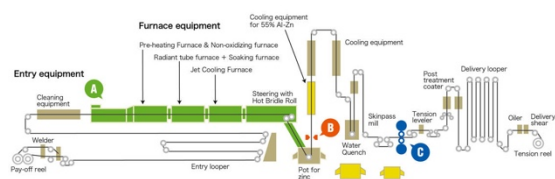


Методы комбинаторной оптимизации в металлургическом производстве: квантовые алгоритмы успешно работают и без квантовых компьютеров

Одним из продуктов металлургического производства является оцинкованный прокат, потребителями которого являются строительная, автомобильная промышленность и другие отрасли.



на предыдущем переделе, концы рулонов свариваются для непрерывной подачи в агрегат, а на выходе полоса снова нарезается на товарные рулоны.



Покрытие тонким слоем цинка – эффективный способ защиты стали от коррозии – осуществляется в агрегатах непрерывного горячего цинкования. Существуют и другие технологии, однако эта – наиболее производительная, позволяющая получать до 1 млн т продукции в год на одной линии. На вход подается стальная полоса в рулонах, полученных

Входные рулоны имеют разную геометрию, а товарная продукция должна иметь различную толщину напыления и ряд других параметров, в зависимости от партии для каждого конкретного заказчика. В результате, при переходе от рулона к рулону

зачастую приходится перенастраивать агрегат, а иногда – ставить на вход т.н. «переходные» рулоны из складского запаса, чтобы обеспечить плавный переход от одного входного рулона к другому. Чем больше таких операций, тем ниже производительность линии.

Подобрать оптимальную (минимизирующую количество перенастроек агрегата) последовательность подаваемых в агрегат рулонов – сложная вычислительная задача. В смену агрегат может обработать от 30 до 100 рулонов. Даже для самой «маленькой» смены, количество возможных комбинаций – примерно 10^{30} ! Самый простой способ найти хоть какое-то математически обоснованное решение – использовать «жадный алгоритм¹». Как правило, такое решение хуже, чем может предложить опытный оператор «на глаз». Более продвинутый вариант из мира классических компьютеров – «муравьиный алгоритм²», разработанный в 1990-2000е гг. учеными, изучавшими поведение муравьев, прокладывающих маршруты в поисках пищи.

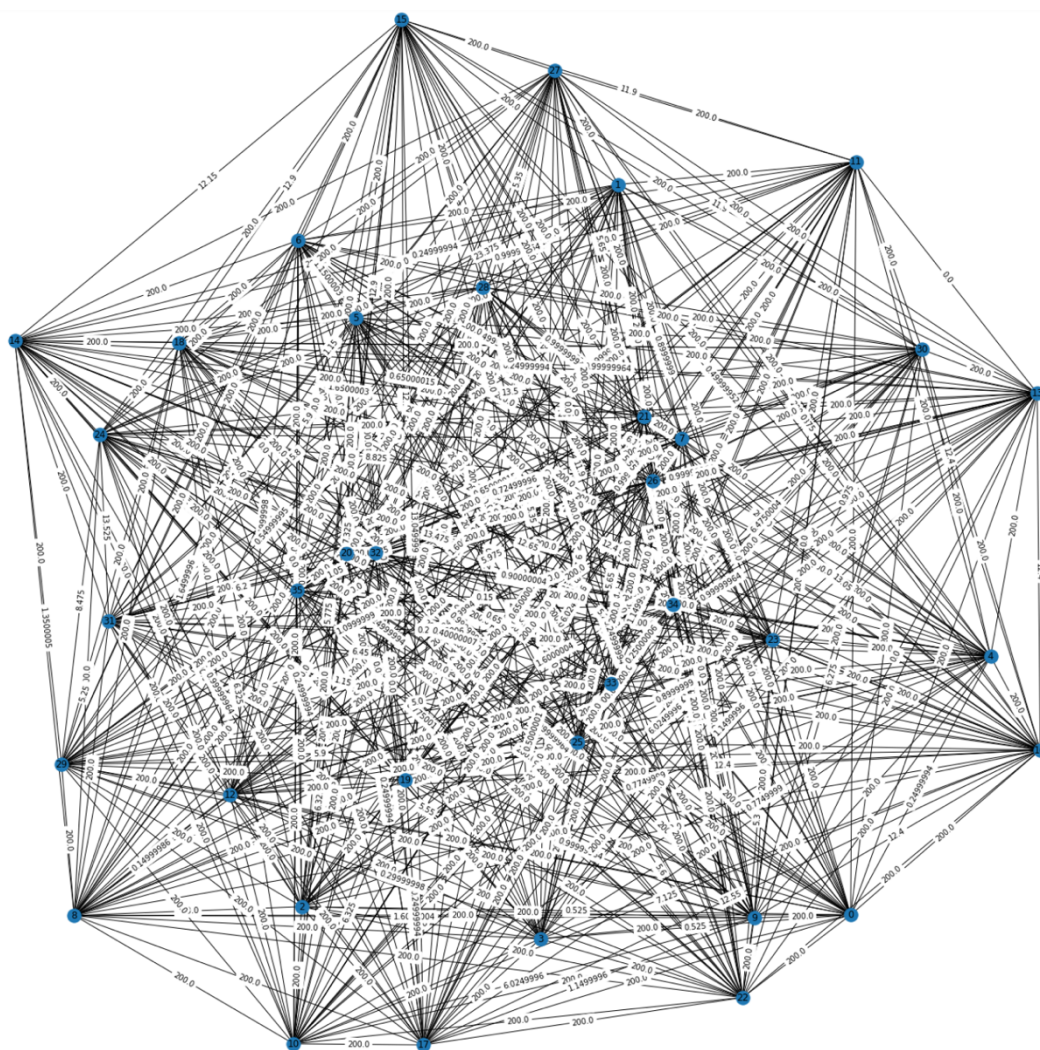
¹ Для реализации «жадного алгоритма» первый рулон выбирается произвольно, а далее – на каждом шаге подбирается наиболее подходящий рулон из числа оставшихся.

