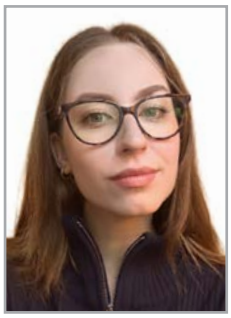
Моделирование Expected Shortfall для ОФЗ с плавающей процентной ставкой

Рустам СОКУРОВ,
студент, НИУ ВШЭ*

Илья РОДИОНОВ,
студент, НИУ ВШЭ*

Полина ДМИТРИЕВА,
студент,
НИУ ВШЭ*



Данная статья — выдержка из работы, посвященной исследованию рыночного риска государственных облигаций с плавающей ставкой. В ней реализован полный алгоритм расчета Expected Shortfall для облигаций данного типа. Актуальность исследования обусловлена нестабильностью на рынке облигаций с плавающей ставкой осенью 2024 года, когда котировки ценных бумаг существенно отклонились от номинальной цены, что не соответствует ряду теоретических предпосылок. Анализ показал, что риск облигаций с плавающей ставкой был недооценен основными держателями, а именно системно значимыми банками, и подтвердил необходимость построения точной модели оценки рыночного риска по таким инструментам. Результаты построения и бэктестирования моделей показали, что на эффективность работы метода оценки риска влияет срок до погашения облигации.

Модели ценообразования облигаций выступают ключевым элементом оценки Expected Shortfall

ПРИМЕНЕНИЕ К РОССИЙСКОМУ РЫНКУ ЦЕННЫХ БУМАГ

Сравнение моделей ценообразования облигаций ОФЗ-ПК

Модели ценообразования облигаций выступают ключевым элементом оценки Expected Shortfall. Их применение позволяет оценить влияние изменения риск-факторов на цены облигаций и сформировать распределение доходностей облигаций.

Для большинства ценных бумаг расчетные котировки по упрощенной модели находятся около 100%, то есть разброс цены составляет всего 1 п. п., отсюда следует вывод, что расчетные цены сохраняются на уровне номинальной стоимости с корректировкой на волатильность краткосрочных процентных ставок, в данном случае своп-кривая на Ruonia на сроке до 3 месяцев (т. к. периодичность выплаты купонов — ежеквартальная) и кривая КБД на аналогичный срок. Тем

* Победитель VI студенческого конкурса Cbonds по рынку облигаций.

не менее данная модель дает большую ошибку при сравнении с наблюдаемыми ценами (RMSE от 1 до 5 п. п.).

Расчетные котировки по комплексной модели с дисконтированием по RUONIA наиболее точно приближены к рыночным данным, в особенности стоит отметить, что модель смогла уловить падение ОФЗ-ПК, которое наблюдалось с июля по декабрь 2024 года, а также рост в конце 2023-го на фоне ужесточения ДКП аналогично предыдущей модели. В дополнение полученные котировки обладают невысокой волатильностью и находятся в диапазоне от 97.8 до 99.5 %.

Выделение дисконтной маржи

В условиях ужесточения денежно-кредитной политики осенью 2024 года наблюдался феномен снижения цен ОФЗ-ПК. Основной причиной стало вынужденное увеличение объемов размещения ОФЗ-ПК Министерством финансов для выполнения плана заимствований в условиях сужения возможностей привлечения средств через ОФЗ с фиксированным купоном. Одновременно дорогое фондирование основных покупателей привело к сокращению спроса на долговые бумаги. Следствием этого стало размещение ОФЗ-ПК с дополнительным дисконтом в цене.

В соответствии с принятой методологией m-спред отражает премию за ликвидность, возникающую на рынке, и рассчитывается путем приведения расчетной цены к рыночной через подбор надбавки к ставке дисконтирования.

Полученная кривая m-спреда имеет положительный наклон, а также по мере приближения к стрессовому периоду кривая приобретает более крутую форму, особенно для наиболее длинных бумаг, что связано с аукционами Министерства финансов, на которых планировалось привлечь существенный объем средств за счет исключительно двух наиболее длинных выпусков. Однако для других ОФЗ-ПК динамика отличается: наблюдается явная кластеризация волатильности, т. е. в период осеннего стресса волатильность спреда заметно выросла притом, что до этого спред колебался вокруг нулевого значения. Важно отметить, что m-спред может принимать как положительные, так и отрицательные значения, то есть возможна не только дополнительная плата за дорогую ликвидность на рынке, но и некоторая премия при избытке ликвидности.

Построение и применение методов моделирования ES

В расчетах используются данные по датам с доступными ценами и дисконтной маржой, то есть по торговым дням. В качестве расчетного окна для каждой модели используется 100 доступных наблюдений.

Можно отметить, что оценки, полученные с использованием простого метода Монте-Карло и исторического подхода, оказываются схожими. Оба метода демонстрируют относительно медленную реакцию на изменения волатильности базового актива и характеризуются низкой степенью адаптивности к текущей рыночной среде. Следует подчеркнуть, что приросты рассматриваемых временных рядов обладают тяжелыми хвостами, в то время как используемая реализация метода Монте-Карло — метод усреднения — предполагает нормальность распределения исходных данных.

