболее интересен с точки зрения анализа. В качестве цен использовалась цена закрытия торгов на основной секции Мосбиржи. Для моделирования плавающих платежей, привязанных к RUONIA, выбрана бескупонная кривая свопов на RUONIA с секции производных финансовых инструментов (СПФИ) Мосбиржи. Все данные были получены с аналитической платформы Cbonds.

В первом приближении для расчета доходности ОФЗ-ПК рассмотрим синтетическую стратегию инвестирования в эти облигации с хеджированием плавающих платежей через процентный своп. В таком случае ОФЗ-ПК можно представить как облигацию с квазификсированным купоном. Строго говоря, такой простой подход применим только для ОФЗ-ПК третьего типа, поскольку, как и свопы на RUONIA, они также используют дневную капитализацию процентов. Как было показано ранее, для ОФЗ-ПК первого и второго типа необходимо учитывать также корректирующие поправки. Однако простой подход с проецированием всех потоков по кривой свопов на RUONIA является полезным первым шагом к анализу доходностей ОФЗ-ПК.

На рисунках 2 и 3 приведены примеры полученных доходностей на два торговых дня — 30 октября 2024 г. и 27 марта 2025 г. Доходности ОФЗ-ПК отмечены на рисунках звездочкой, квадратом и крестиком в зависимости от типа ОФЗ-ПК (тип 1, 2 и 3 соответственно). Для наглядности на рисунках также приводятся доходности к погашению ОФЗ-ПД (круглые точки) и кривая бескупонных доходностей, оцененная через модель Нельсона — Зигеля [Nelson, Siegel, 1987] по ценам ОФЗ-ПД (непрерывная линия).

Рисунок 2

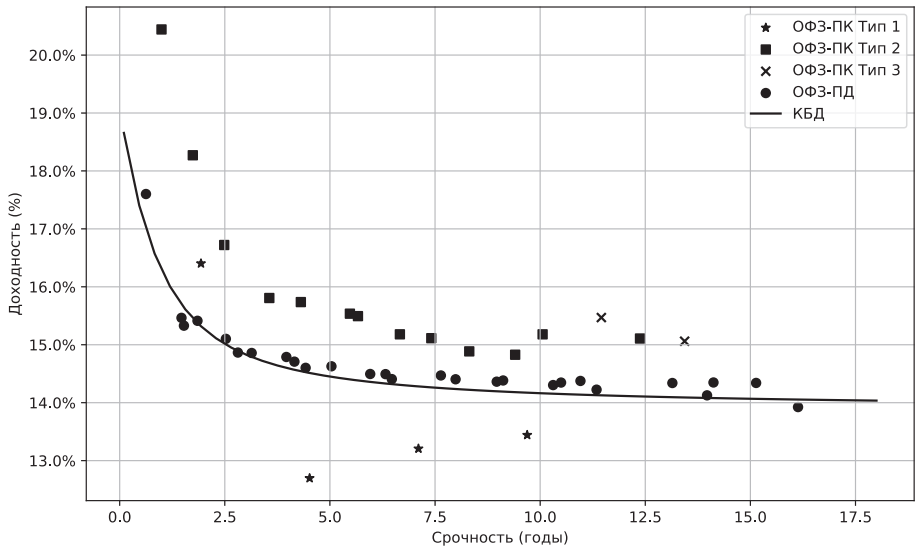
Доходности ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД на 30.10.2024



Источник: рисунок автора.

