

Состав команды: Шифон Яков,  
Кадырова Ольга, Усачев Никита,  
Скрябин Иван.

# Задача по нахождению минимального RWA



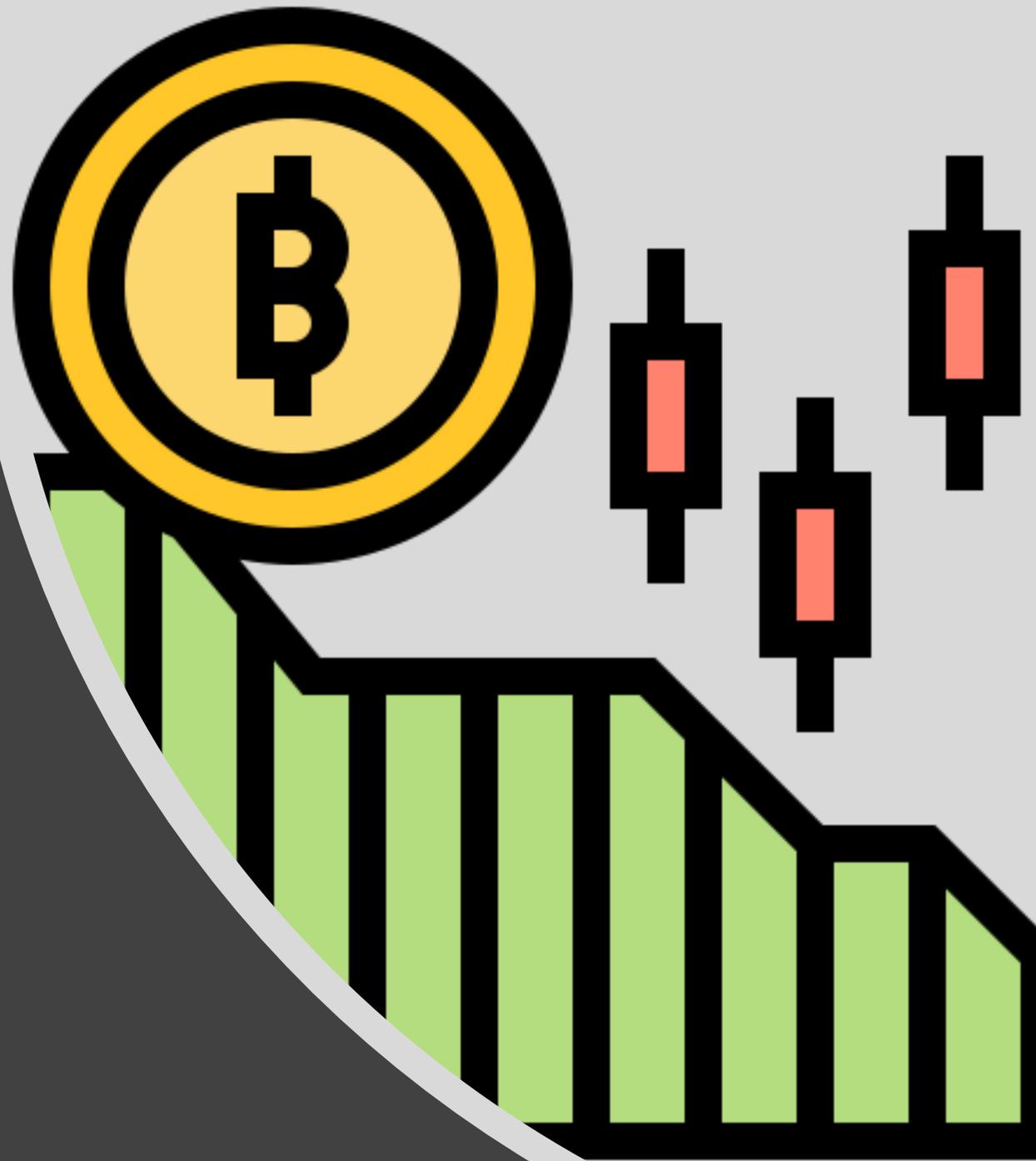
# Введение

Известный факт, что банковское дело очень сложное, требующее максимально качественного подхода, в результате которого будет найдено эффективное решение поставленных задач. Перед нами была поставлена задача разделить предоставленный портфель контрактов на корректные «группы неттирования», минимизирующие значение RWA.



