

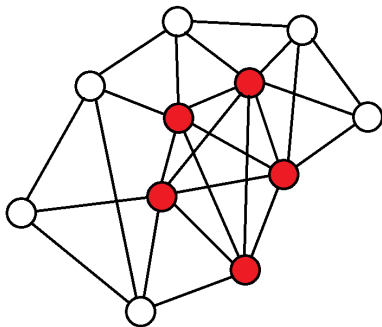
# Об одном эвристическом алгоритме для решения задачи о нахождении максимальной клики в графе

Волков Д. А., Файзлиев А. Р., Миронов С.В., Сидоров С. П.

Саратовский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского

2018 г.

Клика это полный подграф.



Задача поиска максимальной клики относится к классу NP-полных задач.

Примеры NP-полных задач:

- 1 Кратчайшее решение пятнашек размера  $N$  на  $N$
- 2 Задача коммивояжёра
- 3 Задача о независимом множестве

- 1 Поиск потенциальных регуляторных структур рибонуклеиновых кислот
- 2 Поиск максимальной общей подструктуры химического соединения
- 3 Анализ коммуникационных сетей

- 1973 – Bron and Kerbosch
- 1977 – Tarjan and Trojanowski
- 1990 – Carraghan and Pardalos
- 2001 – Robson
- 2002 – Cliquer (Ostergard)

- 2010 – MaxCLQ (Li and Quan)
- 2010 – MCS (Tomita et al.)
- 2011 – BBMCI (Segundo et al.)
- 2013 – IncMaxCLQ (Li et al.)
- 2015 – BBMCX (Segundo et al.)
- 2015 – RPC (Nikolaev et al.)
- 2016 – BBMCSP (Segundo et al.)

Если ожидалось, что вершина сформирует клику размера  $k$ , а она этого не смогла, то доверие уменьшается по следующей формуле:  $trust(v) = trust(v) - \frac{k}{deg(v)+1}$ , где  $deg(v)$  – степень вершины  $v$ .

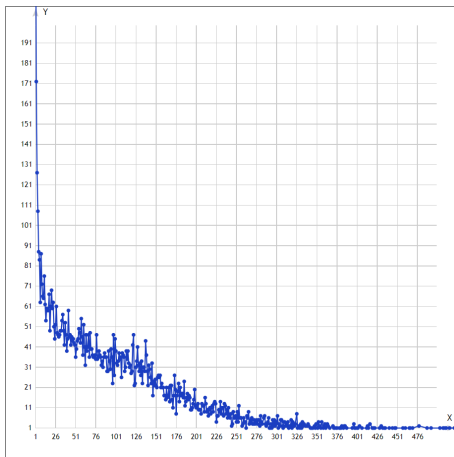
Когда показатель вершины достигает отрицательного значения, то она удаляется из графа.

Если клика размера  $k$  не была найдена, то  $\omega(G) \geq k$  не существует.

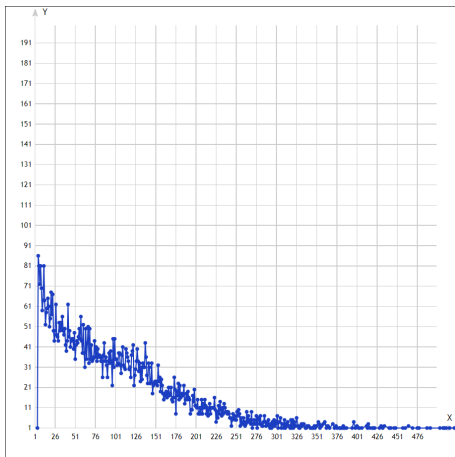


При поиске клики размера  $k$  все вершины с  $\deg(v) + 1 < k$  удаляются из графа.

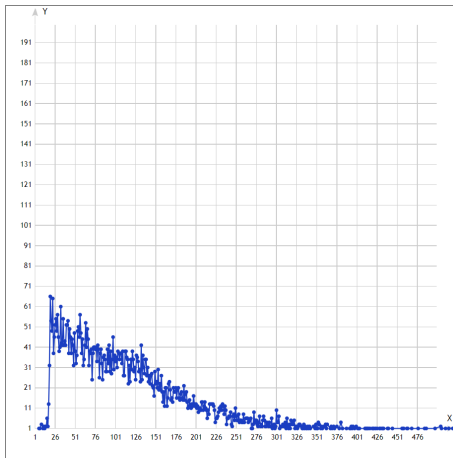
Распределение степеней вершин перед запуском  
8578 вершин и 405450 ребер



