

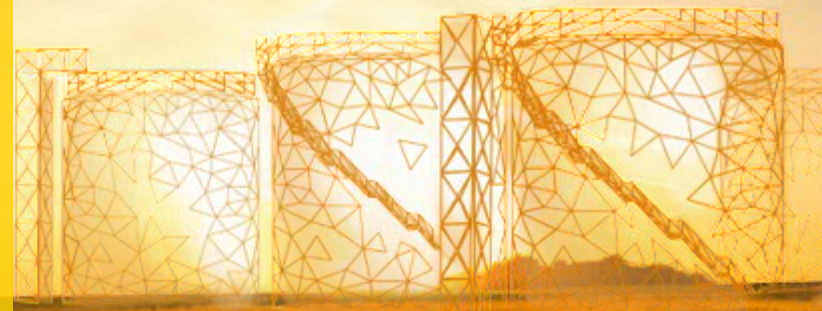


РОСНЕФТЬ

**НАХОЖДЕНИЕ ЦИКЛОВ И
ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБРАННЫЙ
УЧАСТОК ТРУБОПРОВОДОВ
СКВАЖИН В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ
СЕТИ**

**Васильев В.С., Тян В.В., Мокрев
А.А., Шакшин В.П.**

ООО «СамараНИПИнефть»



АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

С учётом быстрого роста разветвлённости гидравлических сетей сложно в ручном режиме диагностировать наличие циклов, а также превышение на исследуемых участках сети.

Помимо этого, имеется потребность в минимизации расходов на обслуживание и поддержание работоспособности циклических участков, которые возможно исключить при условии малой загрузки или соблюдения, при исключении, локальных ограничений.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы состоит в нахождении циклов в сети трубопроводов, где наблюдается превышение давления относительно максимального давления, а также высокообводнённых скважин, влияющих на выбранный участок.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения цели, включают в себя формирование методики, основанной на алгоритмах работы с графами, для поиска и выделения участков с превышением и последовательным удалением данных участков.

ПОСТРОЕНИЕ ВСЕВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ В ГРАФЕ

Для решения данной задачи использовался алгоритм поиска в глубину (**DFS**) с учётом сохранения неповторяющихся путей. Направление в ориентированном графе задавалось за счёт направления потока по трубам сети.

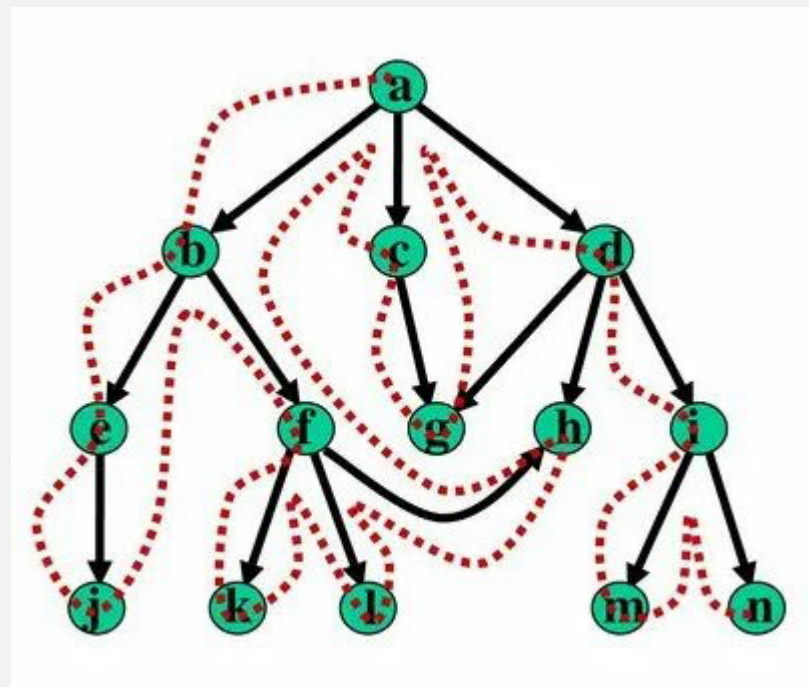


Рисунок 1 – Последовательность обхода графа при поиске в глубину

ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЩИХ УЧАСТКОВ СЕТИ

Учёт случаев, когда наблюдается только один путь от скважины до системы сбора.