² Подробнее об алгоритме см. [здесь](#).

Для решения этой задачи специалисты QuScare применили квантовый алгоритм Гамильтонова пути, симулированный на классическом компьютере. Результат – двукратное сокращение издержек на переходы между рулонами по сравнению с муравьиным алгоритмом (который, в свою очередь, в 4-5 раз эффективнее жадного алгоритма), а также почти 100-кратное сокращение вычислительного времени (всего около 1 сек для партии из 40 рулонов на компьютере desktop-класса). При этом, решение не требует специального вычислительного оборудования, а следовательно, имеет минимальное время внедрения.

Описанный алгоритм может применяться для широкого круга производственных и бизнес-задач: поиска оптимальных маршрутов, схем загрузки транспортных средств, составления расписаний, проектирования топологии сетей, расчета оптимального портфеля активов, кластеризации объектов и др.

Постановка задачи: граф, отражающий издержки переходов между всеми рулонами смены (в условных единицах)



Решение: граф оптимальной последовательности рулонов с издержками перехода (36 рулонов в смене)

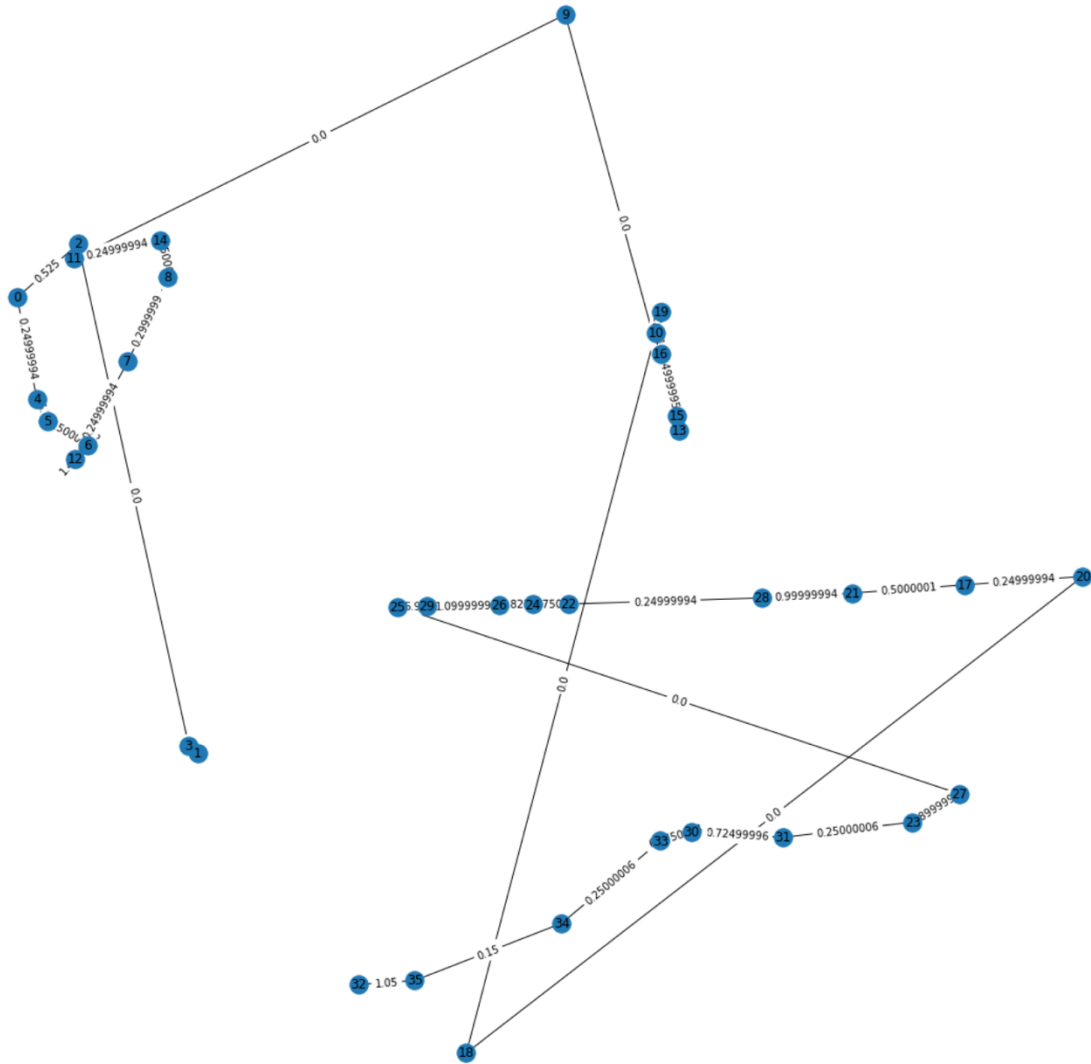


График выполнения расчетов: оптимальное решение найдено за 20000 итераций