Рисунок 3

Доходности ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД на 27.03.2025

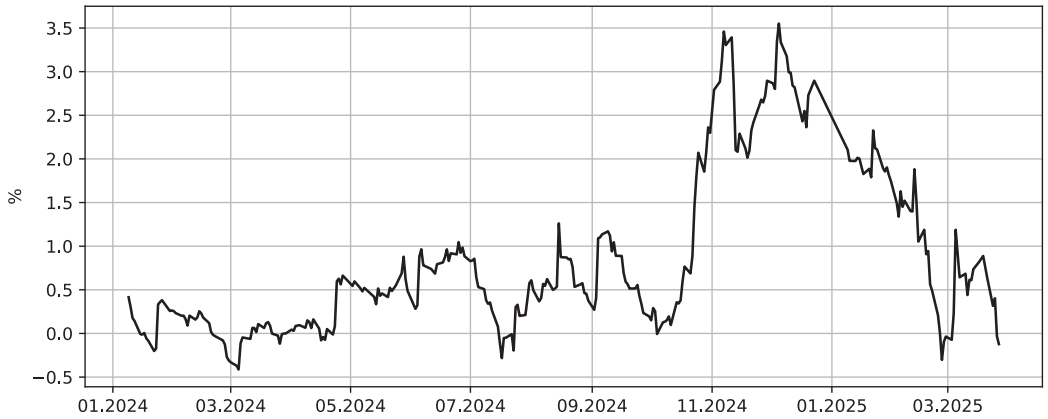


Источник: рисунок автора.

Из приведенного графического сравнения видно, что доходности ОФЗ-ПК значительно превышают доходности ОФЗ аналогичной срочности с фиксированным купоном. Кроме того, премия в доходности ОФЗ-ПК к ОФЗ-ПД меняется со временем. Сравним интерполированную доходность ОФЗ-ПК со срочностью в пять лет и доходность ОФЗ-ПД с аналогичной срочностью (рис. 4). Среднее значение разницы в доходностях за рассмотренный период составляло порядка 0,8%, однако в отдельные периоды (ноябрь — январь 2024 г.) эта разница достигала 3%. В этот период наблюдалась особенно высокая волатильность процентных ставок после резкого повышения ключевой ставки с 19 до 21% в конце октября 2024 г.

Рисунок 4

Разница в доходности пятилетних ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД



Источник: рисунок автора.

Чтобы объяснить причины наличия премии в доходности ОФЗ-ПК к ОФЗ-ПД, были рассчитаны доходности к погашению ОФЗ-ПК с каждой поправкой к форвардной ставке из

выражения (19) по отдельности через приравнивание модельной цены облигации к ее фактической рыночной цене и нахождение неизвестной ставки дисконтирования. Это позволяет изолировать эффект каждого компонента в доходности ОФЗ-ПК. Чтобы учесть разницу в длине купонного периода у разных типов ОФЗ-ПК, все доходности были приведены к непрерывной конвенции подсчета дней к базе расчета процентов.

Поправку на отсутствие капитализации процентов оценить достаточно легко, так как она не зависит от волатильности. Величину convexity и timing adjustment оценить сложнее. Дело в том, что на современном российском рынке достоверная рыночная информация по вмененной волатильности процентных ставок напрямую не наблюдается. До февраля 2022 г. такая информация была доступна, например, на платформе Bloomberg. Однако после февраля 2022 г. объем рынка процентных деривативов в рублях сильно сократился. Основные сделки по торговле волатильностью процентных ставок проходят между крупными банками в двустороннем режиме, и их цены не наблюдаются напрямую. Поэтому для оценки эффекта волатильности в доходностях ОФЗ-ПК была использована реализованная волатильность дневных приращений ставки RUONIA. За период с марта 2024 г. по март 2025 г. она составила порядка 400 пунктов в годовом выражении. Из частных разговоров автора с трейдерами из крупных российских банков было установлено, что это значение примерно сопоставимо с уровнем, по которому проходили фактические сделки на опционы кэп/флор в анализируемый период.

Результаты анализа приведены в табл. 2 с усреднением премии за весь анализируемый период и с разбивкой на типы ОФЗ-ПК. Общая величина поправки ожидаемо оказалась наибольшей для ОФЗ-ПК первого типа, у которых купон усредняется за шесть месяцев и выплачивается два раза в год. У ОФЗ-ПК второго типа купон выплачивается четыре раза в год, поэтому и эффект от отсутствия капитализации и волатильности процентных ставок ниже. У ОФЗ-ПК третьего типа величина поправки равна нулю, так как купон усредняется геометрически — его матожидание будет равно форвардной ставке без корректировок.