Взвешенный по времени подход, как и ожидалось, демонстрирует высокую чувствительность к текущим изменениям волатильности и адаптивность к новым данным. Однако ввиду специфики рассматриваемых временных рядов, изложенной в предыдущем разделе, данный метод не всегда успевает своевременно реагировать на резкие скачки волатильности.

Методы, основанные на масштабировании исторических сценариев доходности с использованием GARCH-моделей, зачастую склонны к переоценке риск-метрик и генерации неадекватных выбросов. Так, если на текущий момент времени наблюдается резкий скачок доходности, притом что в предыдущие периоды приросты были стабильно низкими, оценка условной дисперсии в момент t может оказаться на порядки выше предыдущих значений. Это, в свою очередь, приводит к формированию чрезмерно высоких весов в масштабе 100–1000. Хотя GARCH-модели корректно фиксируют выбросы волатильности, они демонстрируют склонность к избыточной адаптации к единичным экстремумам.

Для смягчения этой проблемы вводится штрафная функция, ограничивающая чрезмерное влияние завышенных весов.

$$f(w_t) = \frac{w_t}{1+aw_t}$$

Таким образом, новые веса, используемые в методах volatility-weighted и Монте-Карло с применением GARCH-моделей, пересчитываются с использованием штрафной функции. Показано, что при исходных значениях весов до 10 функция практически не оказывает влияния, однако по мере роста весов она выходит на плато, тем самым ограничивая влияние экстремальных значений.

Взвешенный по времени подход, как и ожидалось, демонстрирует высокую чувствительность к текущим изменениям волатильности и адаптивность к новым данным

ISIN	Наименование	Срок до погашения
RU000A102BV4	ОФЗ 29020	22.09.2027
RU000A105B11	ОФЗ 29021	27.11.2030
RU000A1066D5	ОФЗ 29024	12.08.2037
RU000A106Z61	ОФЗ 29025	12.08.2037

Таблица 1
Перечень ОФЗ для бэктестирования моделей

Источник: Cbonds.ru

Бэктестирование

Для анализа были выбраны наиболее ликвидные ОФЗ-ПК (Таблица 1) с разными сроками до погашения. Размер исторического окна составляет 245 торговых дней (29.02.2024–14.02.2025) — временной промежуток, в течение которого торговались все облигации из таблицы.

Анализ значений тестовой статистики для исторического метода позволяет сделать вывод, что для 3 из 4 облигаций модель демонстрирует результаты, соответствующие «желтой» зоне Базельской системы, что свидетельствует о наличии возможных недостатков в спецификации модели и требует ее доработки. При этом для 1 облигации результаты работы модели соответствуют «красной» зоне, что свидетельствует систематической недооценке рисков, особенно в кризисные периоды.

Важно отметить, что прослеживается закономерность: модель работает лучше на менее волатильной бумаге, и это опять же указывает на ее недостаток в вопросе гибкости подстройки.

Результаты бэктестирования для исторического моделирования с использованием взвешивания по времени показали, что данная модель более точно оценивает риски по облигациям. Данная модель обладает большей гибкостью и подстраивается к шокам значительно быстрее, что приводит к повышению качества оценки рисков.

Метод взвешивания по волатильности также представляет вариацию исторического метода, однако в данном случае происходит взвешивание не по времени, а по волатильности, бэктестирование проводится с использованием регуляризации.

Результаты бэктестирования (метод взвешивания по волатильности) являются достаточно очевидными, так, для двух облигаций с наибольшим сроком до погашения модель учитывала риски лучше предыдущих моделей: регуляторные зоны стали более приемлемыми. В то же время для двух других облигаций, срок до погашения которых значительно ниже, результаты уступают модели с использованием взвешивания по времени. Это обусловлено тем, что облигации с большой срочностью обладают большей волатильностью в целом, из-за чего данный метод позволяет лучше учитывать возможные риски по более волатильным ценным бумагам.

Метод Монте-Карло значительно недооценивает риски. Данное поведение модели может быть обусловлено использованием стандартного нормального распределения для расчета приращений риск-факторов. Данное распределение, несмотря на измененную дисперсию, не позволяет учитывать хвостовые значения риск-факторов. Метод Монте-Карло с использованием моделей семейства GARCH является вариацией ранее упомянутого классического метода Монте-Карло, в данном методе реализован тот же алгоритм, однако изначально исторические доходности корректируются при помощи волатильности, рассчитанной при использовании GARCH-моделей.

На основании результатов можно сделать вывод, что учет текущей волатильности при использовании метода Монте-Карло может значительно улучшить результаты. Однако, несмотря на улучшения, модель всё равно достаточно плохо может оценивать риски облигаций и уступает по качеству вариациям исторического подхода.

На основании результатов можно сделать вывод, что учет текущей волатильности при использовании метода Монте-Карло может значительно улучшить результаты

Проведенный анализ показал, что качество разработанных моделей значительно варьируется и зависит от различных факторов, таких как срочность и волатильность ценной бумаги. Так, для облигаций с наибольшим сроком до погашения лучшей моделью для оценки рыночного риска оказалась вариация исторического Expected Shortfall со взвешиванием по волатильности, в то же время для более краткосрочных облигаций лучшие результаты показывает модель исторического Expected Shortfall со взвешиванием по времени. С другой стороны, худшими моделями оказались модели, в которых используется метод Монте-Карло.

