С.Г. Кисельгоф
Государственный университет –
Высшая школа экономики

МОДЕЛИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ФИЛИАЛЬНОЙ СЕТИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Общая постановка проблемы

Задачи размещения отделений банка можно разделить на три основных класса.

1. Размещение новых отделений. Эти задачи возникают при выходе банка на новый для себя территориальный рынок.

2. Оптимизация существующей сети. В задачах этого класса решается проблема реорганизации существующей сети отделений. Такие задачи актуальны в случае слияния нескольких независимых банков или при необходимости снизить издержки и повысить эффективность существующей сети отделений банка.

3. Комплексные задачи. Комплексная реорганизация сети, включающая открытие новых отделений и закрытие либо изменение профиля деятельности старых отделений.

Несмотря на разное практическое значение, для решения задач всех трех классов используются очень близкие подходы и математические модели.

Однако до того как станет возможным применение математической модели, должны быть сделаны некоторые приготовления. Во-первых, необходимо ограничить территорию, на которой производится размещение или реструктуризации. При этом территория должна быть, по возможности, замкнутой, т.е. не связана напрямую с другими территориями, на которых ведет свою деятельность банк. Во-вторых, следует определить ограничения проекта: объемы финансирования, возможности закрытия и открытия отделений, возможности изменения перечней предоставляемых услуг. И, наконец, в-четвертых, необходимо подготовить исторические данные о работе отделений на исследуемой территории, а также данные государственной и негосударственной статистики и опросов, позволяющие оценить клиентский потенциал в рассматриваемой

области. Кроме того, если можно ожидать значительного влияния конкуренции, то следует собрать информацию о расположении отделений конкурентов.

Теперь перейдем к обзору существующих математических подходов к анализу филиальной сети банка.

Обзор существующих подходов

Наиболее важные содержательные различия между существующими математическими подходами, применяемыми при реструктуризации розничных сетей, заключаются в способе моделирования поведения потребителей.

Все используемые модели поведения клиентов можно разделить на пять основных классов: модели аналогий и их расширение – модели анализа микрорынков, модели гравитационного покрытия и ее расширение – модели конкурентного взаимодействия, а также потоковые модели. Теперь остановимся на каждом классе несколько подробнее.

Основная идея аналоговой модели состоит в том, что новое отделение будет работать так же, как похожие существующие отделения. Среди действующих отделений банка отбираются несколько отделений, работающих в условиях, похожих на предполагаемые условия работы нового отделения. Для оценки потенциала новой точки используются чаще всего регрессионные модели, как, например, в статье [Boufounou, 1995]. Проблемой всех модификаций модели аналогий является сложность учета конкуренции, в том числе между отделениями самого банка, при предсказании результата реструктуризации сети.

Модель микрорынков, предложенная в работе [Aleskerov et al., 1997], расширяет идею модели аналогий и предлагает разбивать весь массив существующих отделений банка на группы, работающие в разных внешних условиях (уровень дохода клиентов, типы клиентских потоков, тип застройки и т.п.). Внутри групп, работающих на одинаковых микрорынках, выделяются эффективно работающие отделения. При выявлении эффективных отделений учитываются «контролируемые» характеристики: размер, число сотрудников, наличие парковки, а также уровень конкуренции. Для новой точки необходимо определить тип микрорынка, на котором ей предстоит работать, и оценить ее потенциал исходя из максимально возможного (эффективного) уровня.

Модель гравитационного покрытия основывается на законе розничной гравитации, сформулированном Рилли (Reilly) в 1929 г. Предполагается, что потребители и отделения расположены в конкретных точках на плоскости. Потребитель «притягивается» к ближайшему отделению, однако в мере бли-

зости учитывается не только расстояние, но и привлекательность отделения. Привлекательность в розничной торговле является аналогом массы в классической гравитационной модели. Таким образом, все потребители, проживающие в конкретной точке, предполагаются посещающими одно и то же банковское отделение.

Модель конкурентного взаимодействия, предложенная в статье [Huff, 1964], является логическим развитием применения гравитационной аналогии к поведению потребителей услуг розничных отделений (в том числе банковских). Потребители и отделения опять же предполагаются расположенным на некоторой плоскости, где задана функция расстояния между любыми двумя точками. Потребитель из точки *i* может выбрать любое отделение из всех доступных на рассматриваемой территории (например, в городе), однако вероятность того, что клиент *i* выберет отделение *j*, прямо пропорциональна привлекательности отделения и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Выражение для вероятности выглядит следующим образом:

$$P_{ij} = \frac{A_j / d_{ij}^2}{\sum_{k=1}^{n} A_k / d_{ik}^2},$$

где n – количество отделений; A_j – привлекательность j-го отделения; d_{ij} – расстояние от i-й точки до j-го отделения.

