

## РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО АЛГОРИТМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А. О. Игумнов, Д. М. Сонькин, С.А. Хруль  
Томский политехнический университет  
[siberianodis@gmail.com](mailto:siberianodis@gmail.com)

### Введение

Методы многокритериальной оптимизации нашли широкое применение в сферах, включающих управленческие задачи – используются как для оптимизации работы самой системы так и для принятия решений [1,2]. В рамках данной статьи рассматривается пример применения многокритериальной оптимизации для системы управления автомобилями такси.

Системы диспетчерского управления таксопарком содержат базу данных водителей, машин и заказов. Каждая из этих сущностей имеет определённый набор критериев, которые следует учитывать при распределении заказов [3]. Потому задача разработки алгоритма, который позволял бы учитывать все факторы для получения оптимального результата является актуальной [4].

### Постановка задачи

Процесс обслуживания населения службой такси является по своей природе дискретным случайным процессом, в котором случайный поток заявок не является пуассоновским потоком. Затраты времени на обслуживание заявок автомобилями такси являются случайными и не подчиняющимся показательному закону распределения.

Задачу автоматизации процесса распределения заказов на обслуживание заказов клиентов такси между автомобилями таксопарка целесообразно представить в виде двудольного графа  $G = (Z, A)$ , где  $Z = \{z_1 \dots z_n\}$  – множество поступающих заказов,  $A = \{a_1 \dots a_m\}$  – множество автомобилей такси, готовых их выполнить, а  $Y = \{y_{ij}\}$  – множество ребер, связывающих вершины из множества  $Z$  с вершинами множества  $A$  (рис. 1 а) [4].

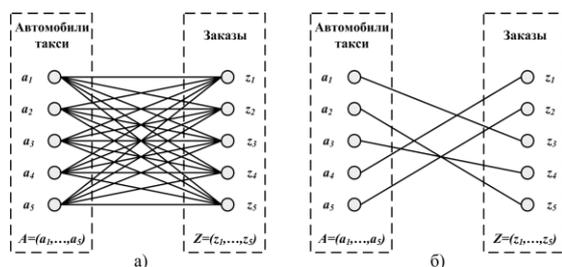


Рис. 1. Представление задачи распределения поступающих заказов в виде двудольного графа  
Соответственно необходимо построить распределение заказов по автомобилям наиболее опти-

мальным способом (рис. 1 б). Существуют два основных подхода для реализации распределения заказов между водителями: по ближайшему расстоянию и распределение по очереди. Первый подход предпочтителен для клиентов, так как к клиенту отправится ближайшая машина. Однако для водителей это неблагоприятный сценарий в виду отсутствия прозрачности распределения и неравномерной загрузки по заказам. Второй подход это построение очереди водителей, который предполагает что водитель получит заказ в свою очередь, а после его выполнения встанет в конец очереди до следующего заказа. В данной ситуации водители будут стремиться вставать в очереди в районах где очередь идёт с большим количеством заказов, а клиенты из других районов будут вынуждены ожидать машину дольше, чем если бы автомобили находились ближе. Таким образом, оба подхода неблагоприятны для таксопарка.

Для таксопарка клиент важен именно как источник дохода, приоритет клиентов расставляется таксопарком и представляет собой такой упорядоченный по приоритетам список: VIP клиент, Первый заказ, Постоянный клиент, Обычный клиент, Проблемный клиент, Криминальный клиент. Для клиента как субъекта важен только критерий наискорейшего выполнения заказа, чем быстрее придет машина, тем лучше. Однако для таксопарка опять же, важно чтобы клиент был явно более выгодным. Поэтому при выборе наиболее подходящего путевого листа основываясь на характеристиках клиента степень соответствия путевого листа можно представить пропорцией:

$CKa = \frac{CS}{DI}$ , где  $CS$  – сумма денег принесённых клиентом таксопарку,  $DI$  – оценочное время прибытия водителя к точке отправки,  $CKa$  – оценочный коэффициент для клиента.

Водителю важно заработать как можно больше, то есть ему актуально большое количество наиболее высокооплачиваемых заказов. Таксопарку важно чтобы нагрузка по заказам по ним распределялась равномерно между водителями, причём как в абсолютном отношении за смену  $Dn \rightarrow \frac{\sum Ds}{\sum Di}$  ( $Dn$  – сумма денег заработанных водителем,  $Ds$  – суммы остальных водителей,  $Di$  – заказы отработанные водителями за смену), так и относительно времени работы, чтобы водители не

простаивали  $Dhn \rightarrow \frac{\sum Dhs}{\sum Dhi}$  ( $Dhn$  – сумма денег заработанных водителем за последний час,  $Dhs$  – суммы остальных водителей за последний час,  $Dhi$  – заказы отработанные водителями за последний час).

