
УДК 336.717.1

А. А. Стрижак

Открытое акционерное общество «УкрКарт»
(Украина, 02002, Киев, ул. М.Расковой, 11,
тел. (044) 4944390, E-mail: st-anna@ukr.net)

Структура платежных систем и моделирование их функционирования на основе системного анализа

Разработаны в общем виде формальная модель структуры и функционирования платежной системы в виде упорядоченного графа, организационно-технологические, информационные и финансовые модели взаимодействия ее структурных элементов.

Розроблено у загальному вигляді формальну модель структури і функціонування платіжної системи у вигляді впорядкованого графа, організаційно-технологічні, інформаційні і фінансові моделі взаємодії структурних елементів платіжної системи.

К л ю ч е в ы е с л о в а: платежная система, системный анализ, упорядоченный граф.

Современные мировые тенденции экономического развития характеризуются активным использованием и распространением платежных систем (ПС), функционирующих на основе платежных карт (ПК). ПС объединяют большое число финансовых учреждений, банков, торгово-сервисных организаций, держателей ПК по всему миру, предоставляя, в первую очередь, возможность быстро, удобно и надежно осуществлять платежи между участниками, а также обеспечивают ряд дополнительных функций и сервисов (поддержка систем лояльности, медицинского страхования, учет льгот различным категориям населения и т.п.), число которых увеличивается с возникновением новых потребностей общества и появлением новых технических средств, устройств и инженерно-технических решений [1, 2].

Развитие и расширение ПС приводит к усложнению взаимосвязей между ее участниками, увеличению числа операций в ПС и возрастанию их сложности, увеличению влияния внешней среды, появлению новых подсистем и моделей взаимодействия. Недостаточная формализация процессов функционирования ПС (либо ее отсутствие) значительно усложняет процессы управления и контроля их работы. Таким образом, становится актуальной задача исследования на основе системного анализа структуры ПС, принципов взаимодействия ее элементов, функционирования

системы в целом и каждого элемента в отдельности, построения схем и моделей работы ПС. При этом необходимы исследования по обеспечению безопасности функционирования ПС, ее эффективного развития, выявления критических моментов в ее работе, рисков и методов управления ими, повышения качества обслуживания клиентов.

Отдельные аспекты перечисленных проблем рассмотрены в работах иностранных и отечественных ученых, в частности вопросы, связанные с историей развития и современным состоянием ПС, особенностями и принципами их работы [1—4], а также дан анализ и оценка надежности технологической и финансовой структуры ПС, выполнено исследование нештатных ситуаций и рисков ПС [5, 6]. Принимая во внимание существующую теоретическую базу, а также ранее предложенный подход к представлению ПС в виде упорядоченного графа [7], предлагаем формализовать процессы функционирования карточных ПС и построить модели разнотипных взаимодействий ее элементов, которые в комплексе отображают сущность ПС и являются базисом для дальнейшего исследования и оценки рисков ее участников.

Составные элементы структуры ПС и их функциональное назначение. Современная ПС, построенная на основе ПК, представляет собой сложную иерархическую территориально-распределенную информационно-аналитическую систему, которая обеспечивает выполнение финансовых операций (транзакций) с помощью ПК [1, 3]. Основным назначением ПС является выполнение в безналичной форме расчетов между поставщиком услуги (товара), т.е. продавцом, и потребителем услуги (товара), т.е. покупателем, предоставившим к оплате ПК; обеспечение получения наличных средств держателем ПК как в специальных устройствах (банкоматах), так и в операционных кассах, оказывающих такие услуги.

Будем рассматривать ПС как сложную многоуровневую систему, состоящую из большого числа разнотипных элементов (банков, процессинговых центров, платежной организации, торгово-сервисных предприятий, держателей карт), взаимодействующих между собой на разных уровнях иерархии. Учитывая особенности функционирования ПС, рассмотрим два типа взаимодействий между элементами: логическое — типа «да—нет», определяющее наличие или отсутствие непосредственной связи между двумя участниками ПС, и взаимодействие «количественные связи», определяющее суммы платежей, выполняемых между участниками ПС.

Для построения моделей будем рассматривать только основных участников ПС, которые непосредственно задействованы в процессе обслуживания операций, совершаемых с помощью ПК. Административные структуры, такие как платежная организация, рассматривать не будем. Будем считать, что все расчеты между участниками ПС выполняются через еди-

ный расчетный банк (в общем случае в ПС таких банков может быть несколько).