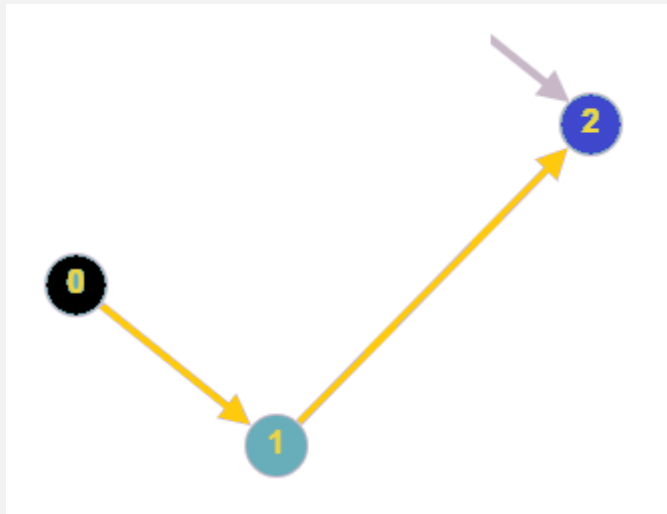


Рисунок 2 – Случай одного пути

Случаи, где имеется общая часть во всех путях от выбранных скважин до системы сбора

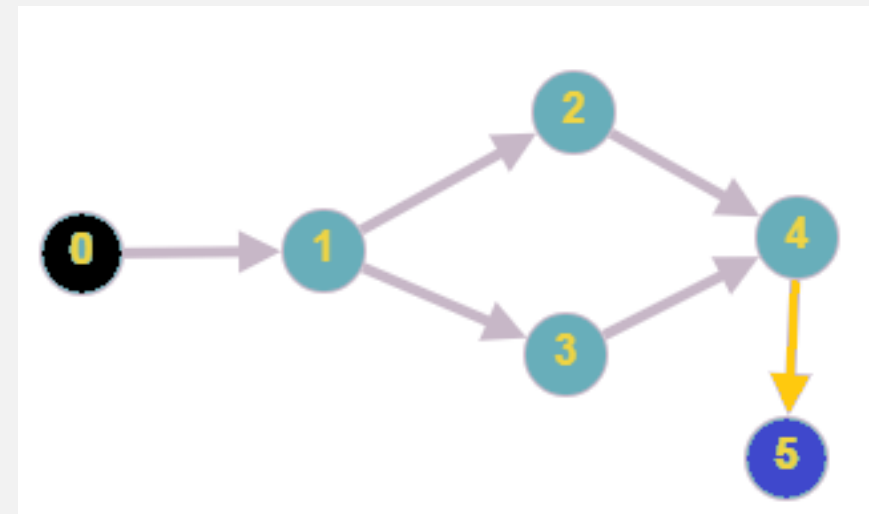


Рисунок 3 – Общий участок

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

Ниже, на рисунке 4, представлена тестовая сеть, в которой имеется 100 скважин и, в общем случае, 401 узел. В результате работы алгоритма было найдено четыре пары, образующих циклы: ***(102, 201)***, ***(102, 202)***, ***(202, 302)*** и ***(302, 400)***.