Таблица 2

Средняя теоретическая премия в доходности ОФЗ-ПК

	Тип 1	Тип 2	Тип 3
Capitalization Adj, %	0,53	0,39	0,00
Convexity Adj, %	0,20	0,09	0,00
Timing Adj, %	0,01	0,00	0,00
Итого, %	0,74	0,49	0,00

Источник: расчеты автора.

Из анализа также следует, что наибольшая часть премии определяется отказом от капитализации процентов (примерно 0,4–0,5% к доходности). Это логичный результат, учитывая текущий высокий уровень процентных ставок. В ситуации, когда ключевая ставка находится на уровне 21%, потеря капитализации процентов будет сильно ощутима для инвесторов. Эффект от convexity менее значителен, но тоже ощутим. Он составляет примерно 0,2% для ОФЗ-ПК первого типа и 0,1% для ОФЗ-ПК второго типа. Эффект от неодновременности выплат близок к нулю. Это также ожидаемый результат, учитывая, что лаг в семь дней и даже в шесть месяцев не столь значителен по отношению к общей срочности облигаций. На практике его можно игнорировать.

Другим интересным выводом является то, что у ОФЗ-ПК третьего типа теоретическая премия к доходностям аналогичных ОФЗ-ПД равна нулю. Доходность таких облигаций не зависит от волатильности процентных ставок и включает капитализацию. Они удобнее для финансового моделирования и понятнее для инвестора. Фактически комплексность

моделирования переносится из модели оценки в формулу расчета купона. В связи с этим решение Минфина России о выпуске ОФЗ-ПК третьего типа на основе срочной версии RUONIA можно только приветствовать.

Важно отметить, что величина премии в доходности ОФЗ-ПК, приведенная в табл. 2, является лишь теоретической оценкой, рассчитанной в предпосылке о совершенной эффективности рынка. В реальности на разницу между доходностями ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД влияют и другие рыночные факторы, такие как различия в ликвидности, разный состав инвесторов, доступность (или недоступность) инструментов хеджирования и др. Это можно видеть из сравнения доходностей ОФЗ-ПД и ОФЗ-ПК третьего типа на рис. 2 (ОФЗ-ПК обозначены крестиком). Доходности этих облигаций на сопоставимые срочности в теории должны быть равны. Однако на практике даже между доходностью ОФЗ-ПК третьего типа и доходностью ОФЗ-ПД наблюдается некоторая разница. В связи с этим представляется необходимым провести более подробный анализ причин неоднородности доходностей ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД.

ПРИЧИНЫ НЕОДНОРОДНОСТИ ДОХОДНОСТЕЙ ОФЗ-ПК И ОФЗ-ПД

Различие между теоретическими доходностями ОФЗ-ПК и фактически наблюдаемыми на рынке доходностями, казалось бы, могло указывать на существование возможностей арбитража. Однако на практике, учитывая текущее состояние российского рынка, осуществление такого арбитража проблематично, что и препятствует конвергенции доходностей ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД. Дело в том, что, как следует из выражения (19), для репликации ОФЗ-ПД через ОФЗ-ПК необходимо использовать комбинацию из свопа на RUONIA, а также опционов кэп/флор на RUONIA для хеджирования волатильности. В условиях ограниченной ликвидности процентных свопов, и в особенности опционов, наличие разницы между доходностями ОФЗ неизбежно. Полезную информацию по этому вопросу приводит Банк России в своих ежегодных обзорах [Банк России, 2022; 2024].