В общем виде формальную модель структуры ПС (рис. 1) можно представить упорядоченным графом $G(\Omega)$ с вершинами $e_i \in \Omega$, множество Ω которых составляют участники ПС, и ребрами (e_i, e_j) , отображающими организационные (договорные взаимоотношения по обслуживанию и др.), технологические (каналы связи, сеть терминального и сервисного оборудования передачи данных и др.), информационные (обмен информационными сообщениями и др.) и финансовые (перечисление средств между участниками ПС и др.) взаимосвязи участников ПС, обеспечивающие проведение операций с ПК и дальнейшие расчеты по ним [4, 5, 8].

Банки-участники ПС — банки, оказывающие услуги по переводу средств с помощью ПК данной ПС в соответствии с заключенными договорами. Обозначим через $B = \{b_i, i=1, 2, \dots, i_B\}$ множество банков-участников ПС, где b_i — i -й банк-участник ПС. Банк b_i может выполнять следующие функции: эмиссия — операции, связанные с выпуском ПК, их выдачей и дальнейшим обслуживанием; эквайринг — обслуживание торгово-сервисных предприятий, принимающих плату за товары и услуги ПК, и пунктов выдачи наличных [1, 2, 4]. Соответственно выделяют банки-эмитенты $b_i^I \in B$, банки-экваеры $b_i^A \in B$ и банки-эмитенты-экваеры $b_i^S \in B$.

Процессинговый центр (ПЦ) — компания, выполняющая по поручению эмитентов авторизацию, сбор, обработку, хранение и предоставление участникам системы платежных поручений по операциям с ПК, а также обеспечивающая маршрутизацию транзакций от банка-экваера в банк-эмитент для ее авторизации [1, 4].

Транзакция — операция, инициированная картодержателем (оплата товара или услуг, получение наличных) является последовательностью сообщений, которые формируются и передаются между связанными участниками ПС при обслуживании картодержателя и содержат полную информацию об операции [1, 2].

Обозначим через $C = \{c_k, k=1, 2, \dots, k_C\}$ множество ПЦ ПС, где c_k — k -й ПЦ. Как правило, в ПС выделяют главный ПЦ (ГПЦ), который является связующим звеном при проведении операций с ПК [4]. Обозначим его c_k^* .

Расчетно-клиринговый центр (РКЦ) — учреждение, которое обрабатывает (клирингует) предоставленные ПЦ данные о выполненных в ПС транзакциях, формирует итоговые клиринговые ведомости с данными о суммах платежей, осуществляемых между банками-участниками ПС [1]. Как правило, каждый ПЦ имеет в структуре подразделение, выполняющее функции РКЦ.

Расчетный банк (РБ) — уполномоченный ПС банк, который открывает корреспондентские счета банкам-участникам ПС и выполняет взаиморасчеты между ними. Для РБ ПС введем обозначение $B_0 = \{b_0\}$.

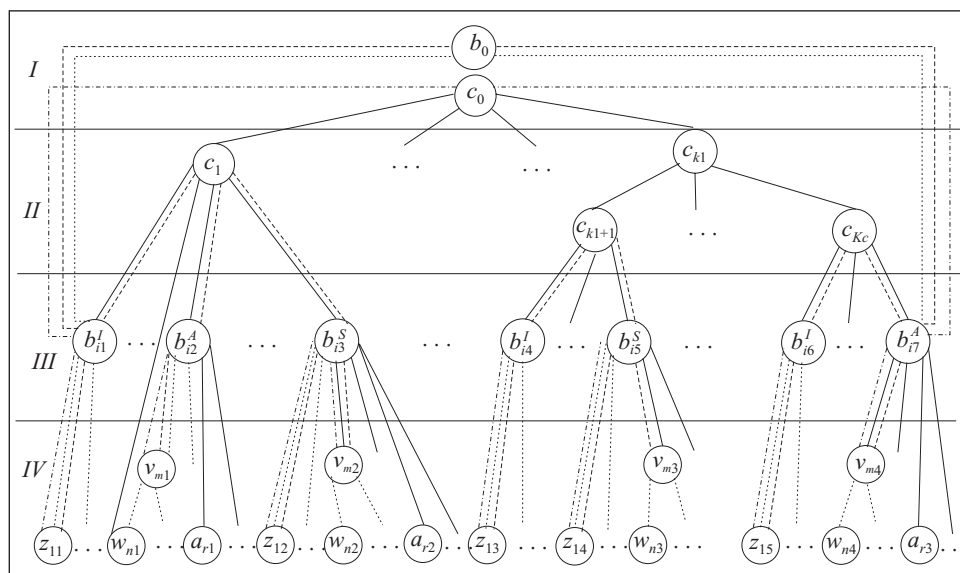


Рис. 1. Четырехуровневая иерархическая структура ПС: I — ПС; II — ПЦ; III — банки; IV — клиенты; взаимосвязи: — организационные; — — — — технологические; — информационные; - · - · - — финансовые

Торгово-сервисные предприятия (ТСП) — предприятия торговли или услуг, обязавшиеся принимать ПК данной ПС в качестве средств расчета за предложенные ими товары (услуги) [1]. Такие предприятия оборудуются специальными устройствами — торговыми терминалами. Введем обозначения: $V = \{v_m, m = 1, 2, \dots, m_V\}$ — множество ТСП, где v_m — m -е ТСП; $W = \{w_n, n = 1, 2, \dots, n_W\}$ — множество торговых терминалов, зарегистрированных в ПС, где w_n — n -й торговый терминал ПС.

