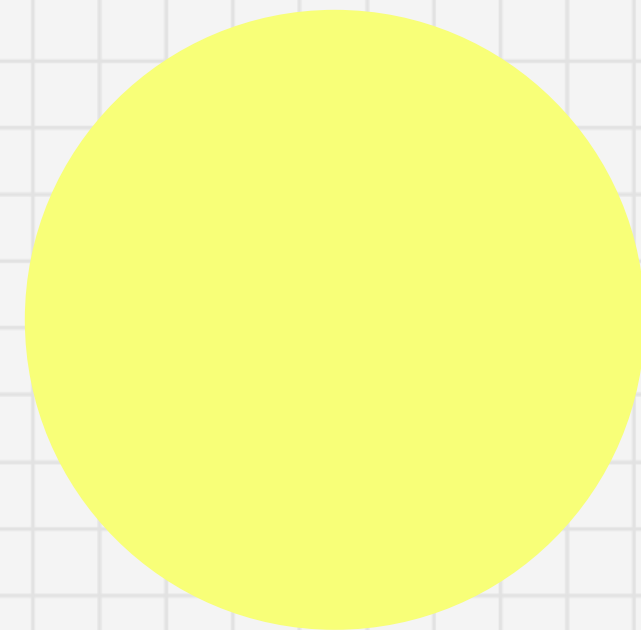




**АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ**

**АЛГОРИТМЫ ДОЛГОСРОЧНОГО
ИНВЕСТИРОВАНИЯ**



Постановка задачи

Написать алгоритм для долгосрочного инвестирования, то есть, алгоритм со следующими свойствами:

- в среднем хорошо работает (выдает большой доход и хорошие метрики) на больших промежутках времени;
- имеет небольшой риск.

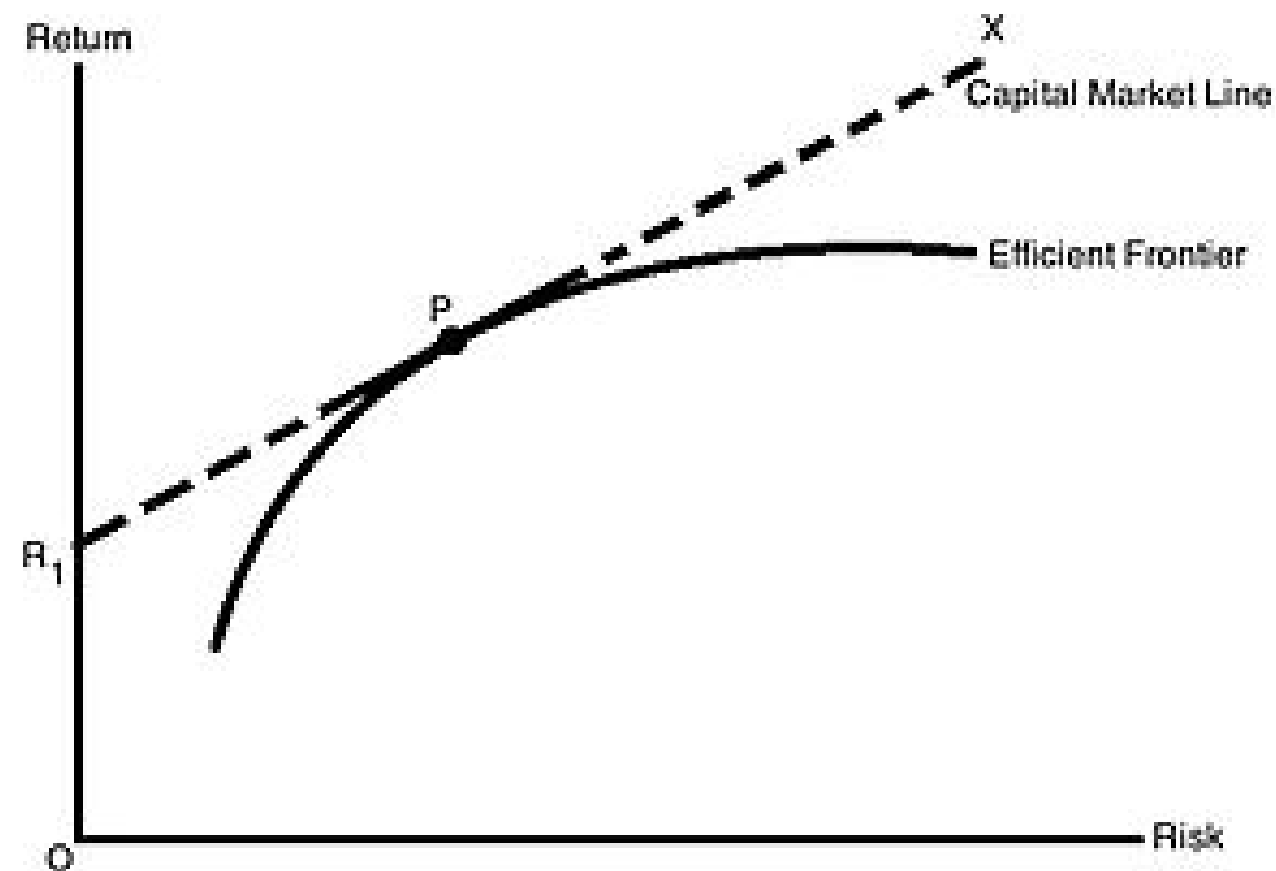
Стоит также отметить, что проект написан с нуля, никаких готовых частей проекта не было.

