

ОБЗОР ПО МЕТОДАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ БАНКОВСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

© 2002 М.М. Пыркoв

Самарский государственный аэрокосмический университет

Проводится сравнительный анализ по методам математического моделирования системы банковского менеджмента, проведенный с целью выявить положительные и отрицательные качества разработанных моделей для оценки перспектив эффективности при их эксплуатации в работе коммерческих банков.

Модель функционирования коммерческого банка строится на основе выявления функций, согласно которым изменяются параметры, характеризующие состояние банка. Параметрами являются группировки счетов активной и пассивной части баланса банка. Функции, по которым изменяются исследуемые параметры, вычисляются экспериментальным путем динамический ряд сглаживается пятью различными способами: линейным, логарифмическим, полиномиальным, степенным, экспоненциальным. При построении каждой сглаженной кривой вычисляется коэффициент аппроксимации. Максимальное значение коэффициента аппроксимации определяет выбор той или иной сглаженной кривой, а значит и функции.

В модели предлагается следующая укрупнённая схема декомпозиции показателей деятельности коммерческого банка. На рис. 1 представлена данная схема.

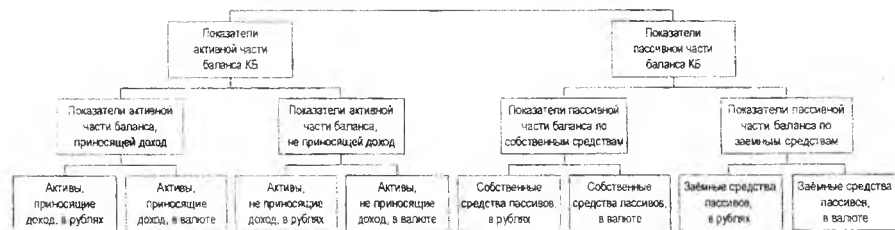


Рис. 1. Схема декомпозиции показателей деятельности КБ:

Предложенная систематизация позволяет оценивать финансово-экономическое состояние коммерческого банка на текущий момент по активным и пассивным частям баланса.

Модель реализуется с вводом переменных по объемам привлечения и размещения средств и суммам уплаченных, полученных процентов по каждому виду привлечения, размещения.

Максимальную часть в сумме пассивов составляют рублёвые и валютные заёмные средства. Большие части в рублёвых и валютных заёмных средствах составляют вклады физических лиц и остатки на расчётных счетах юридических лиц. Моделирование пассивной части баланса я начну именно с них.

X_i - остатки на рублёвых счетах вкладчиков-физических лиц по i -му виду вклада из n видов вкладов (процентная ставка по каждому виду вклада фиксирована тарифами Сбербанка России);

X_j - остатки на валютных счетах вкладчиков-физических лиц по j -му виду вклада из m видов вкладов (процентная ставка по каждому виду вклада фиксирована тарифами Сбербанка России);

Остатки на рублёвых и валютных вкладах физических лиц можно выразить суммой.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ji}$$

α_{ji} - процентная ставка для привлечённых средств (процентные расходы / объёмы привлечения).

Расходы по привлечённым средствам можно выразить следующим выражением:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ji} \cdot \alpha_{ji}$$

Максимальная доля привлечённых средств коммерческим банком размещается в ссуды физическим лицам и кредиты юридическим лицам. Объёмы размещенных средств можно определить формулой:

$$\sum_{T=1}^Q \sum_{L=1}^P \sum_{S=1}^Q q_{TLS}, \text{ где}$$

S - тип кредита;

T - срок кредита;

L - тип заёмщика (1 группа заёмщиков - кредит обеспечен полностью, 2 группа заёмщиков - кредит обеспечен в достаточной степени, 3 группа заёмщиков - кредит обеспечен хорошо, 4 группа заёмщиков - кредит обеспечен недостаточно);

Q - доля прошедших дней от выдачи кредита до гашения кредита в количестве дней финансового года;

P - [1,2] 1 - физические лица, 2 - юридические лица;

Q - [1, ...];

Доходы от размещения можно выразить следующим выражением:

$$\sum_{T=1}^Q \sum_{L=1}^P \sum_{S=1}^Q q_{TLS} \cdot \beta_{TLS}$$

Результирующий показатель математической модели (прибыль - П) можно выразить следующим выражением:

$$\Pi = \sum_{T=1}^Q \sum_{L=1}^P \sum_{S=1}^Q q_{TLS} \cdot \beta_{TLS} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ji} \cdot \alpha_{ji}$$