# RWA

- RWA - Взвешенный с учетом риска актив представляет собой активы банка или забалансовые риски, взвешенные в соответствии с риском. Этот вид расчета активов используется при определении требования к капиталу или коэффициента достаточности капитала для финансового учреждения.



# Ход Работы

Первым делом нам нужно было понять при каких условиях RWA будет минимальный.

Для достижения  $\min RWA \sum \text{Актив} \rightarrow \sum \text{Пассив}$   
Доказательство.

Под  $\sum$  пассивов подразумевается модуль суммы оставшихся пассивов.  $\sum \text{пассивов} \geq 0$

$$RWA = (\sum \text{активов} + \sum \text{пассивов})w(\text{gr}) + \left| \sum \text{активов} - \sum \text{пассивов} \right| w(\text{net})$$

А) Если  $\sum \text{пассивов} > \sum \text{активов} > 0$

$$RWA = 0.1 \sum \text{пассивов} + 0.1 \sum \text{активов} + 0.4 \sum \text{пассивов} - 0.4 \sum \text{активов} = 0.5 \sum \text{пассивов} - 0.3 \sum \text{активов}$$

$$RWA = 0 \Rightarrow \sum \text{пассивов} = 0.6 \sum \text{активов}$$

Но так как  $\sum \text{пассивов} > \sum \text{активов}$

$\min RWA$  при  $\sum \text{активов} = \sum \text{пассивов}$



# Ход Работы

Б) Если  $\sum \text{активов} > \sum \text{пассивов} > 0$

$0.1 \sum \text{активов} + 0.1 \sum \text{пассивов} + 0.4 \sum \text{активов}$

$- 0.4 \sum \text{пассивов} = 0.5 \sum \text{активов} - 0.3 \sum \text{пассивов}$

$\text{Min RWA} = 0 \Rightarrow \Rightarrow 0.6 \sum \text{пассивов} = \sum \text{активов}$

Но так как  $\sum \text{пассивов} < \sum \text{активов}$ ,  $\text{min RWA}$   
при  $\sum \text{активов} = \sum \text{пассивов}$

И  $\text{RWA} = 0,2 \sum \text{пассивов} = 0,2 \sum \text{активов}$

Следовательно, для наименьшего  
возможного RWA, нужно устремить

$\Delta = | \sum \text{активов} - \sum \text{пассивов} |$  к минимуму. (в  
идеале к нулю)