Пункт выдачи наличных (ПВН) — структурные подразделения эквайеров (касса банка, банкоматы), осуществляющих выдачу наличных по ПК. Обозначим через $A = \{a_r, r = 1, 2, \dots, r_A\}$ множество банковских терминалов выдачи наличных, зарегистрированных в ПС, где a_r — r -й терминал выдачи наличных.

Держатели ПК — физические лица, клиенты банка-эмитента, которые получили от него ПК, и могут их использовать для инициирования перевода средств с соответствующего счета в банке или осуществлять другие операции с их использованием. Обозначим через $Z = \{z_l\}$, $l = 1, 2, \dots, l_Z$, множество клиентов-держателей карт ПС, где z_l — l -й клиент ПС. Не ограничивая общности, будем считать, что каждый из клиентов z_l владеет лишь одной ПК, и отождествлять понятие клиент и ПК.

Множество всех элементов ПС $e_i \in \Omega$ включает элементы разных классов $\Omega = (B, C, Z, V, W, A)$, номера всех элементов ПС уникальны в пределах своего класса. Будем применять линейный способ нумерации, т.е. номер, присвоенный вершине, не зависит от ее расположения в дереве.

ПС является иерархической структурой. Пусть α — номер уровня в структуре иерархии ПС, $\alpha \in \{I, II, III, IV\}$, $e_i^\alpha \in \Omega$ — i -й элемент, находящийся на уровне α . Уровень I — это уровень конечных потребителей услуг ПС: держатели ПК — Z , ТСП — V и ПВН — A . Уровень II состоит из банков-участников ПС — B , предоставляющих услуги конечным пользователям по переводу денежных средств в соответствии с выполненными операциями с помощью ПК. Уровень III объединяет множество ПЦ — C , оказывающих технологические услуги для осуществления транзакций. Последний уровень иерархии IV состоит из основных регулирующих, управляющих и координирующих органов ПС: ГПЦ, РБ.

Схемы и модели взаимодействия структурных элементов ПС. Любые операции в ПС осуществляются с участием всех элементов ПС $e_i \in \Omega$ при их постоянном взаимодействии, которое происходит в рамках системы взаимобмена. Взаимообмен (interchange) — это совокупность операций, которые проводятся в рамках ПС между ее участниками относительно авторизации, взаиморасчетов и передачи платежей [1, 4]. В системе взаимобмена можно выделить три типа взаимодействия: авторизационное (технологическое) взаимодействие, информационно-документальное, финансовое (платежи). Соответственно и архитектура ПС проявляется в ее организационной, технологической, информационной и финансовой структуре, что отображено на рис. 1.

Обозначим через $\varphi(e_j; e_i)$ функцию взаимодействия элементов $e_i, e_j \in \Omega$. ПС можно представить как совокупность элементов ПС и связей между ними, т.е. как пару $(\Omega; \varphi)$. Рассмотрим более детально указанные типы взаимодействия, формализуем их и построим на их основе модели функционирования ПС.

Организационно-технологическое взаимодействие элементов ПС.

Правовую базу организационного взаимодействия составляют договора на подключение, обслуживание в ПС. Под технологическим взаимодействием будем понимать подключение элемента ПС e_i к единой сети передачи данных, причем такое подключение является иерархически упорядоченным, т.е. каждый элемент нижнего уровня e_i^α в рамках одной ПС является подключенным лишь к одному элементу верхнего уровня $e_j^{\alpha+1}$.

Обозначим через $\varphi^L(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ функцию организационной связи элементов $e_j^{\alpha-1}$ и e_i^α . Если элемент e_i^α обслуживает, владеет или имеет договорные отношения с элементом $e_j^{\alpha-1}$, то $\varphi^L(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 1$, иначе $\varphi^L(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 0$.