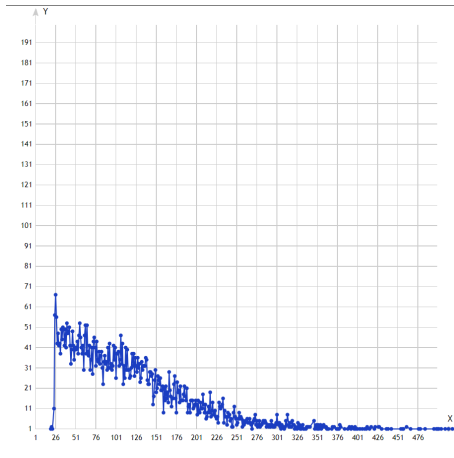
## Распределение степеней вершин после нахождения клики размера 5



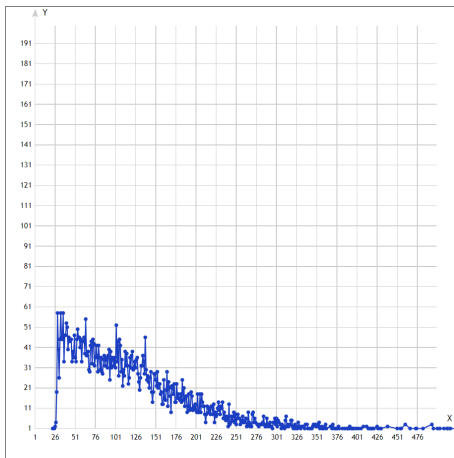
## Распределение степеней вершин после нахождения клики размера 20



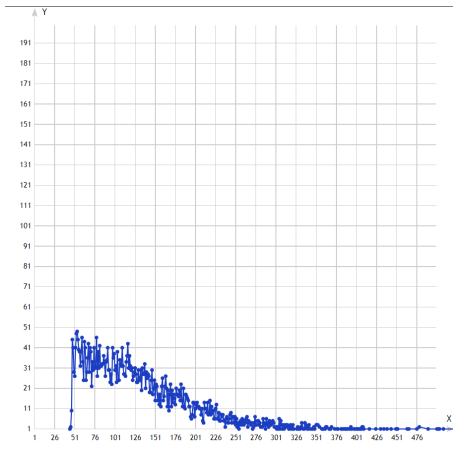
## Распределение степеней вершин после нахождения клики размера 25



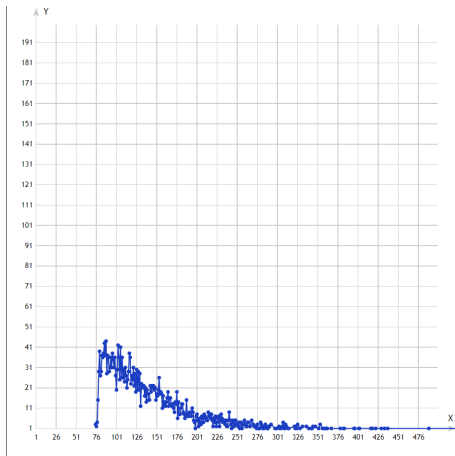
Распределение степеней вершин после нахождения клики размера 29