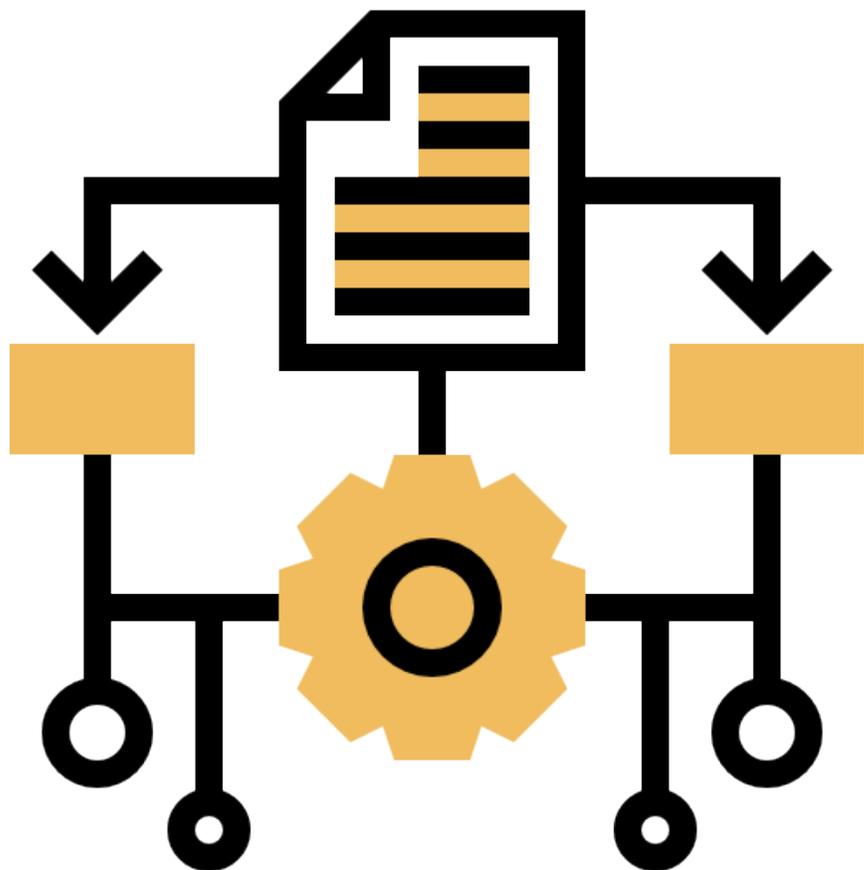
Далее мы сравнили результаты с  
неттирования и без неттирования на малых  
группах и убедились, что это действительно  
выгодно.



# Ход Работы

- Мы работали с большим количеством данных и после первых сортировок стало понятно, что у нас много пар Актив-Пассив которые одинаковы по модулю и удовлетворяют условиям неттирования (677 пар – 1354/2175 элементов). У нас появилась идея, что для улучшения алгоритма мы первым делом можем все эти пары «схлопнуть»
- Но пришли к решению, что если мы будем все пытаться схлопнуть, то существует шанс, что у нас схлопнуться не все активы с пассивами и остаточные активы будут сильно отличаться от остаточных пассивов, таким образом мы не можем контролировать что  $\sum \text{Активов} \rightarrow \sum \text{Пассивов}$ .
- Мы пришли к тому, что схлопывание значительно упрощает задачу, но пользы ноль. Так как при схлопывании, мы лишь уменьшаем количество элементов, облегчая себе задачу, но по сути это не вносит никакой вклад(так же как если мы бы не неттировали)