Во-первых, рынки ОФЗ-ПК и процентных свопов несопоставимы по объему. После февраля 2022 г. российский рынок деривативов на ставки существенно сократился. Если в феврале 2022 г. объем открытых позиций с процентными свопами в рублях составлял порядка 12 трлн руб., то по состоянию на июль 2024 г. — всего 8 трлн руб. Снижение размера рынка связано с уходом с рынка нерезидентов, которые предоставляли дополнительную ликвидность и стабильный спрос на получение плавающей ставки. Из 8 трлн руб. рынка процентных свопов порядка 80% сделок (или 6,5 трлн руб.) приходится на свопы на ключевую ставку. Популярность таких свопов объясняется ростом кредитования нефинансовых компаний по ключевой ставке и последующей необходимостью хеджирования этих кредитов. Свопы на RUONIA занимают всего 12% рынка процентных деривативов — это около 1 трлн руб. в объеме открытых позиций в свопах по состоянию на 2024 г. Для сравнения: объем рынка ОФЗ-ПК на тот же период составлял порядка 10 трлн руб. То есть ликвидности рынка процентных свопов на RUONIA недостаточно для устранения неоднородности между доходностями ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД. В теории вместо свопов на RUONIA можно использовать свопы на ключевую ставку. Но и в этом случае объемы рынка недостаточны. Кроме того, возникает дополнительный базисный риск между RUONIA и ключевой ставкой.

Во-вторых, существуют ограничения по доступной срочности свопов на RUONIA. Порядка половины свопов на ставку RUONIA заключается в рамках секции производных финансовых инструментов (СПФИ) Московской биржи. Максимальная доступная срочность таких свопов на СПФИ составляет 10 лет. Однако доля 10-летних свопов на рынке крайне мала, порядка 10 млрд руб. Основной объем рынка свопов на RUONIA сконцентрирован в сегменте срочностей от двух до четырех лет. Для сравнения: средняя срочность

находящихся в обращении ОФЗ-ПК составляет семь лет, а максимальная — 13. Из-за этого часть плавающих купонов ОФЗ-ПК просто невозможно захеджировать через своп. Кроме того, возникают опасения в релевантности информации из длинного конца кривой свопов на RUONIA применительно к прайсингу ОФЗ-ПК.

В-третьих, в современных реалиях российского рынка процентных опционов возможности хеджирования волатильности процентных ставок ограничены. После февраля 2022 г. объемы рынка сильно сократились. Если в 2021 г. объем сделок с процентными опционами составлял порядка 1,8 трлн руб., то в 2024 г. он снизился до 500 млрд руб. Основная торговая активность происходит в сегменте опционов со срочностью до трех лет, а долгосрочные опционы практически не торгуются. В то же время срочность ОФЗ-ПК часто превышает 10 лет. Следует учитывать также различие в базовой ставке. Купоны ОФЗ-ПК привязаны к RUONIA, в то время как практически все процентные опционы заключаются на ключевую ставку. Это объясняется тем, что основные сделки по процентным опционам проходят между компаниями реального сектора и крупными банками, которые предоставляют своим корпоративным клиентам услуги хеджирования кредитов с процентными платежами, привязанными к ключевой ставке.

Отметим, что некоторая неоднородность между ценами облигаций с фиксированными и плавающими купонами наблюдается и на развитых западных рынках, хотя и в меньшем масштабе. В работе [Fleckenstain, Longstaff, 2020] для американских казначейских облигаций с плавающим купоном в период с 2014 по 2018 г. размер этой премии определяется на уровне шести – десяти базисных пунктов. В исследовании [Ang J., Ang Y., 2020] величина премии определена в четыре базисных пункта, а также отмечено, что она возрастает в периоды экономической нестабильности. Аналогичные выводы по рынку США сделаны в работе [Hartley, Jermann, 2020]. Величина премии на рынке США на порядок меньше, чем в России, однако это неудивительно, учитывая разные уровни процентных ставок и их волатильности.