Можно вычислить ожидаемое количество клиентов j-го отделения из i-го района (E_{ij}):

$$E_{ij} = P_{ij} \cdot C_i,$$

где C_i – количество клиентов в i-й точке. Величину ожидаемого количества клиентов уже можно использовать в целевой функции, например, максимизируя ее для открываемого отделения.

В самом простом случае под привлекательностью понимают размер отделения [Ibid]. Для получения картины, близкой к реальности, при расчете привлекательности, как и в аналоговом методе, учитывается более полная информация об отделениях банка [Nakanishi et al., 1974]. На привлекательность могут влиять как факторы, напрямую зависящие от банка, например, спектр услуг, так и окружающие характеристики: наличие подъезда, парковки, близость торгового центра и даже возраст отделения [Achabald et al., 1982; Rushton et al., 2008].

При использовании модели потоков исследователь исходит из предположения, что потенциальные клиенты банка не являются статичными и передвигаются по регулярным маршрутам. Соответственно и отделение для получения банковских услуг такие потенциальные клиенты выбирают рядом со своим маршрутом движения. Далее рассчитывается вероятность посещения потребителем отделения в зависимости от расстояния от его маршрута до отделения и от привлекательности отделения. Проблемой таких моделей является дефицит информации о потоках клиентов.

Далее будут предложены новые модели реструктуризации филиальной сети банка, объединяющие аналоговый и гравитационный подходы.

Однокритериальная модель реструктуризации с разнородным спросом

Банковские услуги, предоставляемые физическим лицам, можно разделить на три основных типа с точки зрения их влияния на размещение отделений.

1. Первичные услуги с потреблением, привязанным к расположению, например:
    - срочные депозиты;
    - накопительные депозиты;
    - быстрые кредиты;
    - обмен валюты;
    - денежные переводы.
2. Первичные услуги с потреблением, не привязанным к расположению, например:
    - ипотечные кредиты;
    - кредиты на подержанные автомобили.
3. Вторичные услуги, например:
    - операции по вкладам;
    - оплата взносов по кредиту.

При потреблении услуг второго типа клиент в первую очередь выбирает банк, предлагающий наиболее выгодные условия (кредитования), и только затем обращает внимание на расположение отделений банка. Поэтому к размещению отделений, предоставляющих услуги второго класса, выдвигаются только два требования:

- обеспечение среднего уровня доступности для всех потенциальных клиентов на рассматриваемой территории размещения;
- возможность обслужить всех клиентов, которых привлекает предоставляемая услуга (устранение очередей).

Услуги третьего типа не представляют непосредственного интереса для банка, поскольку не являются источником доходов банка. Однако для того, чтобы быть привлекательным для клиентов, банк должен поддерживать на определенном уровне качество предоставления вторичных услуг. С точки зрения размещения отделений качество заключается в территориальной доступности вторичных услуг для всех клиентов банка.

В описываемой однокритериальной модели единственным критерием, характеризующим успешность работы филиальной сети банка, будет число клиентов, привлеченных суммарно по всем видам услуг первого типа.

Рассматриваемая территория делится на квадраты одинакового размера, и для каждого квадрата задаются характеристики имеющихся в квадрате клиентов. Считается, что все клиенты, попавшие в *i*-й квадрат, находятся в его центре. Будем говорить, что эти клиенты находятся в точке *i*.

В отличие от ранее предлагавшихся моделей, где все клиенты считаются однородными, в нашей модели учитывается неоднородность клиентов. Каждая точка *i* характеризуется вектором x_i, имеющим H компонент. Каждая из компонент x_{ih} характеризует количество клиентов вида h в точке (квадрате) i. Могут быть использованы различные классификации по видам h:

- по источнику (жители, пассажиры, работники, покупатели и т.д.);
- по доходу (например, обеспеченные, средний класс, малообеспеченные);
- по возрасту (дети, молодежь, средний возраст, пожилые люди);
- комбинированная классификация (обеспеченные жители, пассажиры общественного транспорта, пассажиры личного транспорта, покупатели бутиков, покупатели универмагов, пожилые жители и т.д.).

Для каждого типа h вводится показатель α_h, характеризующий число клиентов банка на одного человека типа h. Выбор конкретной классификации клиентов выполняется на стадии адаптации модели под потребности конкретного банка.

Для моделирования поведения клиентов, потребляющих услуги первого типа, в данном случае выбрана модель конкурентного взаимодействия.

