

Задание по рыночному риску

Данные

1. Собрать данные.
 - a. Процентные ставки на разные сроки (от 0 до 30 лет) за период с 1 января 2021 г. по 1 января 2025 г.
 - b. Описания 5 государственных облигаций РФ (расписания выплат). Критерии — государственные облигации с полностью известными размерами выплат (не привязанные к показателям), без опферт, со сроком погашения после 1 января 2025 г.:
 - c. Рыночные котировки этих облигаций за период с 1 января 2021 г. по 1 января 2025 г.
 - d. Котировки 10 российских акций за тот же период.
 - e. Значения индекса МосБиржи, индекса РТС, цены на нефть Brent и курса доллара и евро за тот же период.
 - f. Котировки фьючерса и опционов на фьючерс на один выбранный актив из предыдущего пункта — выбрать один торговый день за 2024 год. Срок погашения и фьючерса, и опционов взять ближайшие к выбранному дню, но не ближе, чем 1 месяц. Опционы и Put, и Call — *только для бонусного задания*.

Источники данных:

- сайт ЦБ РФ cbr.ru (свободный доступ);
- сайт Московской биржи moex.ru (свободный доступ);
- сайт rusbonds.ru (требуется бесплатная регистрация);
- сайт cbonds.info (доступ по паролю по подписке НИУ ВШЭ — подробности на сайте библиотеки ВШЭ);
- сайт finam.ru (свободный доступ);
- системы Bloomberg / Reuters (доступ по подписке НИУ ВШЭ — из специально оборудованных кабинетов)
- *вы также можете использовать другие источники данных — например, встроенные в используемые программные библиотеки.*

Вне зависимости от источника данных обязательно уметь отвечать на вопросы «откуда взялись эти данные?» и «а там они откуда появились?» — чтобы проследить всю цепочку непосредственно до первоисточника данных.

- Дополнительный вопрос: «а что именно означают эти данные?».

Задачи

Основной портфель состоит из:

- выбранных 5 государственных облигаций — по 10 млн руб. в каждую облигацию;
- выбранных 10 акций — по 1 млн руб. в каждую акцию;
- позиции в валюте — 100 млн руб. в долларах и столько же в евро.

Необходимо построить и реализовать модель оценки рыночного риска по этому портфелю:

2. Выделить риск-факторы. Критически обсудить выбор.
 - a. Обязательно использовать анализ главных компонент или факторный анализ для уменьшения количества факторов.

- b. Если выбраны риск-факторы, данных по которым нет среди предоставленных, то найти или рассчитать необходимые данные.
 - c. Визуализировать историю значений риск-факторов, построить описательную статистику, включая (но не ограничиваясь):
 - корреляции риск-факторов;
 - «тяжесть хвостов» распределений;
 - тренд, сезонность, стационарность.
3. Для всех риск-факторов выбрать стохастическую модель динамики, обосновав и критически обсудив её выбор.
 - a. При выборе модели обратить внимание на построенную на предыдущем шаге описательную статистику.
 - b. Оценить параметры выбранных моделей по доступной истории методом максимального правдоподобия.
4. Для всех инструментов, входящих в портфель, реализовать оценку их справедливой стоимости в зависимости от риск-факторов. Критически обсудить выбор модели. Проверить точность модели.
5. Оценить риск по портфелю на 2 декабря 2024 г. на горизонтах 1 и 10 торговых дней. Для этого:
 - a. Выбрать меры риска — Value-at-Risk на уровне 99% и Expected Shortfall на уровне 97.5%.
 - b. Согласно моделям динамики, построить выборку из распределения риск-факторов на горизонте оценки риска.
 - c. По выборке значений риск-факторов построить выборку стоимостей портфеля.
 - Считаем, что проводится ежедневная ребалансировка портфеля таким образом, чтобы сохранить пропорции, указанные в условии. Для определения состава портфеля в единицах финансовых инструментов использовать их цены за предыдущий торговый день.
 - d. По построенной выборке оценить нужные меры риска.
6. Провести простую количественную валидацию (backtesting) построенной оценки Value-at-Risk как по всему портфелю в совокупности, так и по каждому из 3 подпортфелей — акции, облигации, валюта. Для этого:
 - a. Провести расчёт из предыдущего пункта на каждый торговый день 2024 г.
 - b. Посчитать количество «пробоев».
 - c. Проверить гипотезу о том, что оценка корректна.
 - d. Критически обсудить результаты валидации.
7. Выбрать из приведённого ниже списка несколько тестов количественной валидации (backtesting) построенной оценки Value-at-Risk и провести их как по портфелю в совокупности, так и по каждому из 3 подпортфелей — акции, облигации, валюта (можно ограничиться только подпортфелем акций). Для этого использовать результаты расчётов из п. 6.