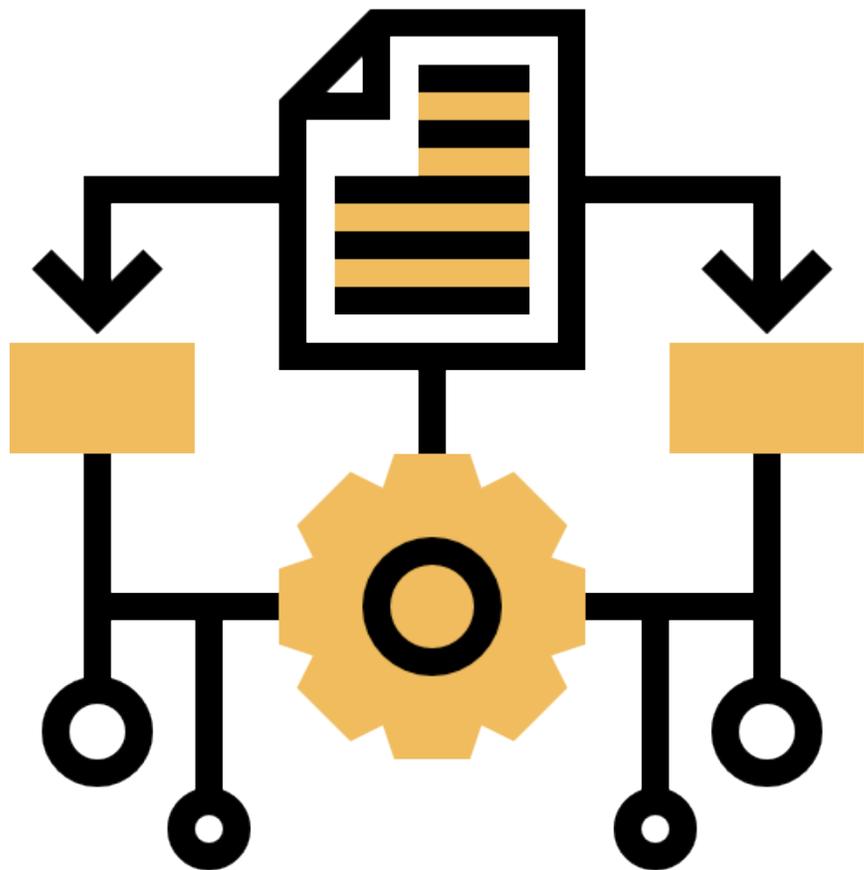
# АЛГОРИТМ

## 1. СОРТИРОВКА

Проранжировали все элементы от меньшего к большему по процентной ставке.

- Все данные представляют собой двусвязный список

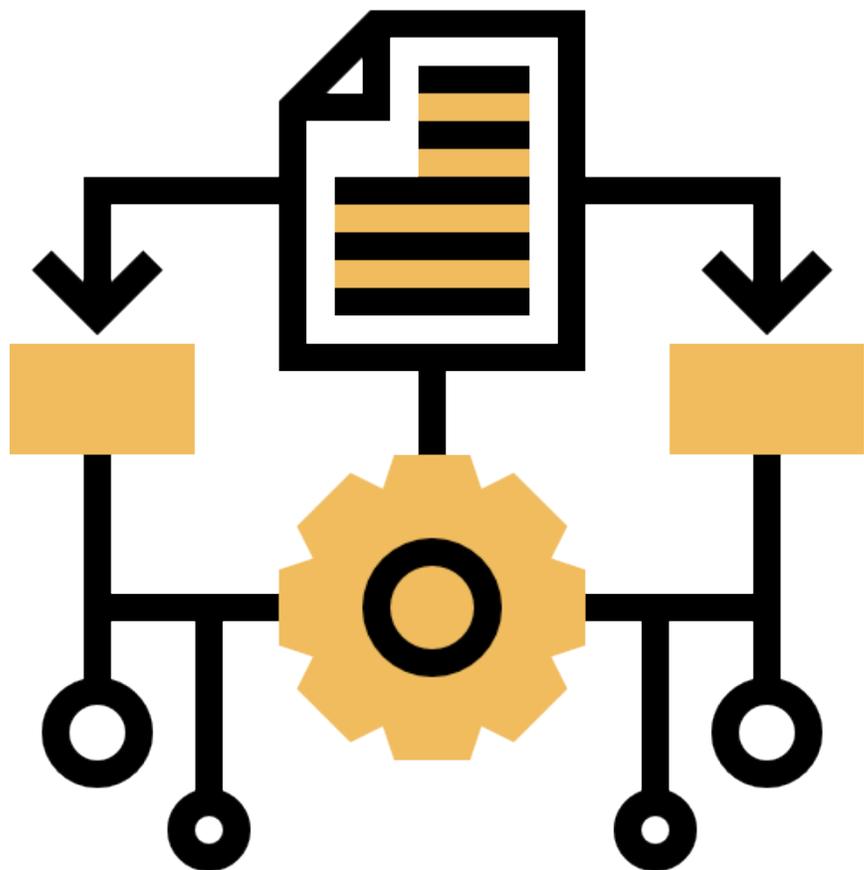
( мы используем именно это тип организации данных, так как нам в процессе работы с этими данными требуется удалять элементы списка, занося их в вектор хранения групп неттирования, а векторе удалять нам ничего не требуется. Скорость удаления элемента из двусвязного списка равна  $O(1)$ , а в векторе —  $O(n)$ )



## Алгоритм

### 2. РАЗДЕЛЕНИЕ НА ГРУППЫ

Перебираем все элемент списка поочередно, проверяем условие разницы процентной ставки и таким образом находим элемент который является единичной группой, удаляем из списка и создаем динамический массив переменного размера(в дальнейшем `std::vector`), переходим на два элемента назад и продолжаем поиск единичных групп. Мы расположили все элементы в порядке возрастания процентной ставки.