В нашей модели мы принимаем предположение, что привлекательность b_j отделения j зависит только от привлекательности банковской сети, к которой относится отделение. Под привлекательностью банковской сети мы, в свою очередь, будем понимать уровень доверия клиентов данной банковской сети (по результатам опросов).

В ряде работ делается предположение о том, что зависимость привлекательности отделения сети от расстояния имеет экспоненциальную форму. На наш взгляд, предположение о том, что $P_{ij} \sim e^{-\beta d_{ij}}$, является более реалистичным, чем традиционное $P_{ij} \sim \frac{1}{d_{ij}^2}$, и именно зависимость первого рода будет использована в рассматриваемой модели. В качестве расстояния d наиболее целесообразно брать поуличное расстояние.

Итак, вероятность того, что клиент из точки i посетит отделение в точке j, рассчитывается следующим образом:

$$P_{ij} = \frac{b_j \cdot e^{-\beta d_{ij}}}{\sum_{t \in R_i} b_t \cdot e^{-\beta d_{it}}}.$$

Отделение j посещают не все клиенты рассматриваемой территории, а лишь клиенты, «обитающие» в некоторой окрестности R_j этого отделения. Отсюда получаем следующее выражение для количества клиентов z_j, посещающих отделения j:

$$z_j = \sum_{i \in R_j} \frac{b_j \cdot e^{-\beta d_{ij}} \cdot \sum_{h=1}^{H} \left(a_h \cdot x_{ih}\right)}{\sum_{t \in R_i} b_t \cdot e^{-\beta d_{it}}}.$$

Рассматриваемая модель будет комбинированной моделью с возможностью открытия новых отделений и закрытия существующих. Для того чтобы предусмотреть в модели возможность реструктуризации сети, мы введем бинарные переменные y_j, соответствующие каждой точке, где уже расположено или может быть открыто отделение.

Складывая число клиентов по всем отделениям нашей сети, получаем целевой показатель задачи, значение которого необходимо максимизировать, закрывая и открывая отделения.

Однако следует учесть и некоторые ограничения, при выполнении которых возможна реструктуризация. В данной модели мы устанавливаем два бюд-

жетных ограничения и одно ограничение на качестве обслуживания по услугам второго и третьего типов.

Два бюджетных ограничения устанавливают предельные значения на:

- единовременные затраты на реорганизацию сети, которые складываются из затрат на закрытие некоторых из существующих отделений и затрат на открытие новых отделений. Общая сумма затрат на реорганизацию не должна превышать показатель TC (transformation costs);
- регулярные затраты на поддержание работы отделений, которые не должны превысить показатель RC (regular costs).

Кроме бюджетных ограничений необходимо задать ограничение, обеспечивающее должный уровень обслуживания потребителей услуг второго и третьего типов. Мы используем для описания поведения таких клиентов модель гравитационного покрытия. В данном случае этот подход является оправданным, поскольку потребители услуг второго и третьего типов не рассматривают конкурирующие банки в качестве альтернативы.

Вводится достаточно простое ограничение на территориальную доступность сети: среднее расстояние от потенциального клиента (жителя, работника, путешественника и т.д.) до ближайшего отделения банка не должно превышать заданную величину D. В данной модели это ограничение объединяет сразу два ограничения на качество обслуживания – по второму и третьему типам банковских услуг. Такое ограничение, учитывающее все слои населения и все типы клиентов, является достаточно грубым. Это ограничение может быть переформулировано в виде двух и более ограничений (для разных типов банковских услуг) с ограничением целевой аудитории каждой услуги и с заданием разных нормативов дальности (параметр D) для каждого типа услуг.

Таким образом, все основные элементы модели описаны. В этой модели параметры a_h являются неизвестными. Они должны быть оценены исходя из имеющихся данных о спросе на банковские услуги в существующих отделениях сети, а также данных о числе потенциальных клиентов видов h в окрестностях каждого отделения.

Итоговая математическая постановка задачи:

$$\max_{y_j} \sum_{j \in N_1, N_3} z_j,$$

где $z_j = \sum_{i \in R_j} \dfrac{y_j \cdot b_j \cdot e^{-\beta d_{ij}} \cdot \sum_{h=1}^{H} (a_h \cdot x_{ih})}{\sum_{t \in R_i} y_t \cdot b_t \cdot e^{-\beta d_{it}}}$