Рынок деривативов в США значительно более развит по сравнению с российским. Техническая репликация облигации с фиксированным купоном через облигацию с плавающим купоном и комбинацию процентного свопа и опциона не должна быть проблемой. Поэтому исследователи объясняют наличие премии в доходности облигаций с плавающим купоном через состав участников рынка и их мотивацию. На рынке США порядка 90% казначейских облигаций с плавающим купоном находятся во владении фондов. Для них эти облигации служат защитным активом от изменения процентных ставок, поэтому фонды не заинтересованы в их хеджировании. На российском рынке основными держателями ОФЗ-ПК являются системно значимые банки [Морозов и др., 2025]. Они так же не заинтересованы в исполнении арбитража между ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД и рассматривают облигации с плавающим купоном в основном как буфер ликвидности.

В теории роль медиатора между рынком облигаций и рынком деривативов могли бы занять хедж-фонды, которые за счет репликации облигаций с переменным купоном через процентные деривативы извлекали бы выгоду из неоднородности рынка и сводили бы разницу в доходностях облигаций с плавающим и фиксированным купоном к минимуму. В западных странах хедж-фонды представляют собой важную часть финансового рынка. Они обладают техническим потенциалом и рыночными возможностями для реализации сложных финансовых стратегий и монетизации рыночной неэффективности. На российском рынке аналогичных и сопоставимых по размеру хедж-фондов на данный момент нет. Основными игроками на рынке деривативов являются банки, риск-профиль которых более консервативен. Участие западных хедж-фондов в устранении дислокаций на российском рынке в условиях текущих ограничений также невозможно. Кроме того, как было показано ранее, текущее состояние рынка рублевых процентных деривативов значительно затрудняет задачу хеджирования ОФЗ-ПК.

В связи с изложенными причинами конвергенция между доходностями ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД проблематична. ОФЗ-ПК необходимо рассматривать скорее как отдельный сегмент рынка ОФЗ со своими специфическими принципами ценообразования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ОФЗ-ПК в последние годы на российском рынке стали особенно популярными. Это объясняется высокой волатильностью процентных ставок и неопределенностью дальнейшей монетарной политики ЦБ РФ.

В работе были систематизированы основные типы ОФЗ-ПК, находящихся в обращении на российском рынке, а также изучены факторы, определяющие доходность этих облигаций. Выявлено, что они торгуются с премией по отношению к ОФЗ-ПД аналогичной срочности. Величина этой премии увеличивается в период стресса на рынке. Премия объясняется в основном отсутствием капитализации процентов, а также чувствительностью к волатильности процентных ставок, вызванной арифметическим усреднением плавающей ставки, присущей большинству выпусков ОФЗ-ПК. Новые ОФЗ-ПК с купоном на основе срочной версии RUONIA в этом плане являются более удобным инструментом, поскольку учитывают капитализацию процентов.

Показано, что для хеджирования большинства ОФЗ-ПК с арифметическим усреднением купона необходимо использовать комбинацию из свопа и опционов кэп/флор на процентную ставку. Однако в условиях текущего состояния рынка процентных деривативов это возможно не всегда, поэтому некая неоднородность цен ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД неизбежна. В связи с этим рекомендуется рассматривать ОФЗ-ПК как отдельный сегмент рынка ОФЗ со своими специфическими принципами ценообразования.

Выводы работы могут быть полезны инвесторам в ОФЗ-ПК для анализа доходности портфелей и выбора инвестиционных возможностей. Кроме того, описанный инструментарий может быть использован эмитентами при разработке условий размещения облигаций с плавающим купоном.

