

## ГРАФИКИ

Рассмотрим график зависимости значения «Ставка» от значения «Срок погашения».

Каждой точке соответствует сделка в таблице. Точки можно «схлопнуть»,

если разница ставок  $\leq 0,15$  и разница сроков погашения  $\leq 30$ .

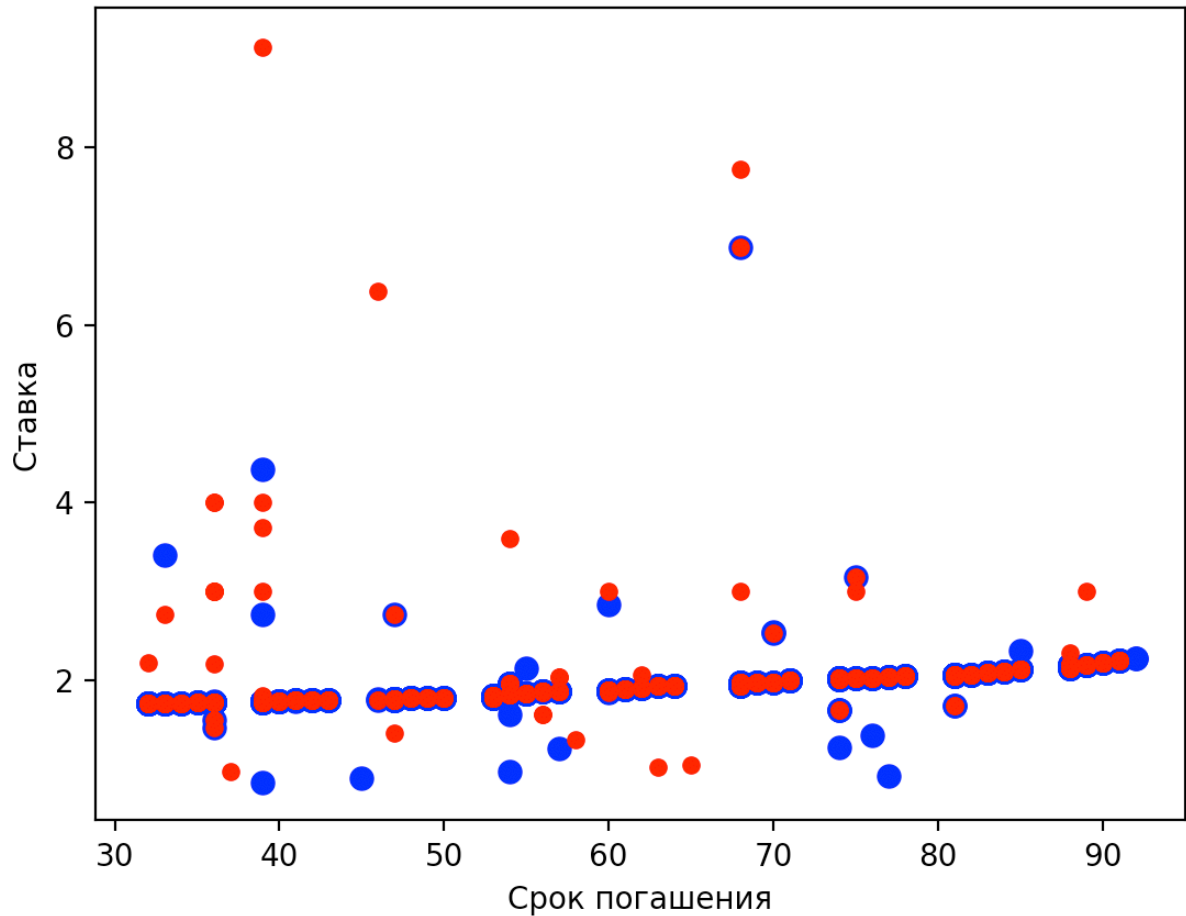
Изображение на плоскости позволит нам более наглядно увидеть количество всех

возможных

множеств

«схлопываемых»

точек.



## АНАЛИЗ ФОРМУЛЫ

$$RWA = (\sum \text{Актив} + \sum \text{Пассив}) * W_{\text{gross}} + |\sum \text{Актив} - \sum \text{Пассив}| * W_{\text{net}}$$

Величина  $|\sum \text{Актив} - \sum \text{Пассив}|$  не изменяется.

Докажем это. Было какое-то А и П и А1 и П1, такие, что А1 и П1 - активы и пассивы, которые схлопываются, а А и П - это остальные активы и пассивы. Модуль разности до схлопывания равен  $|(A+A1) - (P+P1)|$ . Если  $A1 \geq P1$ , то модуль разности после схлопывания равен  $|A+A1-P1-P|$ . Если  $A1 < P1$ , то модуль разности равен  $|A - P - (P1 - A1)|$ .

Мы поняли, что модуль разности не изменяется, значит изменяется сумма активов и пассивов. Чем меньше эта сумма, тем меньше RWA, и чтобы уменьшить RWA, нужно уменьшить сумму. Сумма уменьшается, когда мы «схлопываем» именно актив и пассив, потому что если мы неттируются два актива или два пассива, то ничего не меняется.

## NP-ПОЛНОТА

Построенная нами модель не находит оптимального решения, так как общий случай слишком долгий в подсчете и исходная задача NP-полная.

Докажем, что данная задача равносильна задаче о кликах в графе, которая, очевидно, NP-полная<sup>[1]</sup>.

Рассмотрим граф, в котором вершины - активы и пассивы. Проводим ребро, если вершины можно отнести к одной группе неттирования (т.е. разница их сроков  $\leq 30$  и разница их ставок  $\leq 0,15\%$ ). Становится понятно, что, если мы «схлопываем» несколько вершин, они должны образовывать полный подграф - клику. Таким образом необходимо разбить граф на клики, причем их число должно быть минимальным, так как если «схлопнуть» две группы, то ничего не ухудшается: при «схлопывании» двух активов сумма всех активов и пассивов не меняется, так же, как и при «схлопывании» двух пассивов; в случае же «схлопывания» актива А и пассива П сумма А+П в сумме всех активов и пассивов заменяется на один актив (или пассив) |А-П|.

Вместе с тем задача о разбиении графа на минимальное число клик - NP-полная, так что она не имеет решения, отличного от переборного.

## АЛГОРИТМ РАЗБИЕНИЯ НА ГРУППЫ

Очевидно, что любой алгоритм, который не является переборным, не способен хоть насколько приблизиться к действительному ответу на поставленный вопрос, так как контрпример будет построен на основании алгоритма нахождения настоящего ответа.

Так как искать настоящий ответ асимптотически невыгодно, мы нашли ответ для конкретно рассматриваемого случая, сильно ограничив перебор.

Алгоритм:

- Рассматривать группы будем только в неразрывной сетке из блоков 30 на 0.15 на графике, обозначенном в первой части статьи.
- Также переберем некоторое множество возможных движений полученной сетки. Это множество получается всеми возможными комбинациями сдвигов исходной сетки на 1...30 по Oх с шагом 1 и -0.15...0.15 по Oу с шагом 0.02.
- На каждом шаге перебора пересчитаем RWA, как минимум из уже существующего и нового.
- Код приложен в файле `yanenovizhupython.ipynb` и `yanenovizhupython.py`

Алгоритм выводит ответ равный 8665.607412512065 млн руб

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1][https://en.wikipedia.org/wiki/Clique\\_problem#Listing\\_all\\_maximal\\_cliques](https://en.wikipedia.org/wiki/Clique_problem#Listing_all_maximal_cliques)