

## Задание проекта по рыночному риску

### Данные

1. Собрать данные.
  - a. Процентные ставки на разные сроки (от 0 до 30 лет) за период с 1 января 2016 г. по 1 января 2020 г.
  - b. Рыночные котировки за период с 1 января 2016 г. по 1 января 2020 г. и описания 5 государственных облигаций РФ (расписания выплат). Критерии — государственные облигации с полностью известными размерами выплат (не привязанные к показателям), без оферт, со сроком погашения после 1 января 2020 г.
  - c. Котировки 10 российских акций за тот же период.
  - d. Значения индекса ММВБ, индекса РТС, цены на нефть Brent, курса доллара либо евро, а также одной «экзотической» валюты (выберите сами) за тот же период.
  - e. (\* для дополнительного задания) Котировки фьючерса на один выбранный актив из предыдущего пункта. Обратите внимание, что фьючерсы имеют ограниченный срок жизни: за весь период у вас должно получиться порядка 16 различных фьючерсов. С учётом того, что наиболее ликвиден обычно фьючерс только с ближайшей датой исполнения, придумайте алгоритм «склейки» данных.

#### Источники данных:

- сайт ЦБ РФ [cbr.ru](http://cbr.ru) (свободный доступ);
- сайт Московской биржи [moex.ru](http://moex.ru) (свободный доступ);
- сайт [rusbonds.ru](http://rusbonds.ru) (требуется бесплатная регистрация);
- сайт [cbonds.info](http://cbonds.info) (доступ по паролю по подписке НИУ ВШЭ — подробности на сайте библиотеки ВШЭ);
- сайт [finam.ru](http://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 с экономической точки зрения?»

## 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 — по 10 млн руб. в долларах либо евро, а также в выбранной «экзотической» валюте.

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

2. Выделить риск-факторы. Критически обсудить выбор.
  - a. Если выбраны риск-факторы, данных по которым нет среди предоставленных, то найти или рассчитать необходимые данные.
  - b. Визуализировать историю значений риск-факторов, построить описательную статистику, включая (но не ограничиваясь):
    - корреляции риск-факторов;
    - «тяжесть хвостов» распределений;
    - тренд, сезонность, стационарность.
  - c. Обязательно использовать анализ главных компонент или факторный анализ для уменьшения количества факторов.
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. Обязательно проверить точность модели.
5. Оценить риск по портфелю на каждый торговый день из доступной истории 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 портфель ежедневно перебалансируется так, 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 мер риска на каждый торговый день года.
  - b. Посчитать количество «пробоев».
  - c. Проверить гипотезу о том, что оценка корректна.
  - d. Критически обсудить результаты валидации.

### Задания на бонусные баллы

1. Усложните предыдущее задание в основной портфель позицию во фьючерсах на выбранный актив на 10 млн. руб.
2. Рассмотрим две гипотетические облигации со встроенными опционами; они во всём эквивалентны одной из выбранных государственных облигаций, но у одной из них есть оферта (встроенный опцион Put 1 января 2020 г. со страйком 100%), а у другая — отзывная (встроенный опцион Call 1 января 2020 г. со страйком 100%).
  - a. Выберите модель оценки справедливой стоимости для этих облигаций (вам потребуется дополнительная информация по моделям для опционов на облигации; см., например, начало гл. 29 учебника Халла или любой другой учебник по производным финансовым инструментам; дерево тоже весьма несложно построить).
  - b. Используя реальные данные (историю ставок и/или котировки или других облигаций), оцените параметры модели.
  - c. На одну выбранную дату вычислите и сравните расчётные цены гипотетических облигаций и сравните её с:
    - i. расчётными ценами «прообразов» этих облигаций (без встроенных опционов);
    - ii. фактически наблюдаемыми ценами «прообразов» этих облигаций на расчётную дату.
  - d. Объясните, как нужно модифицировать ваш код из основного задания, чтобы рассчитать риск по портфелю с облигациями со встроенными опционами (считать не надо).

### Отчетные материалы

- Расчетный файл / код.

Требования: полная воспроизводимость результатов (фиксируйте random seed), возможность обращения к промежуточным результатам, user-friendly (комментарии в коде и/или краткое руководство пользования с описанием входов / преобразований данных / выходов). Если вы используете код, написанный не вами, обязательно указывайте автора и источник заимствования. Без этого заимствованный код будет считаться с плагиатом.

- Презентация для устной защиты.

Регламент: 20 мин.

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