Список источников

1. Авдеева О. А., Цыплаков А. А. Метод адаптивного оценивания срочной структуры процентных ставок // Экономический журнал ВШЭ. 2015. Т. 19. № 4. С. 609–639.
2. Банк России. Рынок внебиржевых производных финансовых инструментов. Информационно-аналитический материал. 2022. URL: https://www.cbr.ru/collection/collection/file/46341/otc_derivatives_market_2022.pdf.
3. Банк России. Рынок производных финансовых инструментов. Информационно-аналитический материал. 2024. URL: https://www.cbr.ru/collection/collection/file/50717/derivatives_market_2024.pdf.
4. Бешенов С. В., Лапшин В. А. Параметрическая иммунизация процентного риска на основе моделей срочной структуры процентных ставок // Экономический журнал ВШЭ. 2019. Т. 23. № 1. С. 9–31.
5. Вилкул Д. Е., Немцева А. А. Особенности мер доходности облигаций с переменным купоном на примере сравнения ОФЗ-ПК и ОФЗ-ПД // Финансы и бизнес. 2020. Т. 16. № 4. С. 41–59. https://doi.org/10.31085/2310-8681-2020-16-160-41-60.
6. Власова Ю. А. Государственные облигации с переменным купоном: особенности и перспективы развития в России // Глобальные рынки и финансовый инжиниринг. 2016. Т. 3. № 3. С. 183–194.
7. Зайцев В. А. Облигации с переменным купоном как альтернативный источник государственного финансирования нефтегазовой отрасли // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2023. Т. 20. № 2. С. 80–92. http://dx.doi.org/10.21686/2413-2829-2023-2-80-92.
8. Курбангалеев М. З., Лапшин В. А., Шепелева И. С. Согласованность котировок государственных облигаций России // Управленческий учет и финансы. 2016. Т. 45. № 1. С. 40–51.
9. Курочкин С. В., Родина В. А. Оптимальное решение задачи иммунизации потока множественных платежей произвольной структуры // Экономика и математические методы. 2023. Т. 59. № 2. С. 87–99. https://doi.org/10.31857/ S042473880025861-6.
10. Курочкин С. В., Макушкин М. С. Динамика формы кривой бескупонной доходности российских государственных облигаций // Экономика и математические методы. 2024. Т. 60. № 4. С. 40–49. https://doi.org/10.31857/S0424738824040044.

11. Лапшин В. А., Каушанский В. Я., Курбангалеев М. З. Оценка кривой бескупонной доходности на российском рынке облигаций // Экономический журнал ВШЭ. 2015. Т. 19. № 1. С. 9–29.
12. Макушкин М. С., Лапшин В. А. Динамическая модель Нельсона — Зигеля для оценки рыночного риска облигаций: практические аспекты имплементации // Прикладная эконометрика. 2023. Т. 69. С. 5–27. https://doi.org/10.22394/1993-7601-2023-69-5-27.
13. Макушкин М. С., Лапшин В. А. Обработка пропусков в рыночных данных на примере задачи оценки кривой доходностей облигаций // Финансы: теория и практика. 2023. Т. 27. № 6. С. 44–53. https://doi.org/10.26794/2587-5671-2023-27-6-44-53.
14. Михайлов А. Ю. Взаимосвязь макроэкономических параметров и доходности российских государственных облигаций // Финансы и кредит. 2016. Т. 48. С. 18–27.
15. Морозов А. Г., Азарина В., Ахметов А. Обзор финансовых инструментов за 2024 год. Аналитический материал. Банк России, 2025. URL: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/55196/review_2024.pdf.
16. Соколова Е. Ю. Финансовый рынок России в условиях санкционных ограничений: поиск альтернативных источников формирования инвестиций // Дискуссия. 2024. № 3 (124). С. 82–90. https://doi.org/10.46320/2077-7639-2024-3-124-82-90.
17. Теплова Т. В., Соколова Т. В. Исследовательские поля облигационных рынков. Москва: ИНФРА-М, 2018. 455 с.
18. Тропина Ж. Н. Облигации с плавающим купоном — ведущий защитный инструмент на российском долговом рынке 2023 года // Сибирская финансовая школа. 2024. Т. 4. С. 37–42. https://doi.org/10.34020/1993-4386-2023-4-37-42.
19. Чеботари Г., Кузьмина Т. Искусство возможного: как захеджировать флоатер ОФЗ // Cbonds Review. 2017. Т. 3. С. 55–57.
20. Юкович Н. Об оценке справедливой стоимости ОФЗ-ПК с привязкой к RUONIA // Cbonds Review. 2017. Т. 3. С. 48–51.
21. Ahn J., Ahn Y. Demystifying the US Treasury Floating Rate Note Puzzle: A Swap Market Perspective // Finance Research Letters. 2022. Vol. 50. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103362.
22. Fleckenstein M., Longstaff F. A. The US Treasury Floating Rate Note Puzzle: Is There a Premium for Mark-To-Market Stability? // Journal of Financial Economics. 2020. Vol. 137. No. 3. P. 637–658. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2020.04.006.
23. Du W., Schreger J. Local Currency Sovereign Risk // The Journal of Finance. 2016. Vol. 71. No. 3. P. 1027–1070. https://doi.org/10.1111/jofi.12389.
24. Hartley J. S., Jermann U. Should the US Government Issue Floating Rate Notes? // National Bureau of Economic Research. 2020. No. 27065.
25. Hull J. Options, Futures, and Other Derivatives (11th ed.). Pearson, 2022.
26. Klaus J., Selga E. K. How Floating Rate Notes Stopped Floating: Evidence from the Negative Interest Rate Regime // International Review of Financial Analysis. 2021. Vol. 75. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101709.
27. Nelson C. R., Siegel A. F. Parsimonious Modeling of Yield Curves // Journal of Business. 1987. Vol. 60. No. 4. P. 473–489. http://dx.doi.org/10.1086/296409.
28. Takada K. (2011). Valuation of Arithmetic Average of Fed Funds Rates and Construction of the US dollar Swap Yield Curve. Available at: https://ssrn.com/abstract=1981668.
29. Xu M. (2021). SOFR Derivative Pricing Using a Short Rate Model. Available at: https://ssrn.com/abstract=4007604.

