

**Презентация на тему:  
Моделирование расчетных систем  
и отражение расчетов в балансе банков**



**Кафедра бухгалтерского учета и аудита  
экономического факультета РГУ**

Докладчик: к.э.н., доцент В.Ю. Копытин



# Моделирование расчетных систем

Кафедра бухгалтерского учета и аудита экономического факультета РГУ

Под **моделированием** понимается изучение каких-либо объектов или процессов не прямо и непосредственно, а через специально созданные отражающие их изображения, образы или описания.

**Цель моделирования** — создание образа, адекватного его физическому оригиналу, то есть такого его описания, благодаря которому проявляются и становятся понятными его основные свойства.



**Платежная система** (payment system) состоит из ряда инструментов, банковских процедур и, как правило, межбанковских систем денежных переводов, которые обеспечивают денежное обращение.

**Расчетная система** (settlement system) — система, используемая для осуществления расчетов по сделкам (т. е. для перевода финансовых инструментов и(или) перечисления денежных средств).



Главной целью работы является представление экономических отношений, возникающих при осуществлении расчетов и платежей, **методами математического моделирования.**

## Расчетные системы

**Расчет на валовой основе** (gross settlement) предполагает, что в соответствии с каждым поручением или требованием проводится отдельная операция посредством соответствующего перечисления средств. Платежи исполняются последовательно по мере их поступления и в соответствии с установленной очередностью обработки.

**Нетто-расчет** (net settlement) — расчет на основе чистой позиции взаимных требований и обязательств, его также называют клиринговым, или неттингом. Неттинг представляет собой расчет нетто-позиций по встречным платежам согласно суммам, отраженным в расчетных документах двух и более участников расчетов на нетто-основе, в соответствии с порядком проведения расчетов.

## Расчетные системы

- Системы **брутто-расчетов** различаются по скорости и порядку проведения расчетов. Расчеты на валовой основе могут проводиться непрерывно в течение дня (real-time), а могут осуществляться в заранее определенный период времени (batch).  
Это определяет деление брутто-расчетных систем на расчеты в режиме **реального времени** и расчеты с **периодической обработкой** платежей.
- Системы **нетто-расчетов** различаются по способу расчета нетто-позиции требований и обязательств — **двухсторонний** (bilateral) неттинг и **многосторонний** (multilateral) неттинг.

## Матричные модели расчетов

Определим такие понятия, как матрица–корреспонденция и матрица–расчет (проводка)

Квадратная матрица размером  $m \times m$ , у которой на пересечении строки, соответствующей участнику расчетов  $X$ , и столбца, соответствующему участнику  $Y$ , находится единица, а все остальные элементы равны нулю, называется **матрицей-корреспонденцией**.

**Матрица-расчет** — это произведение суммы расчетной операции на матрицу-корреспонденцию.

- $R(X, Y) = S_{X,Y} \cdot E(X, Y).$

## Матричная формула валовых расчетов в режиме реального времени

$$\mathbf{R} = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \mathbf{E}_i(X_i, Y_i)$$

где коэффициентами линейного разложения являются скалярные величины — суммы расчетных операций  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

- Представленная матричная формула — является информационно–технологическим образом журнала расчетных операций или системы **валовых расчетов в режиме реального времени**: в ней суммы операций, определенные на соответствующих корреспонденциях между участниками расчетов, представлены в хронологическом порядке.

## Матричная формула валовых расчетов с периодической обработкой платежей

$$\mathbf{R} = \sum_{X, Y} S_{x, y} \cdot \mathbf{E} \quad (X, Y)$$

где коэффициентами линейного разложения будут суммы операций сводных проводок:

$S_{X, Y}$  ( $X, Y$  принадлежат множеству участников расчетов).

- Представленная матричная формула — является информационно–технологическим образом расчетов за определенный период обработки или системы **валовых расчетов с периодической обработкой платежей**: в ней суммы операций — это итоговые суммы, определенные на односторонних корреспонденциях между участниками.