Такова принципиальная модель формирования доходов коммерческого банка. Эта модель не точна, т.к. коммерческий банк не только привлекает средства физических и юридических лиц и размещает их в ссуды и кредиты, но и занимается некоторыми другими видами деятельности. Например, Самарский территориальный банк привлекает средства физических и юридических лиц в ценные бумаги следующих видов:

1. Депозитные сертификаты
2. Сберегательные сертификаты
3. Векселя

В депозитные сертификаты привлекаются средства физических лиц под фиксированную процентную ставку (γ_1), которая действует в течение всего накопительного периода по депозитному сертификату. С течением времени процентная ставка может быть изменена Сбербанком России как эмитентом данного вида ценных бумаг. Объёмы средств, привлечённые в депозитные сертификаты обозначим через C_1 .

В сберегательные сертификаты привлекаются средства юридических лиц под фиксированную процентную ставку (γ_2), которая действует в течение всего накопительного периода по сберегательному сертификату. С течением времени процентная ставка может быть изменена Сбербанком России как эмитентом данного вида ценных бумаг. Объёмы средств, привлечённые в сберегательные сертификаты обозначим через C_2 .

Самарским территориальным банком привлекаются средства физических и юридических лиц в векселя Сбербанка России, которые могут быть трёх видов: процентные, дисконтные и дисконтные с дисконтом, равным нулю. Уровни процентных ставок по процентным векселям (и дисконта по дисконтным векселям) определяются тарифами Сбербанка России. Уровень процентной ставки по процентным векселям и уровень дисконта по дисконтным векселям, установленные тарифами Сбербанка России обозначим через γ_3 и γ_4 , по дисконтным векселям с нулевым дисконтом начисляются проценты, как по вкладу «До востребования» для физических лиц, обозначим его через γ_5 . Объёмы средств, привлечённые в процентные векселя Сбербанка России обозначим через C_3 , дисконтные - C_4 , дисконтные с дисконтом, равным нулю - C_5 .

Таким образом, расходы на привлечение средств под ценные бумаги, эмитированные Сбербанком России можно выразить следующим выражением:

$$\sum_{i=1}^5 C_i \gamma_i$$

Помимо этого Самарский территориальный банк получает доходы от реализации бланков векселей Сбербанка России. При покупке каждого векселя клиент платит сумму P_1 , при размене (обмене) одного векселя на несколько векселей или нескольких векселей на один вексель клиент платит сумму P_2 за каждый вновь выпускаемый бланк векселя. Размер платы от реализации бланков векселей устанавливается территориальным банком. Количество проданных векселей обозначим через W_1 , количество векселей, выданных в размен обозначим через W_2 . Доход от реализации бланков векселей можно выразить следующим образом:

$$\sum_{i=1}^2 P_i \cdot W_i$$

Таким образом расходы от операций с ценными бумагами можно выразить следующим образом:

$$\sum_{i=1}^5 C_i \gamma_i - \sum_{i=1}^2 P_i \cdot W_i$$

Привлечённые средства Самарский территориальный банк активно размещает в некоторые виды государственных ценных бумаг (ГЦБ), например, в Облигации государственного сберегательного займа (ОГСЗ). ОГСЗ эмитируются Банком России по сериям (номер серии обозначим через m). У облигаций каждой серии имеется 4 купонных периода (номер купонного периода обозначим через n), каждый купонный период длится 6 месяцев. По каждому купонному периоду Банком России устанавливается процентная ставка r (% в год). Доходы от размещения средств в ГЦБ можно выразить следующим образом:

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^4 T \cdot (r/2), \text{ где } T - \text{ объём размещения.}$$

После уплаты налогов прибыль составит:

$$\left(\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^4 T \cdot (r/2) \right) \cdot 0,75$$

Таким образом, после усложнения математическая модель будет выглядеть следующим образом:

$$11 = \sum_{T=1}^O \sum_{L=1}^P \sum_{S=1}^Q q_{T,L,S} \cdot \beta_{T,L,S} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij} \cdot \alpha_{ij} + \sum_{i=1}^5 C_i \gamma_i + \sum_{i=1}^2 P_i \cdot W_i +$$

$$\left(\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^4 T \cdot (r/2) \right) \cdot 0,75$$