References

1. Avdeeva O., Tsyplakov A. (2015). A Method for Adaptive Estimation of the Term Structure of Interest Rates. *HSE Economic Journal*, 19 (4), 609–639 (in Russ.).
2. Bank of Russia (2022). OTC Derivatives Market (in Russ.). Available at: https://www.cbr.ru/collection/collection/file/46341/otc_derivatives_market_2022.pdf.
3. Bank of Russia (2024). Derivatives Market (in Russ.). Available at: https://www.cbr.ru/collection/collection/file/50717/derivatives_market_2024.pdf.
4. Beshenov S., Lapshin V. (2019). Parametric Immunization of Interest Rate Risk via Term Structure Models. *HSE Economic Journal*, 23 (1), 9–31 (in Russ.).
5. Vilkul D., Nemtseva A. (2020). Features of Yield Measures for Floating-Rate Bonds Based on a Comparison of OFZ-PK and OFZ-PD. *Finance and Business*, 16 (4), 41–59 (in Russ.). https://doi.org/10.31085/2310-8681-2020-16-160-41-60.
6. Vlasova Yu. (2016). Government Floating Rate Notes: Features and Prospects of Development in Russia. *Global Markets and Financial Engineering*, 3 (3), 183–194 (in Russ.).
7. Zaitsev V. (2023). Bonds with variable coupon as alternative source of state financing for oil and gas industry. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 20 (2), 80–92 (in Russ.). http://dx.doi.org/10.21686/2413-2829-2023-2-80-92.