# АЛГОРИТМ СОРТИРОВКА

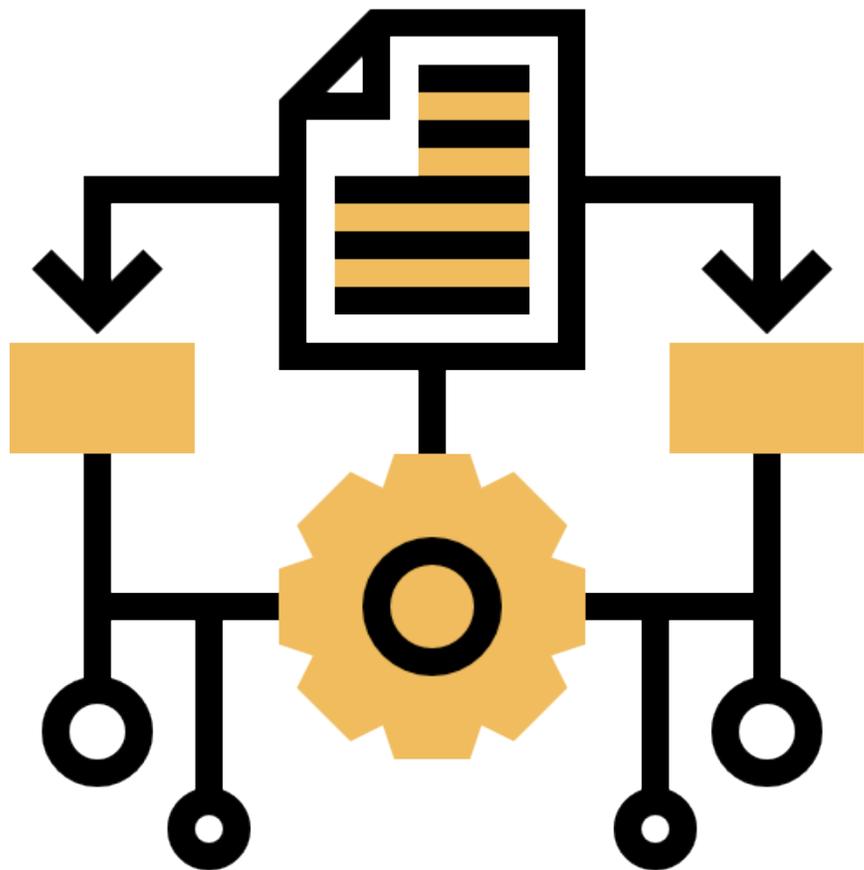
## 2. РАЗДЕЛЕНИЕ НА ГРУППЫ

Мы разделили все данные на три группы:

1. Единичные группы — группы, состоящие из одного элемента, лишённые возможности для неттирования, так как элементы в этих группах отличаются по модулю больше, чем на 0,15% от любого другого элемента данных.

2. Мультивариативные группы — группы, состоящие из нескольких элементов, внутри которой каждые два последовательных элемента отличаются по модулю разницы процентной ставки не более, чем на 0,15%, при том первый и последний элемент отличаются больше, чем на 0,15%.

3. Вариативные группы - группы, состоящие из нескольких элементов, внутри которой любые два элемента отличаются по модулю разницы процентной ставки не более, чем на 0,15%.