Некоторую часть собственных и заёмных средств пассива баланса Самарского территориального банка (СТБ) составляют валютные средства. При изменении курса, который устанавливается Банком России, того или иного вида валюты СТБ переоценивает свои валютные ресурсы и получает положительную или отрицательную разницу, которая учитывается в доходах или в расходах банка. Расходы от переоценки валютных ресурсов банка можно выразить в следующем виде:

$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{360} V_i k_{it}$, где i – вид валюты, t – период, в течение которого действует установленный курс (один финансовый день), V – сумма валютных пассивов, k – курс данного вида валюты

Все платежи, которые получает или отправляет КБ осуществляются с его расчётного счёта (сч.№303). СТБ при наличии крупных рублёвых или валютных сумм на своих корреспондентских счетах (для каждого вида валюты свой корреспондентский счёт) СТБ может разместить их в депозит через операционное управление Сбербанка России. Доход, получаемый СТБ в результате этого вида размещения ресурсов можно выразить в виде:

$\sum_{i=1}^n D_i \cdot s_i$, где i – вид депозита, который определяется его сроком, s – процентная ставка по данному виду депозита, D – сумма размещения.

Одним из самых перспективных направлений развития пассивной части баланса банка являются пластиковые карты (ПК). Они делятся на «международные» и «отечественные». СТБ обслуживает ПК следующих международных платёжных систем: VISA, Eurocard/Mastercard, Citrus и др. Из отечественных ПК СТБ обслуживает только рублёвые ПК, эмитированные Сбербанком России, в рамках платёжной системы «АС Сберкарт».

При обслуживании международных ПК СТБ с клиента берётся плата при выдаче карты (эта сумма входит в доходы СТБ), за обслуживание счёта (эти суммы перечисляются в Государственный Процессинговый Центр – ГПЦ, т.к. все платежи осуществляются через ГПЦ). При перерасходе средств на карте Клиентом на сумму перерасхода Клиенту открывается ссудный счёт, с которого и перечисляются средства на погашение задолженности перед Банком, в котором обслуживался наш Клиент. Доход, полученный от этого вида кредитования рассчитывается также, как и при выдаче ссуд физическим и юридическим лицам (в случае Корпоративных ПК). На средства Клиента, остающиеся на счёте пластиковой карты начисляются проценты. Финансовый результат от операций с ПК можно выразить в следующем виде:

$\sum_{i=1}^n w_i \cdot N_i - \sum S \cdot y$, где i – вид карточного продукта, n – количество видов карт, N – количество выданных карт данного вида, w – плата за выдачу ПК, S – средние остатки на счёте карты, y – процентная ставка.

Формула прибыли будет иметь следующий вид:

$$\Pi = (0,62 \cdot \left(\sum_{T=1}^0 \sum_{L=1}^P \sum_{S=1}^Q q_{TLS} \cdot \beta_{TLS} + \sum_{i=1}^2 P_i \cdot W_i + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{360} V_i k_{it} + \sum_{i=1}^n D_i \cdot s_i + \sum_{i=1}^n w_i \cdot N_i \right) \cdot 0,975 - \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij} \cdot \alpha_{ij} + \sum_{i=1}^5 C_i \gamma_i + \sum S \cdot y \right) + \left(\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^4 T \cdot (r/2) \right) \cdot 0,85$$

Таким образом, мы получили модель формирования прибыли банка, которая

консолидирует в себе основные её источники (по объёму). В этой модели концептуально реализована система налогообложения. Отрицательными чертами этой модели является то, что она недостаточно детализована (этот недостаток устраним после усложнения модели путем ввода дополнительных переменных по источникам доходов и расходов, незначительно влияющих на показатель прибыли). В модели учтена значительная часть заёмных средств с точки зрения доли уплаченных процентов в общей сумме расходов и значительная часть активов, приносящих доход, с точки зрения доли в общей сумме доходов банка.

Рассмотрим балансовую модель платёжных потоков в простой ситуации, когда на депозитном в момент времени t_1^D осуществлена операция купли-продажи депозита, в результате которой вкладчик положил свои деньги на депозит в объёме $\Pi(t_1^D)$ с годовой процентной ставкой, равной β , сроком хранения Δt^D , а банк купил депозит в этом объёме с указанной ставкой и сроком хранения.

Из сказанного следует, что в банке в момент времени t_1^D , в зависимости от количества клиентов открыт один или несколько депозитных счетов. В данном примере не имеет значения количество вкладчиков, но если их несколько, то под объёмом вклада будем понимать суммарный их вклад, который можно определить по формуле:

$$\Pi(t_1^D) = \sum_{i=1}^m \Pi_i(t_1^D), \text{ где}$$

$\Pi(t_1^D)$ - сумма вклада в банк i -го клиента; m - количество депозитных счетов, или, что одно и то же, вкладчиков;

t_1^D - начальный момент срока хранения депозита.