при условиях:

$$\sum_{j \in N_1, N_3} c_j \cdot y_j \le RC,$$

$$\sum_{j \in N_1} \left(1 - y_j\right) \cdot cc_j + \sum_{j \in N_3} y_j \cdot oc_j \le TC,$$

$$\sum_{i \in I} \left(\frac{\sum_{h=1}^{H} x_{ih}}{\sum_{k \in I} \sum_{h=1}^{H} x_{kh}} \cdot \min_{j \in N_1, N_3} d_{ij} \right) \le D,$$

$$y_j \in \{0; 1\} \; \forall j \in N.$$

Введенные в модели обозначения:

$j \in I$ – точки, характеризующие рассматриваемую территорию;

$j \in N$ – все точки, в которых находятся или могут находиться отделения банков;

$j \in N_1$ – точки, в которых расположены отделения банка;

$j \in N_2$ – точки, в которых расположены отделения конкурирующих банков;

$j \in N_3$ – точки, в которых могут быть размещены новые отделения банка;

$h = 1...H$ – типы клиентов (жители, работники, путешественники и т.п.);

a_h – доля клиентов типа *h*, пользующихся банковскими услугами;

x_{ih} – число клиентов типа *h* в точке *i*;

R_k – окрестность размера *R* вокруг точки *k*;

y_j – бинарная переменная, обозначающая существование отделения в точке *j*;

b_j – привлекательность отделения *j*;

c_j – издержки на обслуживание *j*-го отделения;

cc_j – издержки на закрытие отделения *j*;

oc_j – издержки на открытие отделения *j*.

Многокритериальная модель реструктуризации с разнородным спросом

В однокритериальной модели спрос клиентов на разнородные услуги банка учитывался в рамках единого показателя количества клиентов. Такой подход не всегда оправдан, особенно в банках с большим разнообразием услуг. Кроме того, из-за особенностей спроса на банковские услуги не каждое отделение банка предоставляет все возможные услуги банка.

Пусть рассматриваемый банк предоставляет M различных услуг. Под различными услугами мы здесь будем понимать не различные банковские продукты, а именно различные типы услуг: срочные вклады, депозиты, дебетовые карты, краткосрочные кредиты и так далее.

Для того чтобы учесть разнообразие банковских услуг, введем в модель разнородность спроса не только по группам потенциальных клиентов, но и по видам банковских услуг. Новые параметры α_{mh} будут характеризовать объем потребления услуги m, приходящийся на одного клиента типа h.

Если в остальном мы будем моделировать поведение потребителей так же, как в описанной выше однокритериальной модели, то объем услуги типа m, оказываемый в j-ом отделении, будет выражаться как:

$$z_{jm} = \sum_{i \in R_j} \frac{b_j \cdot e^{-\beta d_{ij}} \cdot \sum_{h=1}^{H} \left(a_{mh} \cdot x_{ih}\right)}{\sum_{t \in R_i} b_t \cdot e^{-\beta d_{it}}}.$$

Отметим некоторые особенности предлагаемого подхода:

- сохраняется предположение об одинаковой оценке клиентами привлекательности банков по различным видам услуг;
- сохраняется предположение об одинаковой оценке расстояния до отделения различными группами клиентов;
- данное выражение верно только для услуг первого типа.

Для того чтобы обеспечить возможность оптимизации в модели, введем новые переменные y_{jm}. Эти переменные являются бинарными и показывают, предоставляется ли услуга m в отделении j.

$$y_{jm} = \begin{cases} 1, \text{ если услуга } m \text{ предоставляется в отделении } j, \\ 0, \text{ если услуга } m \text{ не предоставляется в отделении } j. \end{cases}$$

Если же $\sum_{m=1}^{M} y_{jm} = 0,$ то отделение в точке *j* не размещается.

В связи с введением разнородности услуг изменятся бюджетные ограничения, так как издержки открытия, закрытия и обслуживания отделений зависят от количества услуг, предоставляемых отделением. Для издержек обслуживания отделения примем следующее предположение: $RC_j \sim \ln\left(\sum_{m=1}^{M} y_{jm} + 1\right)$. Таким образом, если услуги в отделении *j* не предоставляются вообще, то издержки равны ln(1) = 0. С увеличением же объема услуг прирост издержек за каждую дополнительную услугу уменьшается, т.е. наблюдается эффект экономии от масштаба.

Бюджетное ограничение по единовременным издержкам реструктуризации усложнится по сравнению с однокритериальной моделью, поскольку возможны три изменения, требующие финансовых затрат: открытие нового отделения, изменение услуг, предоставляемых существующим отделением и закрытие существующего отделения. Для того чтобы учесть изменения в составе услуг отделений, введем параметры y_{jm}^{s}, которые будут показывать набор услуг, предоставляемых в отделениях до реорганизации.