## Матричная формула двухстороннего неттинга

Пусть  $R$  — это матрица обязательств по расчетам,  $R' = (R)'$  — транспонированная к ней матрица получаемых платежей или матрица исполнения обязательств, то есть матрица, в которой строки и столбцы переставлены (инвертированы) по отношению к исходной матрице  $R$ .

Тогда сальдовая матрица  $\Delta R$  будет определена как разность:

$$\Delta R = R - R'$$

Представленная матричная формула — является информационно-технологическим образом **двухстороннего неттинга**.

## Векторно - матричная формула многостороннего неттинга

Свертывание матриц обязательств и платежей в итоговый столбец достигается умножением справа на единичный вектор  $e$ . Преобразование  $r = R \cdot e$  сворачивает  $R$  в итоговый столбец  $r_{об}$  (вектор обязательств), а преобразование  $r' = R' \cdot e$  в итоговый столбец  $r_{пл}$  (вектор платежей).

$$\Delta r_{\text{МН}} = \Delta R \cdot e.$$

Представленная векторно-матричная формула — является информационно–технологическим образом **многостороннего неттинга**.

# Матричные преобразования расчетных систем

**Матричные преобразования, которые соответствуют переходам от одной системы расчетов к другой, можно определить следующим образом:**

- 1) переход от системы валовых расчетов в режиме реального времени к системе валовых расчетов с периодической обработкой платежей осуществляется путем **«приведения подобных»** (суммированием) матриц расчетных операций за время периода обработки;
- 2) для перехода от системы валовых расчетов с периодической обработкой платежей к системе двухстороннего неттинга требуется из матрицы обязательств между участниками расчетов **вычесть транспонированную** к ней матрицу получаемых участниками платежей;
- 3) для перехода от системы двухстороннего неттинга к системе многостороннего неттинга необходимо сальдовую матрицу двухстороннего неттинга **умножить на единичный вектор**, результатом умножения являются многосторонние нетто-позиции каждого участника расчетов.

## Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

Предположим, что по условиям задачи за период времени

$t_1 - t_2$  по данным двадцати трех расчетных документов, которыми обменивались пять участников расчетов (условно обозначаемых **A**, **B**, **C**, **D**, **E**), необходимо сформировать числовые выражения следующих моделей расчетных систем:

- - валовых расчетов в режиме реального времени;
- - валовых расчетов с периодической обработкой платежей;
- - двухстороннего неттинга;
- - многостороннего неттинга.

## Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

**Запишем** числовое выражение формулы валовых расчетов в режиме реального времени, где суммы, указанные в расчетных документах, умножены на соответствующие матрицы-корреспонденции и записаны в хронологическом порядке в течение периода обработки ( $t_1 - t_2$ ). Числовое выражение формулы примет следующий вид:

$$R_{t_1-t_2} = 40E(A,B) + 80E(A,C) + 50E(A,D) + 30E(A,E) + 70E(B,A) + 50E(B,C) + 40E(B,D) + 100E(B,E) + 110E(C,A) + 40E(C,B) + 90E(C,D) + 60E(C,E) + 100E(D,A) + 120E(A,B) + 70E(D,C) + 140E(D,E) + 130E(E,A) + 20E(E,B) + 170E(E,C) + 30E(E,D) + 90E(A,B) + 190E(D,C) + 80E(B,D).$$

**Заметим**, что в течение периода обработки участник расчетов  $A$  три раза переводит средства участнику  $B$ , а участники  $D$  и  $B$  дважды передают расчетные документы соответственно участникам  $C$  и  $D$ , в то время как участник расчетов  $D$  не осуществляет переводов на участника  $B$ .

## Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

**Следовательно**, числовое выражение формулы валовых расчетов с периодической обработкой платежей, после приведения подобных матриц расчетных операций (проводок) матрица расчетов будет иметь следующий вид:

$$R_{t1-t2} = 250E(A,B) + 80E(A,C) + 50E(A,D) + 30E(A,E) + 70E(B,A) + 50E(B,C) + 120E(B,D) + 100E(B,E) + 110E(C,A) + 40E(C,B) + 90E(C,D) + 60E(C,E) + 100E(D,A) + 0E(D,B) + 260E(D,C) + 140E(D,E) + 130E(E,A) + 20E(E,B) + 170E(E,C) + 30E(E,D),$$

## Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

или в традиционном матричном представлении:

$$R_{t1-t2} = \begin{array}{c|ccccc} \text{Об/Пл} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \hline \text{A} & 0 & 250 & 80 & 50 & 30 \\ \text{B} & 70 & 0 & 50 & 120 & 100 \\ \text{C} & 110 & 40 & 0 & 90 & 60 \\ \text{D} & 100 & 0 & 260 & 0 & 140 \\ \text{E} & 130 & 20 & 170 & 30 & 0 \end{array}$$

# Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

Для того чтобы на основе формулы двухстороннего неттинга получить сальдовую матрицу двухстороннего зачета, необходимо **транспонировать** полученную матрицу расчетов и **вычесть** эту транспонированную матрицу из исходной.

$$\begin{bmatrix} \text{Об/Пл} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \text{A} & 0 & 250 & 80 & 50 & 30 \\ \text{B} & 70 & 0 & 50 & 120 & 100 \\ \text{C} & 110 & 40 & 0 & 90 & 60 \\ \text{D} & 100 & 0 & 260 & 0 & 140 \\ \text{E} & 130 & 20 & 170 & 30 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{Пл/Об} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \text{A} & 0 & 70 & 110 & 100 & 130 \\ \text{B} & 250 & 0 & 40 & 0 & 20 \\ \text{C} & 80 & 50 & 0 & 260 & 170 \\ \text{D} & 50 & 120 & 90 & 0 & 30 \\ \text{E} & 30 & 100 & 60 & 140 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \text{Расчет} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \text{A} & 0 & 180 & -30 & -50 & -100 \\ \text{B} & -180 & 0 & 10 & 120 & 80 \\ \text{C} & 30 & -10 & 0 & -170 & -110 \\ \text{D} & 50 & -120 & 170 & 0 & 110 \\ \text{E} & 100 & -80 & 110 & -110 & 0 \end{bmatrix} = \Delta R_{t1-t2} = R_{t1-t2} - R'_{t1-t2}$$

## Иллюстрация матричных моделей и преобразований в расчетных системах

На основе сальдовой матрицы двухстороннего неттинга, используя формулу многостороннего неттинга получаем числовое выражение **вектора ЧИСТЫХ ПОЗИЦИЙ** между участниками расчетов:

$$\Delta r_{t1-t2} = \begin{bmatrix} \text{Расчет} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \text{A} & 0 & 180 & -30 & -50 & -100 \\ \text{B} & -180 & 0 & 10 & 120 & 80 \\ \text{C} & 30 & -10 & 0 & -170 & -110 \\ \text{D} & 50 & -120 & 170 & 0 & 110 \\ \text{E} & 100 & -80 & 110 & -110 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma \\ 0 \\ 30 \\ -260 \\ 210 \\ 20 \end{bmatrix}$$

## Обзор задачи

Обзор приведенного примера показывает, что для осуществления расчетов валовым методом требуется **значительно больше средств** по сравнению с системами нетто-расчетов.

По данным нашей задачи видно, что, например, участнику расчетов *A* при проведении расчетов валовым способом требуются ликвидные средства в размере 410 единиц, а при проведении расчетов методом многостороннего неттинга он имеет нулевую нетто-позицию.

При осуществлении расчетов на основе двухстороннего неттинга между участниками *A* и *B* вместо 250 единиц расчетных активов участнику *A* требуется всего 180, а участник *B* вообще не затрачивает средств для осуществления двухсторонних расчетов.

Кроме этого, **средства, необходимые для расчетов** между всеми участниками при сравнении системы валовых расчетов и системы многостороннего неттинга расчетов, снижаются с 1900 (сумма обязательств всех участников) единиц расчетных активов до 260.