8. Kurbangaleev M., Lapshin V., Shepeleva I. (2016). Consistency of Russian government bond prices. *Upravlencheskiy uchet i finansy*, 45 (1), 40–51 (in Russ.).
9. Kurochkin S., Rodina V. (2023). Optimal Solution for Immunizing Arbitrarily Scheduled Multiple Liabilities. *Economics and Mathematical Methods*, 59 (2), 87–99 (in Russ.). https://doi.org/10.31857/S042473880025861-6.
10. Kurochkin S.V., Makushkin M.S. (2024). Zero Coupon Yield Curve Dynamics in the Russian Sovereign Bond Market. *Economics and Mathematical Methods*, 60 (4), 40–49 (in Russ.). https://doi.org/10.31857/S0424738824040044.
11. Lapshin V., Kaushansky V., Kurbangaleev M. (2015). Fitting Zero-coupon Yield Curve in the Russian Bond Market. *HSE Economic Journal*, 19 (1), 9–29 (in Russ.).
12. Makushkin M., Lapshin V. (2023). Dynamic Nelson-Siegel model for market risk estimation of bonds: Practical implementation. *Applied Econometrics*, 69, 5–27 (in Russ.). https://doi.org/10.22394/1993-7601-2023-69-5-27.
13. Makushkin M., Lapshin V. (2023). Treatment of Missing Market Data: Case of bond Yield Curve Estimation. *Finance: Theory and Practice*, 27 (6), 44–53 (in Russ.). https://doi.org/10.26794/2587-5671-2023-27-6-44-53.
14. Mikhailov A. (2015). Correlation of Macroeconomic Parameters and Russian Government Bond Yield. *Finance and Credit*, 48, 18–27 (in Russ.).
15. Morozov A., Azarina V., Akhmetov A. (2025). Review of Financial Instruments for 2024 (in Russ.). Available at: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/55196/review_2024.pdf.
16. Sokolova E. (2024). The Russian Financial Market in the Context of Sanction Restrictions: The Search for Alternative Sources of Investments. *Diskussiya*, 3 (124), 82–90 (in Russ.). https://doi.org/10.46320/2077-7639-2024-3-124-82-90.
17. Teplova T., Sokolova T. (2018). Research Fields of Bond Markets. Moscow: INFRA-M. 455 p. (in Russ.).
18. Tropina J. (2023). The Leading Protective Tool in the Russian Debt Market in 2023. *Sibirskaya Finansovaya Shkola*, 4, 37–42 (in Russ.). https://doi.org/10.34020/1993-4386-2023-4-37-42.
19. Chebotari G., Kuzmina T. (2017). The Art of the Possible: How to Hedge a Floating-Rate OFZ. *Cbonds Review*, 3, 55–57 (in Russ.).
20. Yukovich N. (2017). On the Fair Value Assessment of Floating-Rate OFZ Linked to RUONIA. *Cbonds Review*, 3, 48–51 (in Russ.).
21. Ahn J., Ahn Y. (2022). Demystifying the US Treasury Floating Rate Note Puzzle: A Swap Market Perspective. *Finance Research Letters*, 50. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103362.
22. Du W., Schreger J. (2016). Local Currency Sovereign Risk. *The Journal of Finance*, 71 (3), 1027–1070. https://doi.org/10.1111/jofi.12389.
23. Fleckenstein M., Longstaff F.A. (2020). The US Treasury Floating Rate Note Puzzle: Is There a Premium for Mark-To-Market Stability? *Journal of Financial Economics*, 137 (3), 637–658. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2020.04.006.
24. Hartley J.S., Jermann U. (2020). Should the US Government Issue Floating Rate Notes? *National Bureau of Economic Research*, № 27065.
25. Hull J.C. (2022). Options, Futures, and Other Derivatives (11th ed.). Pearson.
26. Klaus J., Selga E.K. (2021). How Floating Rate Notes Stopped Floating: Evidence from the Negative Interest Rate Regime. *International Review of Financial Analysis*, 75. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101709.
27. Nelson C.R., Siegel A.F. (1987). Parsimonious Modeling of Yield Curves. *Journal of Business*, 60 (4), 473–489. http://dx.doi.org/10.1086/296409.
28. Takada K. (2011). Valuation of Arithmetic Average of Fed Funds Rates and Construction of the US dollar Swap Yield Curve. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1981668.
29. Xu M. (2021). SOFR Derivative Pricing Using a Short Rate Model. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4007604.

Информация об авторе

***Михаил Сергеевич Макушкин**, аспирант Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Москва*

Information about the author

***Mikhail S. Makushkin**, Postgraduate Student, National Research University Higher School of Economics, Moscow*

Статья поступила в редакцию 26.05.2025
Одобрена после рецензирования 08.09.2025
Принята к публикации 08.10.2025

The article submitted May 26, 2025
Approved after reviewing September 8, 2025
Accepted for publication October 8, 2025