$e_i^\alpha) = 0$. При этом определенный элемент $e_j^{\alpha-1}$ нижнего уровня может иметь организационную связь лишь с одним элементом e_i^α . В ПС можно выделить следующие организационные связи:

- 1) принадлежность картодержателя z_l эмитенту b_i , $\varphi^L(z_l; b_i) = 1$;
- 2) обслуживание по договору торговых терминалов ТСП v_m экваером b_i , $\varphi^L(z_l; b_i) = 1$;
- 3) принадлежность торговых терминалов w_n ТСП v_m , $\varphi^L(w_n; v_m) = 1$;
- 4) принадлежность банковских терминалов a_r экваеру b_i , $\varphi^L(a_r; b_i) = 1$;
- 5) обслуживание клиентов (картодержателей, терминалов ТСП) банка и подключение самого банка b_i к ПЦ c_k , $\varphi^L(b_i; c_k) = 1$.

Обозначим через $\varphi^T(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ функцию технологической связи элементов $e_j^{\alpha-1}$ и e_i^α . Если элементы связаны непосредственно, то $\varphi^T(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 1$, иначе $\varphi^T(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 0$.

Выделим следующие технологические связи:

- 1) подключение банка b_i через каналы связи к ПЦ c_k , $\varphi^T(b_i; c_k) = 1$;
- 2) подключение ПЦ c_{k_1} к другому ПЦ c_{k_2} , в том числе к ГПЦ c^* , $\varphi^T(c_{k_1}; c_{k_2}) = 1$;
- 3) подключение терминала w_n или a_r к ПЦ c_k , $\varphi^T(w_n; c_k) = 1$, $\varphi^T(a_r; c_k) = 1$.

Таким образом, технологическую и организационную модели ПС можно представить в виде графа, в котором узлами являются элементы $e_i \in \Omega$, а ребрами — функции организационного $\varphi^L(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ и технологического $\varphi^T(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ взаимодействия (см. рис. 1).

Технологически-организационная модель ПС является основой для построения модели информационного взаимодействия элементов ПС, поскольку передача информации в ПС осуществляется через установленные в ПС каналы связи.

Информационное взаимодействие элементов ПС. Между элементами $e_i \in \Omega$ постоянно возникают процессы передачи информации по установленным каналам связи. Пусть $\varphi^I(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ — функция информационной связи элементов $e_j^{\alpha-1}$ и e_i^α . Если элемент $e_j^{\alpha-1}$ предоставляет информацию элементу e_i^α , то $\varphi^I(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 1$, иначе $\varphi^I(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = 0$. При этом, если выполняется равенство $\varphi^I(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) = \varphi^I(e_i^\alpha; e_j^{\alpha-1})$, то связь — двусторонняя, иначе — обмен информацией односторонний.

В ПС можно выделить следующие информационные потоки:

1. Обновление данных по картсчетам и ПК в процессинговом центре ПС. Банки-эмитенты b_i^I , как правило, раз в сутки предоставляют в ПЦ c_k обнов-

ленную информацию о текущих остатках на картсчетах и эмитированных ими ПК z_l , что отображается выражением $\varphi^T(b_i; c_k) = 1$.

2. Авторизация транзакции [1, 4]. Элементы IV уровня взаимодействуют между собой (картодержатель z_l с терминалом w_n или a_r) и генерируют транзакцию $t_{z_l}^{w_n}$ или $t_{z_l}^{a_r}$. Элемент IV уровня, w_n (или a_r), формирует авторизационный запрос на проведение транзакции $t_{z_l}^{w_n}$ ($t_{z_l}^{a_r}$) и направляет его к элементу II уровня c_k , с которым он технологически связан ($\varphi^L(w_n; b_i) = 1$ и $\varphi^L(b_i; c_k) = 1$).

Если картодержатель z_l является клиентом банка b_j , который обслуживается в ПЦ c_k ($\varphi^L(z_l; b_j) = 1$ и $\varphi^L(b_j; c_k) = 1$), то ПЦ c_k имеет полную информацию и осуществляет авторизацию транзакции $t_{z_l}^{w_n}$ ($t_{z_l}^{a_r}$). Если ПЦ не обслуживает банк-эмитент b_j ПК z_l ($\varphi^L(z_l; b_l) = 1$ и $\varphi^L(b_j; c_k) = 0$), то ПЦ c_k маршрутизирует транзакцию к ГПЦ c^* . Главный процессинговый центр определяет ПЦ c_q , обслуживающий банк b_j ($\varphi^L(z_l; b_j) = 1$ и $\varphi^L(b_j; c_q) = 1$), и маршрутизирует к нему транзакцию. Процессинговый центр c_q проверяет данные транзакции $t_{z_l}^{w_n}$ ($t_{z_l}^{a_r}$) и разрешает или запрещает ее выполнение.

В результате на данном этапе не происходит реального движения денежных средств, но складывается ситуация, в которой каждый из участников взял на себя обязательства оплатить выполненную операцию.