Предлагаемое решение

Использовать алгоритм оптимизации Марковица с предварительной предобработкой данных и их матрицы ковариаций.



Алгоритм оптимизации Марковица



Подход, основанный на анализе ожидаемых средних значений и ковариаций.

Пусть:

- r - вектор доходности активов;
- $\mu = Er$ - вектор ожидаемой доходности;
- $\Sigma = Dr$ - матрица ковариаций доходностей разных активов;
- R - ожидаемая доходность портфеля;
- w - веса портфеля.

Тогда решается оптимизационная задача:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}w^T \Sigma w &\rightarrow \min_w \\ \text{s.t. } \mu^T w &= R, \\ \sum_{i=1}^p w_i &= 1, \\ w_i &> 0. \end{aligned}$$

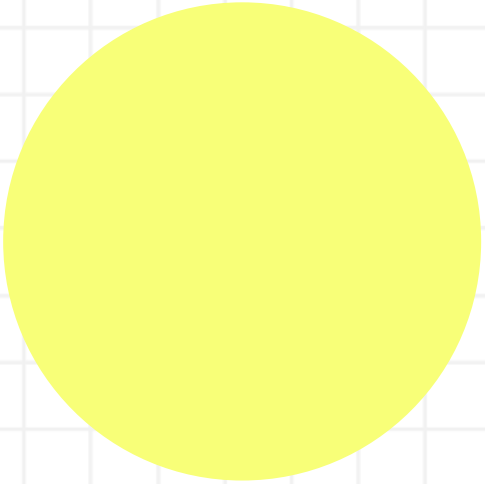
Фактически мы пытаемся минимизировать риски при фиксированной доходности портфеля.

Архитектура модели

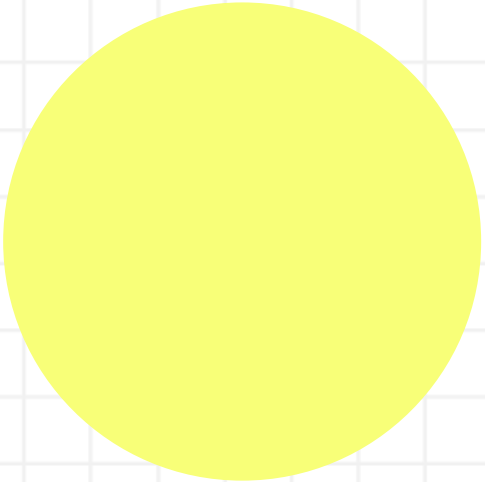
Модель декомпозирована на несколько частей, каждая из которых выполняет свои функции:

1. получение данных;
2. препроцессинг данных и ковариационной матрицы:
 - а. неотрицательное уменьшение размерности матрицы цен;
 - б. препроцессинг матрицы ковариаций доходностей тикеров;
 - с. уменьшение размерности матрицы ковариаций доходностей тикеров;
3. решение оптимизационной задачи Марковица - получение весов тикеров.

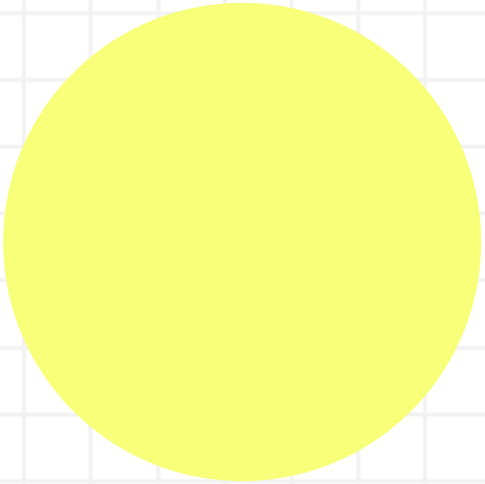
Преимущества представленного решения



Многостадийный препроцессинг данных дает возможность гибко подбирать параметры и собирать портфель под свой стиль.



Неотрицательное уменьшение размерности матрицы цен гарантирует получение неотрицательных цен, что позволяет быть уверенным в том, что мы не получаем короткие продажи там, где этого не ожидалось.



Удобная в использовании архитектура: пользователю необходимо лишь установить значения гиперпараметров, которые определяют стиль собираемого портфеля.

Результаты работы

1. Была написана архитектура, которая позволила декомпозировать решение так, чтобы изменения в коде в отдельных частях модели не затрагивали работу других частей. Также данное решение позволяет работать как локально, так и на QuantConnect.
2. Было протестировано полученное решение на QuantConnect. Результаты приведены ниже.

- По дродауну лучшим ожидаемо оказался менее рискованный портфель, собранный нашей моделью;
- По коэффициенту Шарпа лучшими оказались портфели, которые собрала модель после препроцессинга данных;
- По итоговому value лучшим ожидаемо оказался рискованный портфель.

name	drawdown, %	sharpe ratio	value
less risky	24.5	0.85	3.50
more risky	49.5	0.86	6.37
Markowitz	29.4	0.60	2.39
S&P 500	33.7	0.62	2.03

Результаты работы