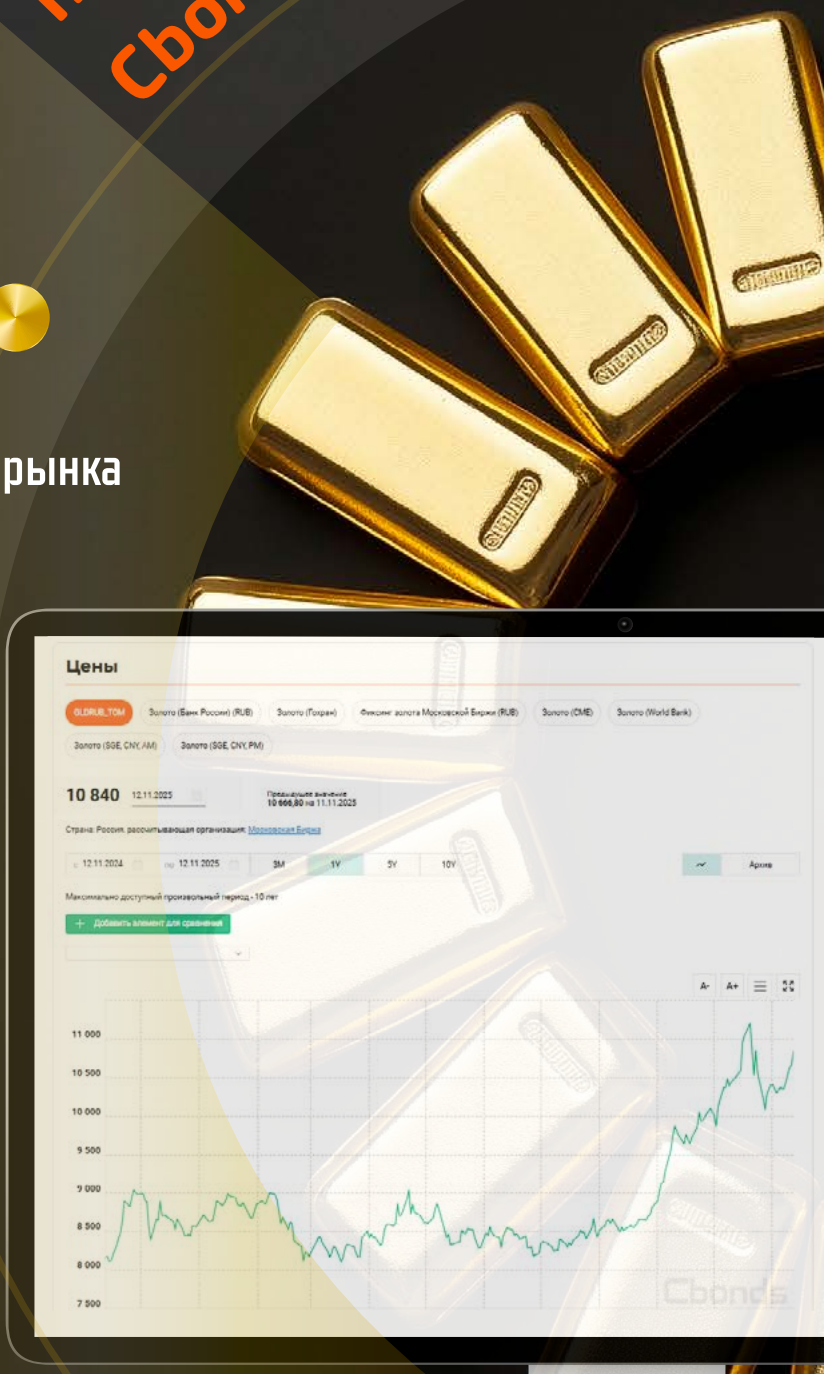
Текущее исследование показало, что наиболее точную оценку справедливой стоимости дает комплексная модель с дисконтированием по спот-кривой свопов на RUONIA в терминах минимальной ошибки и экономической интерпретируемости.

Для оценки Expected Shortfall выбраны наиболее актуальные модели оценки и адаптированы под специфику облигаций с плавающей ставкой. По результатам исследования не было выявлено единой лучшей модели для оценки рыночного риска облигаций с плавающей ставкой.

Cbonds

Всё о золоте — просто, ясно, удобно, Cbonds!

- Бюллетень Cbonds по драгоценным металлам
- Мировые котировки по золоту
- Новостная лента и аналитика
- Прогнозы участников рынка
- Облигации и ЦФА, привязанные к золоту
- Информация о золотодобывающих компаниях
- Фьючерсная доска
- Макропоказатели по золоту
- Сравнение графиков золота в различных валютах



eidc@cbonds.info

Реклама. АО «Сбондс.ру». Подробнее на сайте: https://cbonds.ru