3. Информирование банков о транзакциях. Информация о выполненных в ПС транзакциях накапливается в соответствующих ПЦ c_k . Каждый ПЦ c_k , как правило, ежедневно в конце операционного дня, формирует и предоставляет банкам b_i , которые он обслуживает ($\varphi^L(b_i; c_k) = 1$), данные об авторизованных им транзакциях $\{t_{z_l}^{w_n}\} \cup \{t_{z_l}^{a_r}\}$. Информация о транзакции $t_{z_l}^{w_n}$ или $t_{z_l}^{a_r}$ направляется эмитенту b_j : $\varphi^L(z_l; b_j) = 1$ и экваеру b_i : $\varphi^L(w_n; v_m) = 1$, $\varphi^L(v_m; b_i) = 1$ или b_i : $\varphi^L(a_r; b_i) = 1$. На основе данной информации эмитенты b_j осуществляют списание средств с картсчетов клиентов z_l , экваеры b_i — зачисление средств на счета ТСП v_m .

Приведенная схема информационного взаимодействия описывает информационные потоки в процессе взаимообмена в ПС и позволяет классифицировать транзакции в зависимости от типа терминала и банка, которому принадлежат ПК и терминал:

1. T_{on-us}^A — множество транзакций выдачи наличных $t_{z_l}^{a_r}$, в которых терминал a_r и ПК z_l принадлежат одному и тому же банку b_i : $\varphi^L(z_l; b_i) = 1$, $\varphi^L(a_r; b_i) = 1$.

2. $T_{not-on-us}^A$ — множество транзакций выдачи наличных $t_{z_l}^{a_r}$, в которых терминал a_r принадлежит экваеру b_i , а ПК z_l принадлежат эмитенту b_j : $\varphi^L(z_l; b_j)=1, \varphi^L(a_r; b_i)=1, b_j \neq b_i$.

3. T_{on-us}^P — множество транзакций покупки товара $t_{z_l}^{w_n}$, в которых терминал w_n принадлежит ТСП v_m , обслуживаемому банком b_i , и ПК z_l эмитирована банком b_i : $\varphi^L(z_l; b_i)=1, \varphi^L(w_n; v_m)=1, \varphi^L(v_m; b_i)=1$.

4. $T_{not-on-us}^P$ — множество транзакций покупки товара $t_{z_l}^{w_n}$, в которых терминал w_n принадлежит ТСП v_m , обслуживаемому экваером b_i , а ПК z_l принадлежат эмитенту b_j : $\varphi^L(z_l; b_j)=1, \varphi^L(w_n; v_m)=1, \varphi^L(v_m; b_i)=1$.

Здесь T — полное множество транзакций:

$$T = T_{on-us}^A \cup T_{not-on-us}^A \cup T_{on-us}^P \cup T_{not-on-us}^P.$$

Класс транзакции определяет модель финансовых расчетов, выполняемых в ПС после процесса информационного взаимодействия.

Финансовое взаимодействие элементов ПС заключается в осуществлении безналичных расчетов между участниками ПС в соответствии с выполненными транзакциями. Платеж проходит через цепочку «клиент—эмитент—РБ—экваер—ТСП» в соответствии с обязательствами каждого участника ПС.

Обозначим через $\varphi^F(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ функцию финансовой связи между элементами $e_j^{\alpha-1}$ и e_i^α . Если элемент $e_j^{\alpha-1}$ осуществляет платеж в пользу элемента e_i^α , то $\varphi^F(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha) > 0$, где $\varphi^F(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha)$ — сумма данного платежа. Поскольку инициатором платежей, осуществляемых участниками, является транзакция, то фактически суммы платежей зависят не только от участников, между которыми осуществляется платеж, но и от суммы транзакции: $\varphi^F(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha; t_{z_l}^\bullet)$, где $t_{z_l}^\bullet = t_{z_l}^{a_r}$ или $t_{z_l}^\bullet = t_{z_l}^{w_n}$. Сумма платежа $\varphi^F(e_j^{\alpha-1}; e_i^\alpha; t_{z_l}^\bullet)$ состоит из суммы транзакции $s(t_{z_l}^\bullet)$ и комиссионного вознаграждения $r(t_{z_l}^\bullet)$ элемента e_i^α .