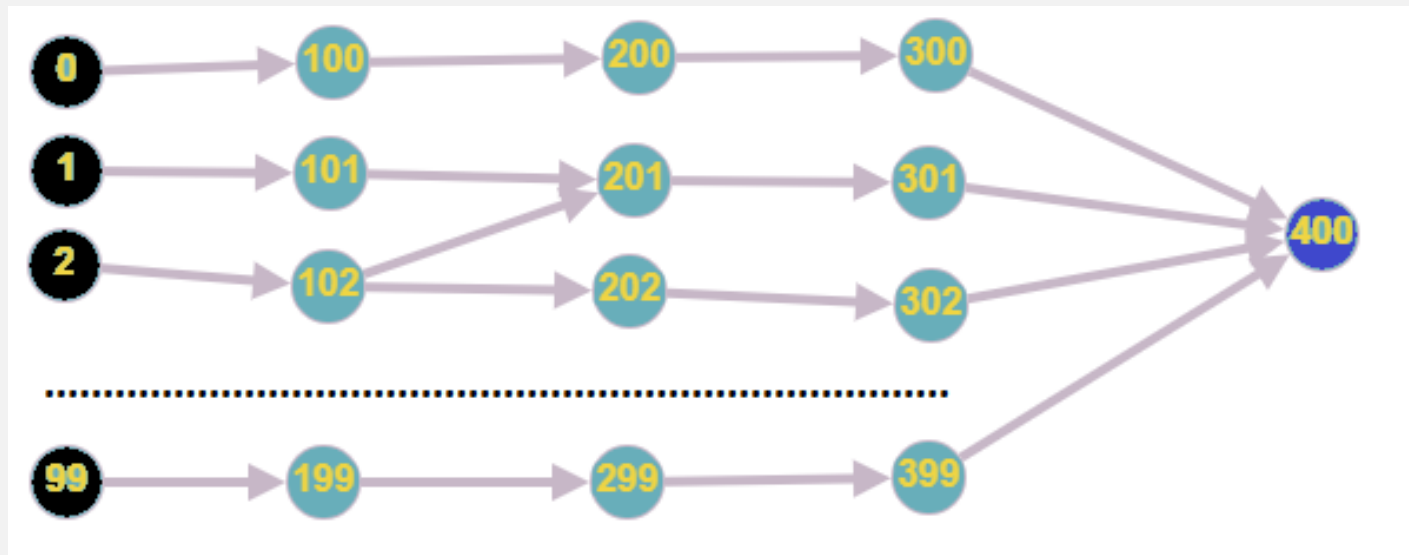


Рисунок 4 – Графическое представление тестовой сети

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

Далее алгоритм тестировался на более приближенной к реальности сети, представленной в тестовом варианте в виде бинарного дерева. Глубина представленного на рисунке 5 дерева была равна 8, а количество узлов – 2^8 . Скважины находились на последнем слое, а система сбора – не нулевом. В результате работы алгоритма было найдено три пары, образующих циклы: **(6, 512)**, **(512, 2)** и **(6, 2)**.

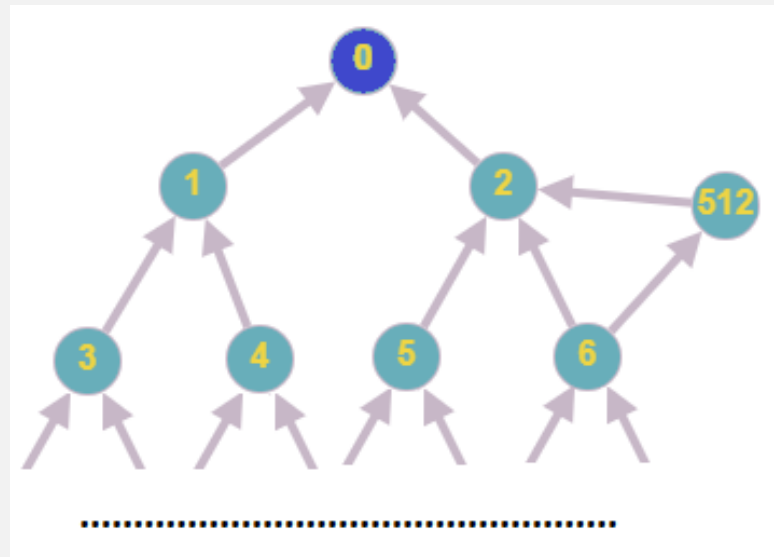


Рисунок 5 – Графическое представление тестовой сети

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ

В качестве выбора наиболее подходящего кандидата пары из полученного списка используется критерий по максимальной разнице между текущим давлением в начале (конце) трубы и максимальным техническим давлением в трубе

$$\Delta P_{max} = abs(P_{current} - P_{tech}),$$

где $P_{current}$ - текущее давление в начале (конце) трубы, P_{tech} - ограничение по давлению в трубе.