Список тестов:

1. Kupiec (1995)¹
2. Christoffersen (1998)²
3. Hurlin & Topkavi (2007)³

¹ Kupiec, P. (1995). Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models. *Journal of Derivatives*, 3(2), 73-84.

² Christoffersen, P. (1998). Evaluating Interval Forecasts. *International Economic Review*, 39, 841-862.

³ Hurlin, C., & Topkavi, S. (2007). Backtesting value-at-risk accuracy: a simple new test. *Journal of Risk*, 9, 19-37.

4. Berkowitz et al. (2011)⁴
5. Colletaz et al. (2013)⁵
6. Pajhede (2017)⁶
7. Christoffersen & Pelletier (2004)⁷
8. Haas (2006)⁸
9. Candelon et al. (2011)⁹
10. Pelletier & Wei (2016)¹⁰
11. Engle & Manganelli (2004)¹¹
12. Dumitrescu et al. (2012)¹²

Для каждого выбранного теста проверить гипотезу о том, что оценка корректна, и критически обсудить выбор тестов и полученные результаты.

Задание на бонусные баллы

Дополнительный портфель 1 состоит из:

- двух выбранных опционов (1 Call и 1 Put) с различными ценами исполнения, но оба «в деньгах» — опционы на базовый актив стоимостью 1 млн руб. (это стоимость базового актива согласно цене исполнения, а не опционов).

Дополнительный портфель 2 состоит из:

- двух гипотетических облигаций со встроенными опционами; они во всём эквивалентны одной из выбранных государственных облигаций, но у одной из них есть оферта (встроенный опцион Put 1 января 2025 г. со страйком 100%), а другая — отзывная (встроенный опцион Call 1 января 2025 г. со страйком 100%).
8. Для каждого дополнительного портфеля выберите модель оценки справедливой стоимости. Учтите, что опционы в дополнительном портфеле 1 — опционы на фьючерсы на базовый актив, а не на сам базовый актив.
- a. Используя реальные данные (котировки других опционов или других облигаций), оцените параметры модели.
 - b. На одну выбранную дату вычислите и сравните расчётные цены активов в портфелях: для дополнительного портфеля 1 — с их наблюдаемой ценой; для

⁴ Berkowitz, J., Christoffersen, P., & Pelletier, D. (2011). Evaluating value-at-risk models with desk-level data. *Management Science*, 57(12), 2213-2227.

⁵ Colletaz, G., Hurlin, C., & Pérignon, C. (2013). The Risk Map: A new tool for validating risk models. *Journal of Banking & Finance*, 37(10), 3843-3854.

⁶ Pajhede, T. (2017). Backtesting value-at-risk: A generalized markov test. *Journal of Forecasting*, 36(5), 597-613.

⁷ Christoffersen, P., & Pelletier, D. (2004). Backtesting Value-at-Risk: A Duration-Based Approach. *Journal of Financial Econometrics*, 2(1), 84-108.

⁸ Haas, M. (2006). Improved Duration-Based Backtesting of Value-at-Risk. *Journal of Risk*, Vol. 8, No. 2, pp. 17-38, Winter 2005-2006.

⁹ Candelon, B., Colletaz, G., Hurlin, C., & Topkavi, S. (2011). Backtesting value-at-risk: A GMM duration-based test. *Journal of Financial Econometrics*, 9(2), 314-343.

¹⁰ Pelletier, D., & Wei, W. (2016). The geometric-VaR backtesting method. *Journal of Financial Econometrics*, 14(4), 725-745.

¹¹ Engle, R. F., & Manganelli, S. (2004). CAViaR: Conditional autoregressive value at risk by regression quantiles. *Journal of Business and Economic Statistics*, 22(4), 367-381.

¹² Dumitrescu, E.-I., Hurlin, C., & Pham, V. (2012). Backtesting Value-at-Risk: from dynamic quantile to dynamic binary tests. *Finance*, 33, 79-111.

дополнительного портфеля 2 — с ценой такой же облигации без встроенных опционов.

- с. Объясните, как нужно модифицировать код из основного задания, чтобы учесть возможность наличия в основном портфеле инструментов из дополнительных портфелей.

Отчетные материалы

- Расчетный файл / код.

Требования: полная воспроизводимость результатов (фиксируйте random seed), возможность обращения к промежуточным результатам, user-friendly (пользовательские комментарии и/или краткое руководство пользования с описанием входов / преобразований / выходов).

- Презентация для устной защиты.

Регламент: 20 мин, включая вопросы.

На слайдах представить тезисы и иллюстративные материалы; текст слайдов должен дополнять/раскрывать устное выступление, но не дублировать его.