## Обобщение

**Рассмотрена система матричных образов и преобразований**, которая позволяет методами математического моделирования проводить исследование расчетных систем. Отличительной особенностью этой системы являются **компактность** представления исходных данных и результатов расчетных операций, а также неалгоритмический способ преобразований расчетных систем.

Математический способ представления расчетных взаимоотношений позволяет сформировать **единообразное понимание** расчетных операций, которое не зависит от социальных, правовых и исторических традиций.

Изменения, происходящие в процессе развития платежных систем, являются полезными и эффективными только тогда, когда они **однозначно интерпретируются людьми**, которые практически реализуют принципы и концепции.

# Схема корреспондентских отношений в бухгалтерском учете банков

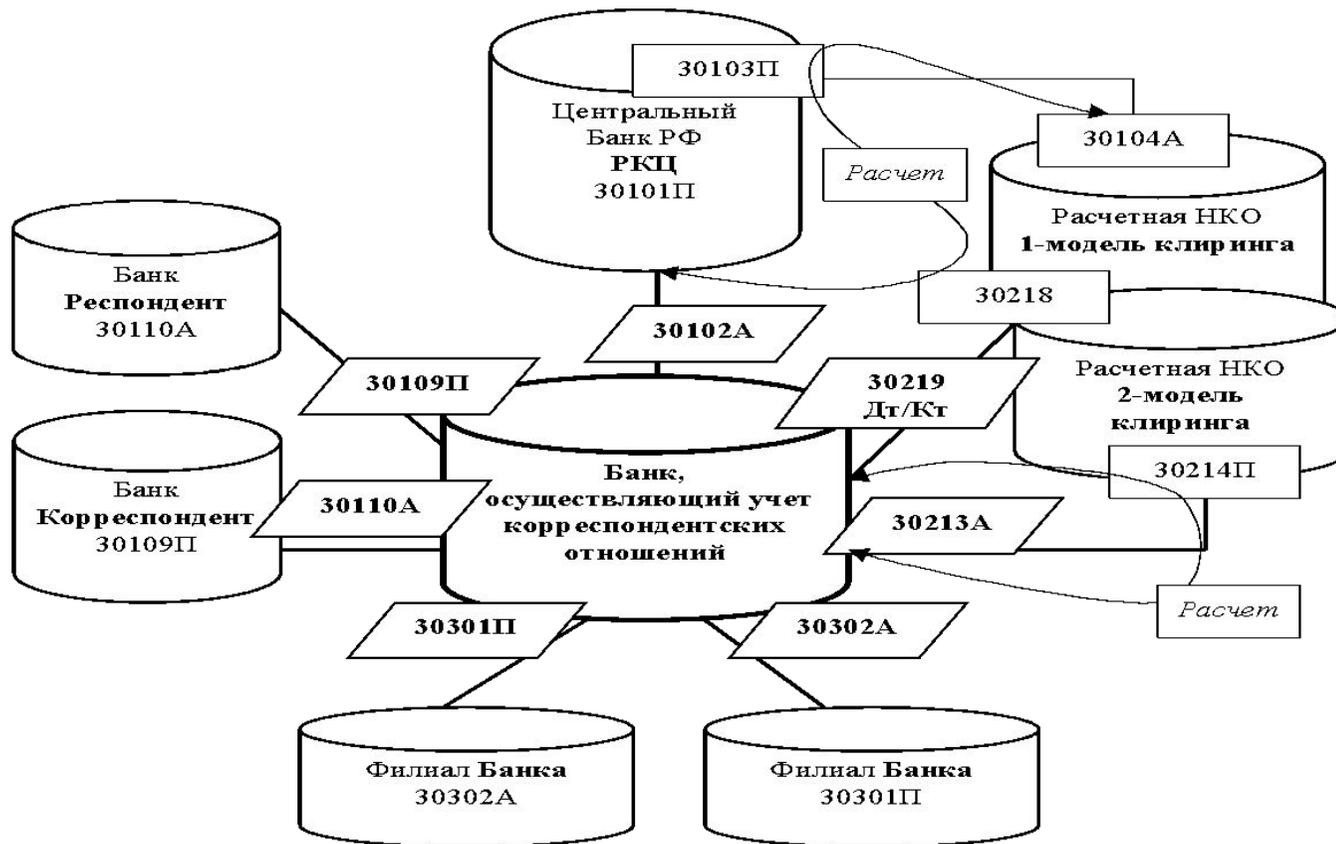


Рис.1. Схема отражения корреспондентских отношений между кредитными организациями Российской Федерации в бухгалтерском учете.