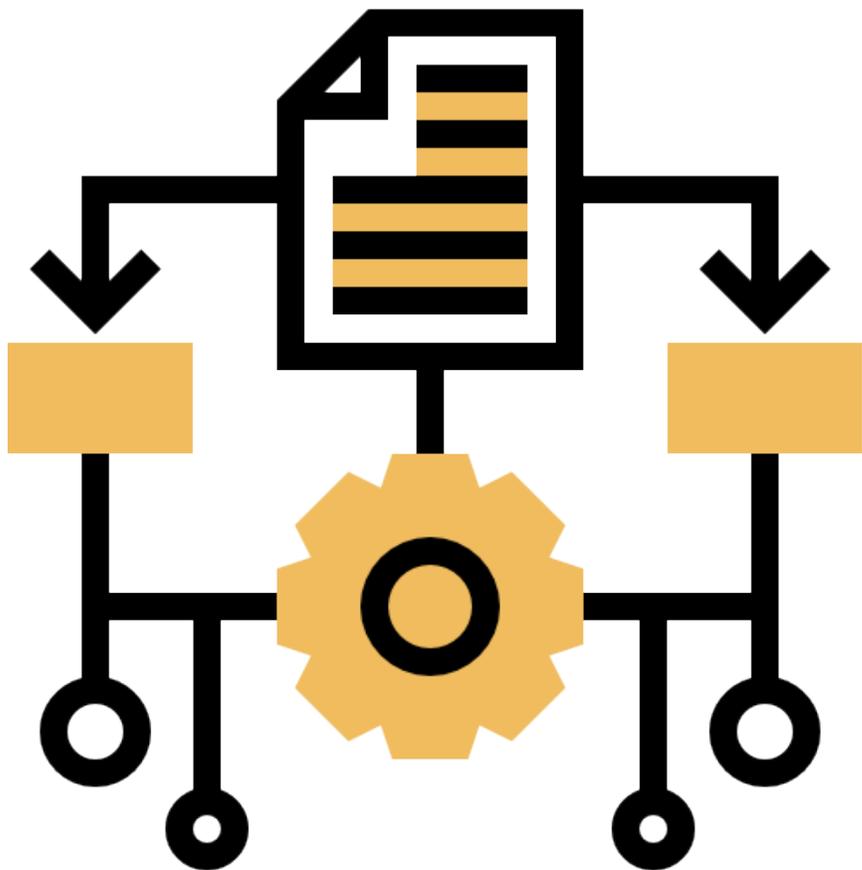


# Алгоритм

Две переменные АКТИВ и ПАССИВ мы заменили одной ПАКТИВ, где:

ПАКТИВ = АКТИВ,

ПАКТИВ = - ПАССИВ



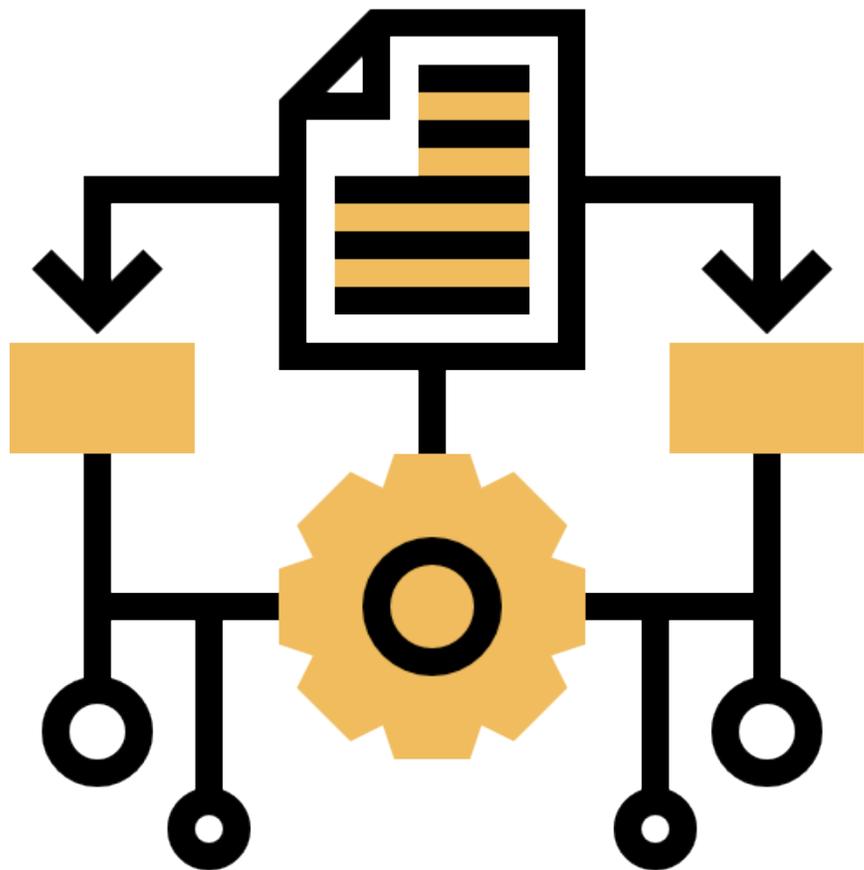
## Алгоритм

Каждая единичная группа уже является отдельной группой “неттирования”, ведь элементы из этих группы не могут быть пронеттированы с любым другим элементов из-за невыполнения условия по процентам.

Эти группы уже составляют остаточные пассив и активы

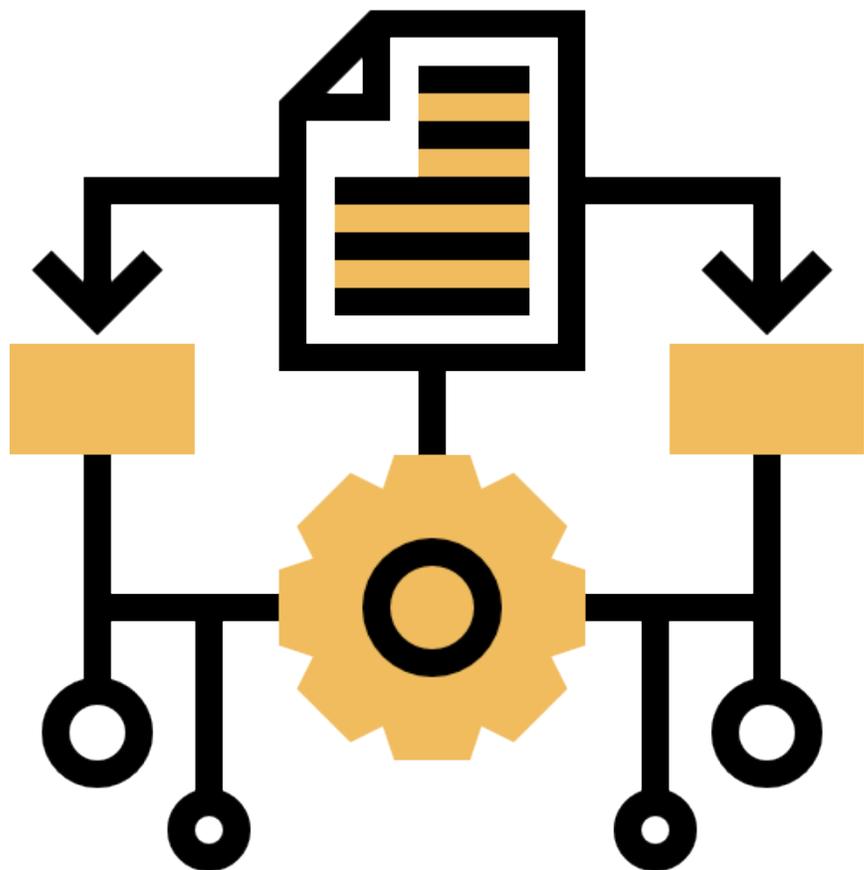
Для осуществления алгоритма был написан код, который