Учитывая, что водитель заинтересован в получении максимальной прибыли, его интерес расходуется с интересом таксопарка. Водитель может выбирать себе заказы исходя из соображений дальности заказа, заведомо заниженной прибыльности с точки зрения времени выполнения и отказываться от неприбыльных заказов. Так же водитель может исключить себя из очереди и отправиться выполнять заказы частным образом (большинство таксопарков позволяет водителям выполнять заказы **по свободной**, то есть заказы в которых клиент непосредственно обратился к водителю).

Учитывая описанные критерии, основываясь на классических подходах к решению многокритериальных задач оптимизации, коэффициент соответствия путевого листа заказу можно вычислить как:

$$DKa = \left( \frac{ODc * ODs + ODcr * ODsr}{OAc} + \frac{ODhc * ODhs + ODhcr + ODhsr}{OAhc} \right)$$
 где  $ODc$  – количество заказов выполненных водителю за смену,  $ODs$  – сумма денег полученных водителем за смену,  $ODcr$  – количество заказов отказанных водителем за смену,  $ODsr$  – сумма денег которые мог получить водитель если бы не отказался за смену,  $OAc$  – общее количество заказов за смену водителя,  $ODhc$  – количество заказов выполненное за последний час водителем,  $ODhs$  – сумма денег полученных за последний час водителем,  $ODhcr$  – количество заказов отказанных за последний час водителем,  $ODhcr$  – сумма денег которые водитель мог получить за отказанные заказы за последний час,  $OAhc$  – общее количество заказов выполненных за последний час,  $DKa$  – оценочный коэффициент для водителя.

Таксопарк так же заинтересован в равномерной нагрузке на автомобили, как с точки зрения простаивания, так и с точки зрения денег полученных за каждый отработанный километр. Финансовую окупаемость автомобиля можно определить как:

$AKa = \frac{As}{OAd}$ , где  $As$  – сумма денег заработанных водителем на автомобиле за смену,  $OAd$  – общее расстояние уже проезженное автомобилем за смену,  $AKa$  – оценочный коэффициент для автомобиля.

Для формирования результирующей приоритетной очереди путевых листов с учётом статуса клиентов нужно предоставить таксопарку возмож-

ность определить константы приоритетов клиента для клиента статуса ВИП, для клиента впервые воспользовавшегося услугами таксопарка, для постоянного клиента, для обычного клиента, для проблемного клиента, для клиента статуса криминал.

В виду того, что состояние авто имеет пониженный приоритет по сравнению с клиентом и водителем, поэтому стоит дополнительно ввести коэффициент для приоритета автомобиля  $A_m$  ( $0 < A_m < 1$ ).

Таким образом, можно вычислить абсолютный коэффициент соответствия путевого листа заказу:

$$AbsK = DN + AN * A_m - CN * C_m$$

В соответствии с этим коэффициентом можно сформировать очередь путевых листов, в соответствии с которой нагрузка на водителей и автомобили будет распределена равномерно, а клиент в свою очередь так же будет получать одну из ближайших машин.

### Заключение

В данной статье рассмотрена проблема равномерного распределения нагрузки внутри таксопарка с учётом множества критериев отбора. Предложен метод построения такой очереди, руководствуясь приоритетностью которой повышается вероятность равномерного распределения заказов по путевым листам. В виду предварительного построения очередей по отдельным критериям интересов, диспетчеру так же можно представить другую очередь или степень соответствия с результирующей (например, насколько совпал абсолютный коэффициент с предпочтением клиента).

### Литература

1. А.В. Лотов, И.И. Поспелова "Многокритериальные задачи принятия решений" Московский Государственный университет, Москва 2008
2. Диденко С.В. Задача оптимизации процесса передачи навигационной информации от подвижных объектов в глобальную сеть данных // Известия ТПУ . 2004. №7.
3. Игумнов А. О., Соськин Д. М. Об одном из подходов к оптимизации высоконагруженных систем на примере системы диспетчерского управления таксомоторным парком // Интернет-журнал «Науковедение», 2013 №2 (15) [Электронный ресурс]-М.: Науковедение, 2014 - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/30tvn213.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.
4. Соськин Дмитрий Михайлович Адаптивный алгоритм распределения заказов на обслуживание автомобилями такси // Известия ТПУ . 2009. №5.