Под процентной ставкой депозита β будем понимать среднюю величину ставки, которую можно определить из следующего уравнения:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^m \Pi(t_1^D) \beta_i}{\Pi(t_1^D)} = \sum_{i=1}^m \Pi_i(t_1^D) \beta_i,$$

где β_i - процентная ставка депозита i -го клиента.

Формулы 1 и 2 позволяют агрегировать депозиты нескольких вкладчиков к одному депозиту - агрегату, который будем называть при необходимости монодепозитом, характеризуемому объёмом $\Pi(t_1^D)$, процентной ставкой β , сроком хранения Δt^D и одним условным вкладчиком.

Заметим, что в банковской практике используются как простые, так и сложные процентные ставки. В данной модели под процентными ставками понимаются только простые процентные ставки. Если же банком используются сложные процентные ставки, то формулы, устанавливающие связь между простыми и сложными ставками и наоборот, приведены в работе Четыркина Е.М., Васильевой Н.Е. «Финансово-экономические расчёты». Эти формулы устанавливают эквивалентность простых и сложных ставок, что позволяет использовать результаты этой работы, полученные для простых процентных ставок и для сложных.

Пусть для простоты описания схемы срок хранения депозитов у всех вкладчиков одинаков. Обозначим конечный момент срока хранения депозита через t_2^D . Тогда интервал времени, равный сроку хранения и за который начисляют проценты, определяется разностью $\Delta t^D = (t_2^D - t_1^D)$.

Эта разность может соответствовать одним суткам, месяцу, кварталу, году или любому другому промежутку времени.

Далее в момент времени $t_1^K = t_1^D$ на кредитном рынке реализована операция купли-продажи кредита, в результате которой банк продал часть только что купленных им у

вкладчиков денежных ресурсов в объёме $A(t_1^K)$ с годовой процентной ставкой α и сроком погашения кредита Δt^K , равным сроку хранения депозита. Другая часть депозита отвлечена банком на формирование резервного фонда в ЦБ и высоколиквидных активов в объёме $RF = \Pi(t_1^D) - A(t_1^K)$.

Это означает, что операции купли-продажи депозитов и кредитов осуществлены в один день. Следует отметить, что банк должен стремиться реализовать кредитные и депозитные операции таким образом, чтобы как можно быстрее включить денежные ресурсы в оборот. Иначе банк несёт убытки.

Так как некоторые виды денежных ресурсов вовлекаются не только в кредиты, но и отвлекаются для образования, например, резервного фонда ЦБ, высоколиквидных активов и на другие цели, то объём кредита $A(t_1^K)$ меньше или равен для некоторых видов денежных ресурсов купленному объёму депозита $\Pi(t_1^D)$, т.е. в общем случае $A(t_1^K) \leq \Pi(t_1^D)$.

Количество заёмщиков в примере, так же как и вкладчиков, не имеет значения и если их несколько, то под объёмом кредита $A(t_1)$ будем понимать суммарный объём кредита, а под процентной ставкой α - среднее её значение, определяемое по формулам:

- суммарный объём кредита

$$A(t_1^K) = \sum_{j=1}^n A_j(t_1^K);$$

- средняя процентная ставка кредита

$$\alpha = \sum_{j=1}^n A(t_1^K) \cdot \alpha_j / \sum_{j=1}^n A_j(t_1^K),$$

где $A_j(t_1^K)$ - объём кредита j -го заёмщика, n - количество заёмщиков, α_j - процентная ставка кредита j -го заёмщика, t_1^K - начальный момент срока погашения кредита.

Вышеуказанные формулы суммарного объёма кредита и средней процентной ставки кредита позволяют агрегировать кредиты нескольких заёмщиков к одному общему кредиту, который можно назвать монокредитом, характеризуемого объёмом $A(t_1^K)$, процентной ставкой α с одним условным заёмщиком.

Таким образом реализована модель агрегирования показателей денежных потоков, на основе её созданы модели денежных потоков между банком и его клиентами, модель формирования процентной маржи, модель дезагрегации денежных потоков, а также модели платёжных потоков при вовлечении краткосрочных депозитов в долгосрочные кредиты и долгосрочных депозитов в краткосрочные кредиты, которая может быть реализована в системах управления.