## Проверка существования больших клик

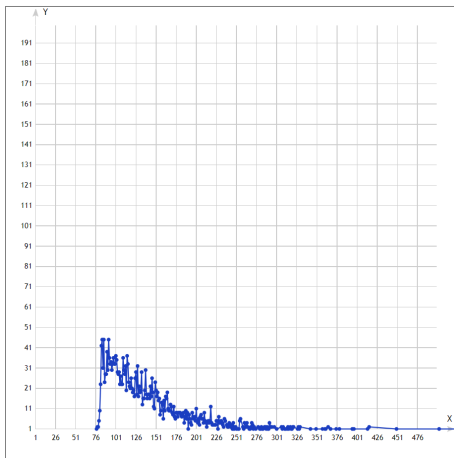


## Проверка существования больших клик

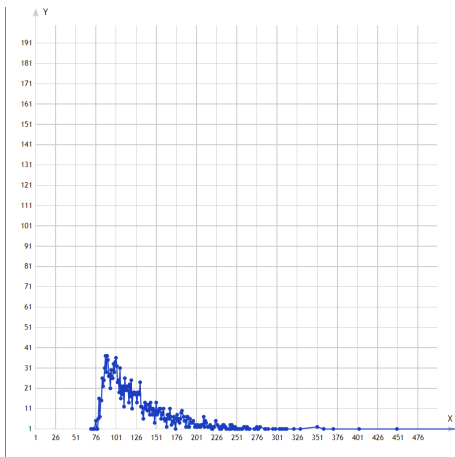




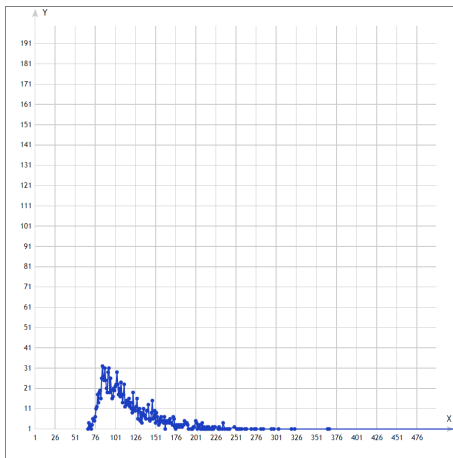
## Проверка существования больших клик



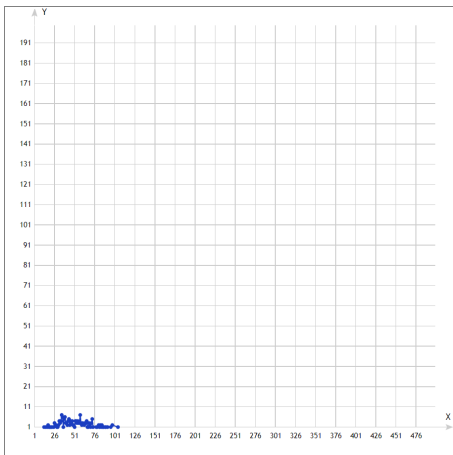
## Проверка существования больших клик



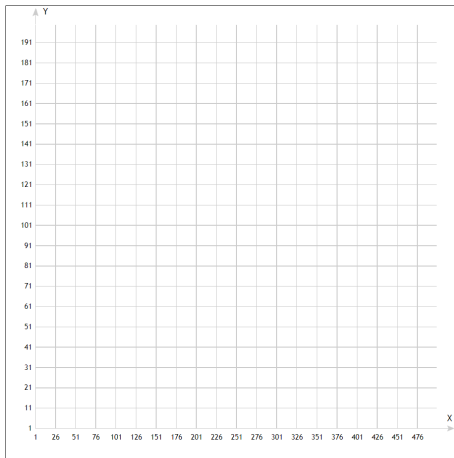
## Проверка существования больших клик



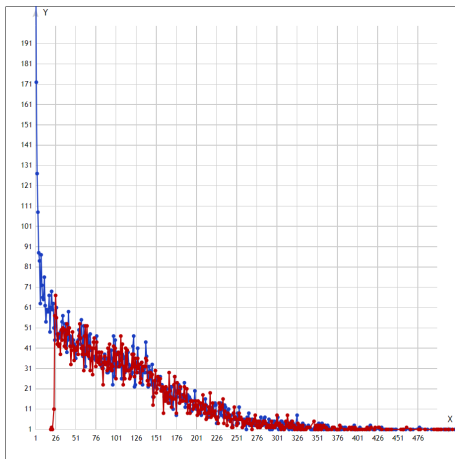
## Проверка существования больших клик



## Проверка существования больших клик



Сравнение конфигураций графов  
2144 вершины было удалено перед нахождением  
окончательного ответа



The Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science (DIMACS) - центр дискретной математики и теоретической информатики, сотрудничество университета Рутгерса, Принстонского университета и нескольких исследовательских компаний (AT&T, Bell Labs, Applied Communication Sciences, NEC)

Таблица: Результаты тестирования на графах DIMACS

# вершин	# ребер	Известное $\omega(G)$	Найденное $\omega(G)$	Время, с
125	6963	34	32	1
250	27984	44	39	5
500	112332	57	48	95
1000	450079	68	55	886
2000	1799532	80	62	7363
2000	999836	16	15	777
378	70551	126	124	75
1035	533115	345	338	6253



Таблица: Результаты запусков на графах Facebook

# вершин	# ребер	Известное $\omega(G)$	Найденное $\omega(G)$	Время, с
6386	217662	9	40	7
2235	90954	10	21	6
18488	973918	13	57	70
11509	486967	12	35	31
19700	637528	12	38	54
12803	679817	11	54	41
22900	852419	15	42	84
10004	362894	10	42	15
2252	84387	9	23	4
3898	137567	9	23	7

Таблица: Сравнение по точности с MCS

# вершин	# ребер	Известное $\omega(G)$	<i>TrustCLQ</i>	<i>MCS</i>
378	70551	126	125	126
1035	533115	345	340	344
200	9876	12	12	12
200	13089	17	17	17
400	59786	29	24	24
400	59765	33	33	26
800	208166	24	19	20
800	207643	26	26	26
200	17910	44	37	44
200	17910	55	49	55
400	71820	65	48	64
400	71820	75	57	75

Таблица: Сравнение по времени с MCS

# вершин	# ребер	Известное $\omega(G)$	<i>TrustCLQ</i>	<i>MCS</i>
378	70551	126	224	4
1035	533115	345	27640	130
200	9876	12	1	12
200	13089	17	3	9
400	59786	29	94	212
400	59765	33	109	135
800	208166	24	940	5886
800	207643	26	688	3009
200	17910	44	12	3
200	17910	55	7	2
400	71820	65	166	25
400	71820	75	204	8

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!