Получаемая модель будет многокритериальной, так как спрос клиентов на банковские услуги будет оцениваться отдельно по каждому виду услуг, а сложить между собой напрямую объемы услуг не представляется возможным, несмотря на то, что все они выражены в денежных единицах.

Математическая формулировка модели:

$$z_m = \max_{y_j} \sum_{j \in N_1, N_3} z_{jm},$$

где $z_{jm} = \sum_{i \in R_j} \dfrac{y_{jm} \cdot b_j \cdot e^{-\beta d_{ij}} \cdot \sum_{h=1}^{H} \left(a_{mh} \cdot x_{ih}\right)}{\sum_{t \in R_i} y_{tm} \cdot b_t \cdot e^{-\beta d_{it}}}$

при выполнении условий:

$$\sum_{j \in N_1, N_3} \left(c_j \cdot \ln\left(\sum_{m=1}^{M} y_{jm} + 1 \right) \right) \le RC,$$

$$\sum_{j \in N_s} \left(oc_j \cdot \ln\left(\sum_{m=1}^{M} y_{jm} + 1 \right) \right) + \sum_{j \in N_1 : \sum_{m=1}^{M} y_{jm} = 0} c + \sum_{j \in N_1} \left(c_j \cdot \sum_{m=1}^{M} \left| y_{jm}^{s} - y_{jm} \right| \right) \le RC,$$

$$\sum_{j\in I}\left(\frac{\sum_{h=1}^{H} x_{ih}}{\sum_{k\in I}\sum_{h=1}^{H} x_{kh}}\cdot \min_{j\in N_1, N_3:\sum_{m=1}^{M} y_{jm}>0} d_{ij}\right)\le D.$$

Обозначения (кроме введенных выше, в однокритериальной модели):

a_{mh} – среднее потребление услуги *m* на одного клиента типа *h*;

y_{jm} – целочисленная переменная, характеризующая уровень предоставления услуги *m* в отделении *j*;

y_{jm}^{s} – начальное состояние услуги *m* в отделении *j*.

Заключение

В статье представлены новые модели, позволяющие принимать эффективные решения в области реструктуризации филиальной сети коммерческого банка. Новый подход, в отличие от существующих, позволяет учесть, с одной стороны, неоднородность клиентов и различия в условиях работы отделений и, с другой стороны, конкуренцию с другими банками и конкуренцию между отделениями одной сети. При этом методики оценки параметров модели, разработанные для классической модели конкурентного взаимодействия (MCI), могут быть применены в предложенных моделях без значительной модификации.

Литература

Алескеров Ф.Т., Белоусова В.Ю. Эффективное развитие филиальной сети коммерческого банка // Модернизация экономики и общественное развитие. Т. 3. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2007. С. 122–134.

Aleskerov F., Ersel H., Gundes C. et al. Environmental Grouping of Bank Branches and their Performances // Yapi Kredi Discussion Paper Series. № 97-03. Istanbul, Turkey, 1997.

Alexandris G., Dimopoulou M., Giannikos I. A Three-phase Methodology for Developing or Evaluating Bank Networks // International Transactions in Operational Research. 2008. 15. P. 215–237.

Achabald D., Gorr W.L., Mahajan V. MULTILOC: A Multiple Store Location Decision Model // Journal of Retailing. 1982. Vol. 58. № 2.

Berman O. Deterministic Flow-Demand Location Problems // The Journal of the Operational Research Society. 1997. Vol. 48. № 1. P. 75–81.

Boufounou P.V. Evaluating Bank Branch Location and Performance: A Case Study // European Journal of Operational Research. 1995. 87. P. 389–402.

Craig S.C., Ghosh A. Formulating Retail Location Strategy in a Changing Environment // Journal of Marketing. 1983. Vol. 47. № 3.

Huff L.D. Defining and Estimating a Trading Area // Journal of Marketing. 1964. 28.

Ioannou G., Mavri M. Performance-Net: Decision Support System for Reconfiguring a Bank's Branch Network // International Journal of Management Science. 2005.

Min H. A Model-Based Decision Support System for Locating Banks // Information & Management. 1989. 17. P. 207–215.

Nakanishi M., Cooper L.G. Parameter Estimate for Multiplicative Interaction Choice Model: Least Squares Approach // Journal of Marketing Research. 1974. № 11. P. 303–311.

William J. Reilly The Law of Retail Gravitation. N.Y.: William J. Reilly Co., 1931.

Rushton G., Zhang L. Optimizing the Size and Locations of Facilities in Competitive Multi-site Service Systems // Computers & Operations Research. 2008. 35. P. 327–338.

Soenen L.A. Locating Bank Branches // Industrial Marketing Management. 1974. 3. P. 21l–228.