Основные виды комиссий, используемых при расчетах в ПС, следующие [1, 9]:

за взаимобмен (interchange fee), $r_{b_i}^{IP}(t_{z_l}^{w_n})$, выплачиваемая экваером эмитенту b_i как компенсация за услуги по транзакции $t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P$;

за обслуживание (service fee), $r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r})$, выплачиваемая эмитентом экваеру b_i как компенсация за услуги выдачи наличных через ПВН по транзакции $t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A$;

эквайринговая комиссия, $r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n})$, которую удерживает экваер b_i из суммы зачисления средств на счет ТСП по транзакциям за транзакцию $t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P \cup T_{not-on-us}^P$;

за транзакцию эмитента, которую берет эмитент за обработку транзакции по ПК; обозначим: $r_{b_i}^{SA}(t_{z_l}^{a_r})$ — комиссия эмитента (экваера) b_i за транзакцию $t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A$; $r_{b_i}^{IA}(t_{z_l}^{a_r})$ — комиссия эмитента b_i за транзакцию $t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A$;

за авторизацию транзакций, которую платит банк в пользу ПЦ; обозначим: $r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{\bullet})$ — комиссия ПЦ, обслуживающего эмитента b_i , за авторизацию транзакции $t_{z_l}^{\bullet} \in T_{not-on-us}^A \cup T_{not-on-us}^P$; $r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{\bullet})$ — комиссия ПЦ, обслуживающего эмитента b_i , за авторизацию транзакции $t_{z_l}^{\bullet} \in T_{on-us}^A \cup T_{on-us}^P$; $r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{\bullet})$ — комиссия ПЦ, обслуживающего терминалы экваера b_i , за авторизацию транзакции $t_{z_l}^{\bullet} \in T_{not-on-us}^A \cup T_{not-on-us}^P$.

В зависимости от типа транзакции возникают различные финансовые взаимосвязи, представленные в табл. 1, и соответственно различные прибыли участников ПС, представленные в табл. 2.

Обобщенная модель финансовых потоков в ПС имеет вид

$$\begin{aligned} \varphi^F(z_l; b_j) &= \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A} (s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_j}^{SA}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} (s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_j}^{IA}(t_{z_l}^{a_r})) + \\ &+ \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P \cup T_{not-on-us}^P} s(t_{z_l}^{w_n}), \\ \varphi^F(b_j; b_i) &= \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} (s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P} (s(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_j}^{IP}(t_{z_l}^{w_n})), \\ \varphi^F(b_i; v_m) &= \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P \cup T_{not-on-us}^P} (s(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n})), \\ \varphi^F(b_i; c_k) &= \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A \cup T_{on-us}^P} r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r}) + \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{a_r}) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P} r_{c_k}^{CP}(t_{z_l}^{w_n}). \end{aligned}$$

Обобщенная модель прибылей элементов ПС следующая.

Прибыль банка b_i составляет $f_{b_i} = f_{b_i}^I + f_{b_i}^A + f_{b_i}^S$, где $f_{b_i}^I$ — прибыль банка b_i от эмитентских операций, $f_{b_i}^A$ — прибыль банка b_i от эквайринговых операций, $f_{b_i}^S$ — прибыль банка b_i от смешанных операций,

$$\begin{aligned} f_{b_i}^I &= \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} (r_{b_i}^{IA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P} (r_{b_i}^{IP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{w_n})), \\ f_{b_i}^A &= \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} (r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P} (r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_i}^{IP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CP}(t_{z_l}^{w_n})), \end{aligned}$$

$$f_{b_i}^S = \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A} (r_{b_i}^{SA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P} (r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{w_n})).$$

Прибыль ПЦ c_k :

$$f_{c_k}(t_{z_l}^{w_n}) = \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A} r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r}) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P} r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{w_n}) +$$

$$+ \sum_{t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A} (r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r}) + r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{a_r})) + \sum_{t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P} (r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{w_n}) + r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{w_n})).$$

Пример движения денежных средств с учетом комиссий при оплате с помощью ПК товара в магазине на сумму 100 единиц представлен на рис. 2. Сумма транзакции $s(t_{z_l}^{w_n}) = 100,00$, эквайринговая комиссия $r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n}) = 3,00$, комиссия за взаимобмен $r_{b_i}^{IP}(t_{z_l}^{w_n}) = 1,50$. Эмитент b_j списывает с картсчета ПК z_l сумму $\varphi^F(z_j; b_j) = 100,00$; РБ списывает с корсчета эмитента b_j в пользу экваера b_i сумму $\varphi^F(b_j; b_i) = 100,00 - 1,50 = 98,50$; экваер b_i зачисляет ТСП v_m сумму $\varphi^F(b_i; v_m) = 100,00 - 3,00 = 97,00$.

Проблемные задачи функционирования ПС. Построенные модели технологической работы ПС, информационных и финансовых потоков в ПС дают возможность исследовать взаимодействие элементов ПС в различных плоскостях: технологической, организационной, финансовой; выявить влияния одного элемента ПС на другой (прямая и обратная связи); адекватно оценить эффективность функционирования ПС; ставить и решать разнотипные задачи, связанные с деятельностью ПС (рис. 3).