ПОИСК ВЫСОКООБВОДНЁННОЙ СКВАЖИНЫ



Поиск высокообводнённой скважины, влияющей на выбранный участок, происходит путём обратного DFS относительно выбранной точки. После того, как скважины, влияющие на выбранный участок были найдены, необходимо выбрать из списка наиболее высокообводнённую, т.е. где наблюдается максимальный дебит по воде. Далее, после выбора, необходимо исключить все «лишние» элементы, которые становятся ненужными при исключении высокообводнённой скважины.

ПРИМЕР ПОИСКА СКВАЖИНЫ

На рисунке 6 показана тестовая сеть, включающая скважины 0, 1 и 2. Выбрав трубу (4, 5) получаем две влияющие скважины – 0 и 1. При выборе высокообводнённой скважины, к примеру, скважины 0, необходимо так же исключить и трубу, идущую от этой скважины – (0, 4). Данную операцию выделения вместе со скважиной лишних участков и производит алгоритм.

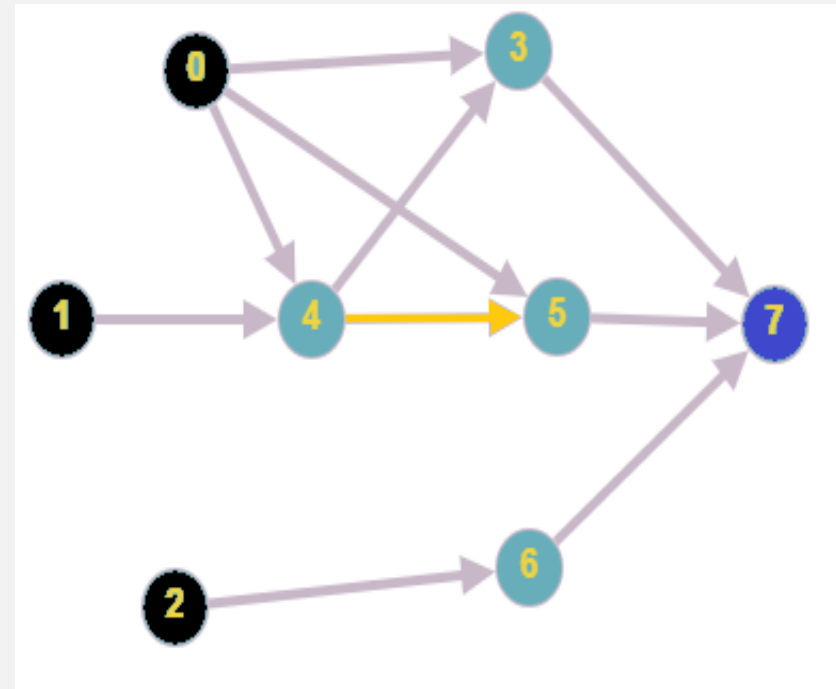


Рисунок 6 – Тестовый граф для поиска влияющих на участок (4, 5) скважин

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ



МОДУЛЬ ПОИСКА ИЗБЫТОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Лупинг Отключение высокообводненного фонда Оптимизация сброса воды

НАЧАЛО ТРУБЫ	КОНЕЦ ТРУБЫ	МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ДАВЛЕНИЕ	ТЕКУЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ В НАЧАЛЕ	ТЕКУЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ В КОНЦЕ	Q LIQUID	Q GAS
8	8	58	89	70	61	78
1	4	33	16	84	25	79
6	8	42	8	76	94	62
4	7	30	8	24	58	95
1	9	30	71	5	50	41
1	2	74	66	66	73	23
8	3	44	47	74	73	42
7	6	16	39	45	19	44
1	3	82	46	4	82	97
5	1	44	80	74	38	62

АНАЛИЗ НА ЛУПИНГ РАСЧЕТ

1. Реализован алгоритм, позволяющий найти участки гидравлической сети, в которой наблюдаются циклы, а также влияющие на выбранный участок скважины;
2. Представлен критерий, по которому происходит отбор кандидатов из списка элементов, участвующих в цикле и отбор высокообводнённой скважины;
3. Разработана форма для вывода полученных результатов, а также передачи данных результатов для дополнительных действий.



РОСНЕФТЬ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!