# Пример отражения расчетных операций клиентов в бухгалтерском учете банков

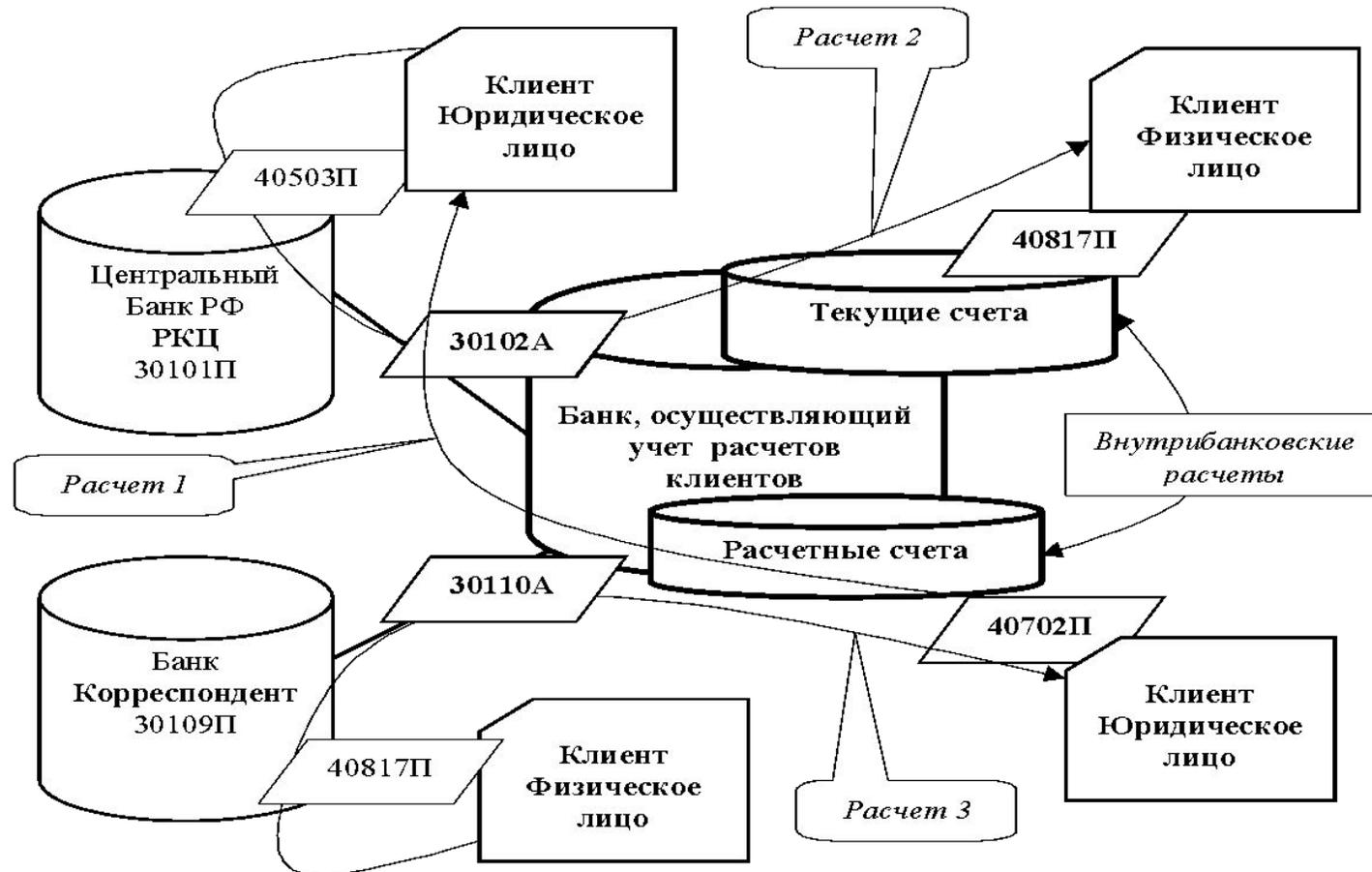


Рис.2. Пример схемы отражения расчетных операций клиентов в бухгалтерском учете банка

# Структурная схема платежной системы на базе банковских карт

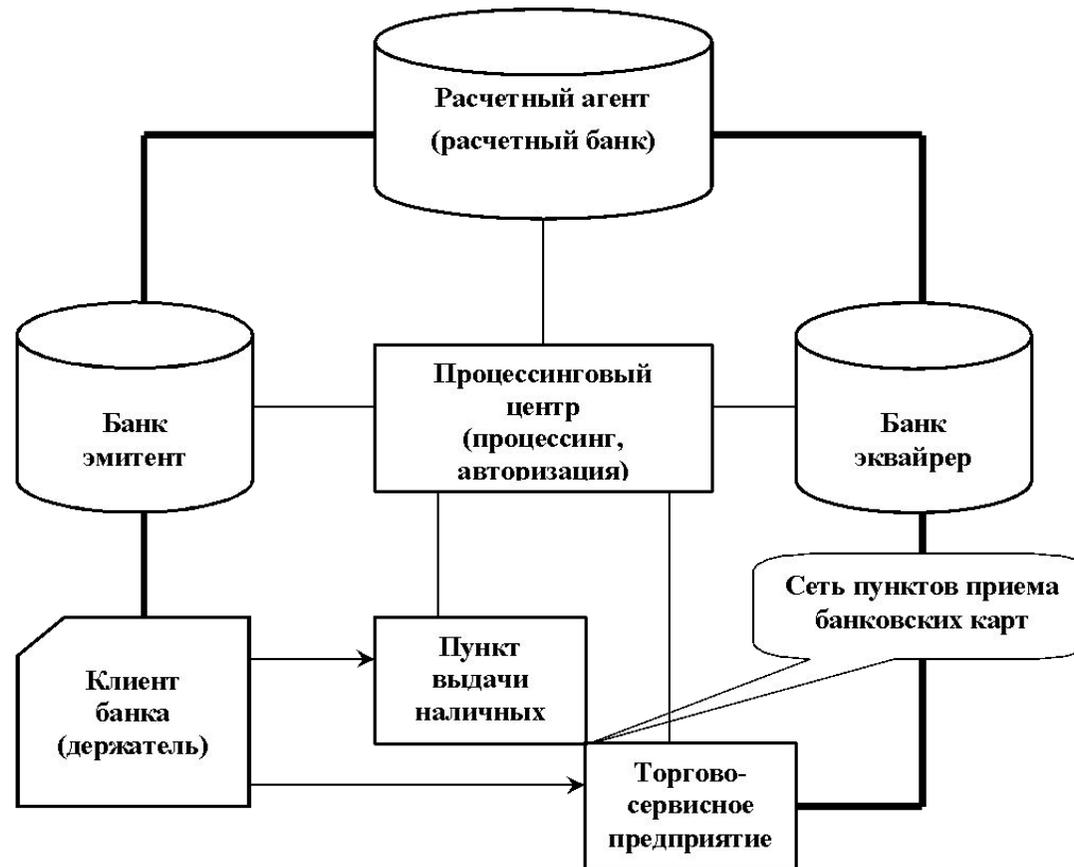


Рис.3. Структурная схема платежной системы на базе карт.

# Схема расчетов в электронной платежной системе (интернет-банкинг)



**Моделирование расчетных систем  
и отражение расчетов в балансе банков**  
Кафедра бухгалтерского учета и аудита экономического факультета РГУ

**Вопросы ???**