Таблица 1

Финансовый поток	Сумма платежа при транзакции			
	$t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A$	$t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A$	$t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P$	$t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P$
$\varphi^F(z_l; b_j)$	$s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_j}^{SA}(t_{z_l}^{a_r})$	$s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_j}^{IA}(t_{z_l}^{a_r})$	$s(t_{z_l}^{w_n})$	$s(t_{z_l}^{w_n})$
$\varphi^F(b_j; b_i)$	0	$s(t_{z_l}^{a_r}) + r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r})$	0	$s(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_j}^{IP}(t_{z_l}^{w_n})$
$\varphi^F(b_i; v_m)$	0	0	$s(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_j}^{AP}(t_{z_l}^{w_n})$	$s(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n})$
$\varphi^F(b_j; c_k)$	$r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{w_n})$
$\varphi^F(b_i; c_k)$	0	$r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{a_r})$	0	$r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{w_n})$

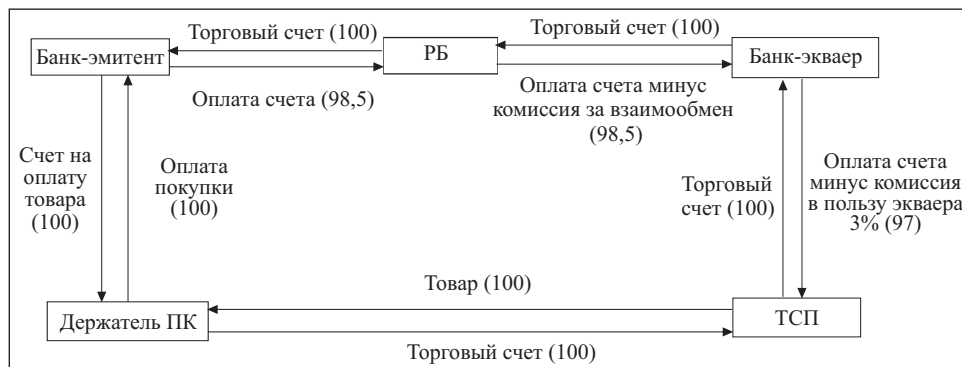


Рис. 2. Распределение комиссий при выполнении операции из множества $T_{not-on-us}^P$

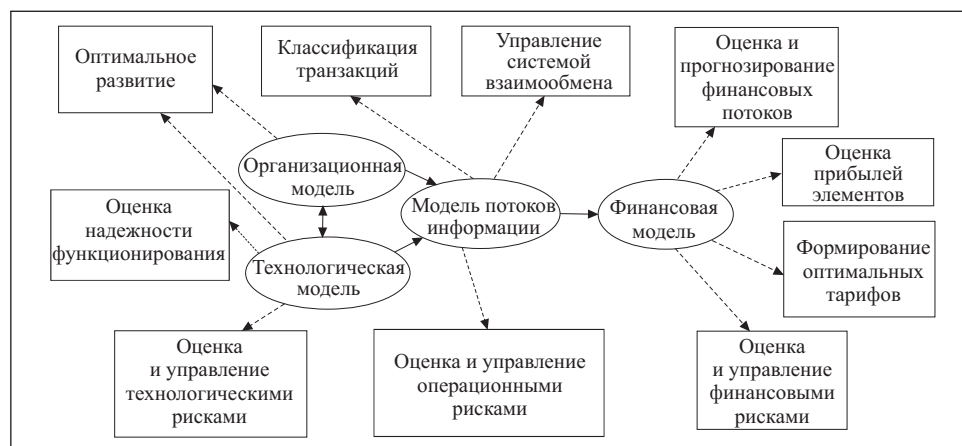


Рис. 3. Разнотипные модели функционирования ПС и их назначение

Таблица 2

Элемент ПС	Сумма прибыли при транзакции			
	$t_{z_l}^{a_r} \in T_{on-us}^A$	$t_{z_l}^{a_r} \in T_{not-on-us}^A$	$t_{z_l}^{w_n} \in T_{on-us}^P$	$t_{z_l}^{w_n} \in T_{not-on-us}^P$
Эмитент b_j : $f_{b_j}(t_{z_l}^{\bullet})$	$r_{b_j}^{SA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{b_j}^{JA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{b_j}^{AP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{w_n})$	$r_{b_j}^{IP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{w_n})$
Экваер b_i : $f_{b_i}(t_{z_l}^{\bullet})$	0	$r_{b_i}^{AA}(t_{z_l}^{a_r}) - r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{a_r})$	0	$r_{b_i}^{AP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{b_j}^{IP}(t_{z_l}^{w_n}) - r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{w_n})$
ПЦ c_k : $f_{c_k}(t_{z_l}^{\bullet})$	$r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{a_r}) + r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{a_r})$	$r_{c_k}^{CS}(t_{z_l}^{w_n})$	$r_{c_k}^{CI}(t_{z_l}^{w_n}) + r_{c_k}^{CA}(t_{z_l}^{w_n})$