- 1) Считал ‘начальную дельту’= сумму пассивов единичный групп. (если значение отрицательное, мы называем дельту ‘минус’(значение суммы пассивов по модулю больше значения суммы активов), если значение положительное, мы называем дельту ‘плюс’)
- 2) Стремимся минимизировать дельту
  - а) если ‘минус’, то значение дельты складывается со значением каждого актива поочерёдно.
  - б) если ‘плюс’, то значение дельты складывается со значением каждого пассива поочерёдно



## Алгоритм

- 3) Выбирается тот пактив, при котором модуль значения дельты наименьший
- 4) этот пактив обозначается за новую группу неттирования( в ней будет только один элемента) и ей присваивается номер, следующий за всеми уже пронеттированными группами.
- 5)этого пактив больше не учитывается в общем списке-он перемещен в вектор.  
Дельта имеет новое значение равное дельте + данный пактив
- 6) проверяется знак дельты (плюс или минус)
- 7) Повторение действий 2-6 до того момента, пока дельта на n-ом шаге не станет не больше дельты на n+1-ом шаге



## Алгоритм

Проверка на мультивариативность, вариативность, единичные группы, т. К. вследствие удаления вариативные и мультивариативные могли разделиться на несколько. (такие же признаки, как и указаны выше)

Теперь мы определяем не только группы неттирования, включающие в себя один элемент.

# АЛГОРИТМ

## Неттирование внутри мультивариативной группы

1) 'дельта' = максимальный по модулю пактив в данной группе. (если значение отрицательное(пассив), мы называем дельту 'минус', если значение положительное(актив), мы называем дельту 'плюс')

2) Стремимся минимизировать дельту

а) если 'минус', то значение дельты складывается со значением каждого актива поочерёдно. (внутри группы)

б) если 'плюс', то значение дельты складывается со значением каждого пассива поочерёдно (внутри группы)



# АЛГОРИТМ

## Неттирование внутри мультивариативной группы

3) Выбирается тот пактив( $i$ ), при котором модуль значения дельты наименьший.

4) проверка на дни

Если каждый модуль разницы количество дней( $i$ ) и количества дней пактивов в в этой группе неттирования(которую мы определяем этим алгоритмом) не больше 30, то пактив( $i$ ) прошёл проверку

если нет, то берётся следующий пактив, которую определяет наименьшую дельту после дельты с пактивом( $i$ ) и проходит ту же самую проверку и так далее, пока не найдётся пактив, который проверку пройдёт. Обозначим его за пактив( $j$ )



# АЛГОРИТМ

## Неттирование внутри мультивариативной группы

### 5) Проверка на проценты

Если каждый модуль разницы количество процентов( $j$ ) и количества процентов пактивов в этой группе неттирования(которую мы определяем этим алгоритмом) не больше 0,15%, то пактив( $j$ ) прошёл проверку

если нет, то берётся следующий пактив, которую определяет наименьшую дельту после дельты с пактивом( $j$ ) и проходит ту же самую проверку и так далее пока не найдётся пактив, который проверку пройдёт. Обозначим его за пактив( $a$ )

б) этот пактив добавляется группу неттирования( ей присвоен номер, следующий за всеми уже пронеттированными группами)





# АЛГОРИТМ

## Неттирование внутри мультивариативной группы

7) этот пактив больше не учитывается в общем списке-он перемещен в вектор. Дельта приобретает новое значение равно дельта + данный пактив

8) проверяется знак дельты (плюс или минус)

9) Повторение действий 2-8 до того момента, пока дельта на  $n$ -ом шаге не станет не больше дельты на  $n+1$ -ом шаге и пока элементы в группе не кончились.

10) если не кончились повтор действий 1-9 и определение новой группы неттирования пока элементы в группе не кончились

# Результат

Считаем RWA по известной формуле.

Start RWA = 8678152412.512066(8,678 млрд)

Finish RWA = 1061974069.868890(1,06.млрд)

С неттированием значение RWA сильно уменьшилось( в ~8 раз)