Построенные финансовые модели функционирования ПС являются формализацией финансовых связей, существующих между элементами в ПС. На их основе можно прогнозировать финансовые потоки между участниками ПС, оптимизировать их, оценивать суммы вероятных неплатежей. Модели прибылей основных участников ПС дают возможность оценить потенциальные доходы от подключения нового участника ПС, сравнить их с расходами на его подключение и принять обоснованное решение. Кроме того, построенные модели дают возможность поставить задачу формирования оптимальных тарифов в ПС, т.е. таких тарифов, при которых каждому из элементов ПС выгодно сотрудничать с другими.

Представление ПС в виде технологически-организационного графа позволяет решать различные задачи ее функционирования и выработки стратегии оптимального управления.

На основе приведенных моделей можно поставить задачу анализа рисков, возникающих в процессе функционирования ПС, и оценки убытков от их реализации. В частности, если для каждого из элементов $e_i^\alpha \in \Omega$ определить и оценить возможные риски, которым он подвергается в процессе внутренней деятельности, и риски, возникающие в процессе его взаимодействий с другими элементами ПС $e_i^{\alpha+1} \in \Omega$, оценить вероятности реализации данных рисков и возможные потери от них, то можно получить комплексную модель оценки и управления рисками в ПС в целом.

Кроме того, такая модель позволяет выявить проблемные места в работе ПС, выработать оптимальную стратегию ее развития, повысить надежность работы, например с помощью дублирующих каналов связи, резервных элементов.

Выводы. Разработанная модель структуры и функционирования ПС в виде упорядоченного графа, а также организационно-технологические, информационные и финансовые модели взаимодействия структурных элементов ПС позволяют формализовать понятие ПС, сформулировать проблемные задачи, возникающие в процессе ее функционирования. Данные модели могут стать основой для исследования структуры и источников рисков, возникающих в ПС, построения комплексной модели управления рисками, выработки подходов и методов обеспечения безопасности ПС.

A formal model of the structure and functioning of the payment system in a form of the ordered graph, organization-technological, informational and financial models of interaction of its structure element has been developed in the general form.

1. Быстров Л. В., Воронин А. С., Гамольский А. Ю. и др. Пластиковые карты. — М. : БДЦ-пресс, 2005. — 624 с.
2. Ющенко В. А., Савченко А. С., Цокол С. Л. и др. Платіжні системи. — Київ : Либідь, 1998. — 416 с.
3. Рубинштейн Т. Б., Мирошкина О. В. Пластиковые карты. — М. : Гелиос АРВ, 2005. — 416 с.
4. Вавилов А. В., Ильин И. И. Пластиковые карты: принципы построения платежных систем. — М. : Европиум-пресс, 1999. — 128 с.
5. Кистанов А. М. Оценка надежности систем безналичных расчетов на пластиковых картах // Вестник СамГТУ Серия «Технические науки». — 2000. — № 8. — С. 63—78.
6. Заславський В. А. Мониторінг та аналіз ризиків в платіжних системах. Соціальні ризики. / Відп. ред. : Ю. І. Сасенко, Ю. О. Привалов. — Київ : ПЦ «Фоліант», 2004. — 2. — С. 224—270.
7. Заславський В. А., Стрижак Г. О. Моделі аналізу та оптимізації функціонування платіжної системи // Зб. тез. міжнар. наук. конф. «Прийняття рішень в умовах невизначеності» Abstracts of the International Conference «Problems of decision making under uncertainties» (Трав. 12—17, 2008, Kiev-Rivne, Ukraine). — Rivne. — 2008. — Р. 110—114.
8. Оре О. Теория графов. — М. : Наука, 1980. — 336 с.
9. Гризов А. И. Новые платежные технологии. Информационно-справочное издание. — М. : ООО «Рекон Интернешнл», 2007. — 468 с.

Поступила 16.07.10;
после доработки 16.08.10

СТРИЖАК Анна Александровна, нач. отдела Открытого акционерного общества «УкрКарт». В 2004 г. окончила Киевский национальный университет им. Т. Шевченко. Область научных исследований — применение системного анализа к исследованию платежных систем; анализ рисков в платежных системах и разработка алгоритмов и методов управления ими; модели, алгоритмы и автоматизированные системы мониторинга транзакций в платежной системе с целью выявления мошенничества.

