

## ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЖБАНКОВСКОГО КЛИРИНГА

д.т.н. Веремеенко С.А., д.т.н. Пугачев С.В.,  
к.э.н. Лунев М.А., Бурьян Д.С.

*Московский институт инвестиционных проектов*

### ВВЕДЕНИЕ

Система кредитных организаций России находится на переходном этапе, как и вся экономика страны. Совершенствуются методы управления кредитными организациями, расширяется сфера услуг, которые они представляют государству, предприятиям и физическим лицам. Одним из важнейших и приоритетных направлений деятельности кредитных организаций является расчетно-кассовое обслуживание клиентов.

Качество проведения взаимных расчетов между кредитными организациями зависит от ряда факторов, среди которых выбор оптимальной схемы проведения расчетов занимает одно из ведущих мест.

Экономический и финансовый кризис, пик которого пришелся на 17 августа 1998 г., обострил проблему неплатежей между субъектами экономической деятельности, что выразилось в увеличении сроков проведения платежей. Система кредитных организаций России существенно утратила ликвидность, вал неплатежей между предприятиями усилился неплатежами между банками. Скорость функционирования системы взаимных расчетов упала, а уровень необходимых оборотных средств часто оказывается неприемлемым. В этих условиях задача оптимизации процесса взаимных расчетов в системе кредитных организаций приобрела особую актуальность.

Экономико-математическое моделирование системы кредитных организаций позволяет изучить различные способы проведения взаимных расчетов, а также определить необходимый уровень оборотных средств в зависимости от способа взаимных расчетов.

Применение оптимальных схем проведения взаимных расчетов в условиях ограниченности оборотных средств позволит кредитным организациям наилучшим образом управлять своими ресурсами. Обоснованный выбор способа проведения взаимных расчетов и оптимальное управление оборотными средствами позволяют им обнаружить новые перспективные направления деятельности и занять в них лидирующее положение.

Анализ известных отечественных и зарубежных разработок в данной области показал, что они не позволяют достаточно полно учесть специфику российской системы взаимных расчетов, высокий уровень потребности в оборотных средствах, а также высокий уровень риска.

Этим и определяется выбор темы исследования, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость.

Основная цель настоящей работы состоит в разработке и исследовании экономико-математических моделей взаимных расчетов в системе кредитных организаций, а также в разработке алгоритмов оптимизации процесса взаимных расчетов.

В соответствии с этой целью решаются следующие задачи.

1. Разработка методов формального описания системы кредитных организаций и их взаимных задолженностей.
2. Построение и исследование экономико-математических моделей процесса взаимных расчетов в системе кредитных организаций.
3. Построение и исследование моделей оптимального управления уровнем финансового подкрепления в процессе взаимных расчетов.
4. Построение статистических оценок достаточного уровня финансового подкрепления в процессе взаимных расчетов.
5. Разработка процедуры оптимального проведения взаимных расчетов в системе кредитных организаций с учетом

ограниченности финансовых ресурсов кредитных организаций.

## 1. СПОСОБЫ ВЗАИМНЫХ РАСЧЕТОВ В СИСТЕМЕ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

В последние десятилетия объем финансовых потоков между кредитными организациями на западе существенно возрос. При этом возрос не только общий объем взаимных платежей, в гораздо большей степени увеличилось количество платежей, подлежащих обработке. В мире уже накоплен опыт по обработке возросших финансовых потоков: это внедрение электронных расчетных систем и замена валовых расчетов расчетами на клиринговой основе.

В отличие от валовых расчетов, при которых каждый платеж обрабатывается последовательно, клиринг осуществляет многосторонний зачет взаимных встречных платежей участников, причем оплате подлежит только разница между суммами взаимных обязательств.

Использование многостороннего межбанковского клиринга по сравнению с валовыми расчетами позволяет значительно снизить потребность участников в оборотных средствах. Недостатком клиринга является сложность организации и связанные с этим риски.

Возрастающий в России уровень неплатежей как между предприятиями, так и между банками показывает, что расчетная система России нуждается в улучшении. Если в России произойдет резкий рост уровня взаимных расчетов (подобный тому, который произошел на западе), расчетная система России будет не в состоянии справиться с ним.

Одним из способов ускорить прохождение расчетов и снизить уровень неплатежей является внедрение многостороннего межбанковского клиринга. При этом можно добиться существенного снижения потребности банков в оборотных средствах и ускорения проведения платежей.

Текущая ситуация в России характеризуется высоким уровнем недоверия банков друг к другу (это было особенно заметно в августе-октябре 1998 г.), что сильно затрудняет внедрение расчетов, основанных на многостороннем клиринге. Фактически в настоящее время в России нет реально функционирующих клиринговых систем.

Проведенный сравнительный анализ показывает, что все существующие на настоящий момент в России механизмы расчетов имеют те или иные недостатки.

### 1.1. Мировой опыт построения систем взаимных расчетов

В последние десятилетия объем финансовых потоков между кредитными организациями на западе скачкообразно возрос. При этом возрос не только общий объем взаимных платежей, в гораздо большей степени увеличилось количество платежей, подлежащих обработке.

Обработка столь большого количества платежей стала возможна, в первую очередь, благодаря использованию электронных расчетных систем. Например, через лондонскую расчетную палату (одну из крупнейших в мире) ежедневно проходит 7 млн. чеков более чем на 27 млрд. фунтов стерлингов, а также 2,35

млн. других платежей на сумму 790 млн. фунтов стерлингов.

Электронные расчетные системы позволяют эффективно проводить как валовые, так и клиринговые расчеты.

Вторым направлением развития стала замена расчетов на валовой основе клиринговыми расчетами.

Валовые расчеты – это расчеты, при которых все проходящие платежи плательщика к получателю последовательно отражаются через счета расчетной системы. В отличие от валовых расчетов, при которых каждый платеж обрабатывается последовательно, клиринг осуществляет многосторонний зачет взаимных встречных платежей участников, причем оплате подлежит только разница между суммами взаимных обязательств.

Клиринг [14]– это система регулярных безналичных расчетов, основанная на многостороннем зачете взаимных встречных обязательств участников расчетов, завершающимся платежом на разницу между суммами обязательств. Клиринговые расчеты производятся сеансами. Первым этапом клирингового сеанса является прием и накопление расчетных документов на перевод денежных средств от участников расчетов. Далее для каждого участника вычисляется его чистая позиция на счете, открытом в расчетной палате — итоговое сальдо (дебетовое или кредитовое), полученное по результатам клиринга. Чистая позиция вычисляется как разность между общей кредиторской и общей дебиторской задолженностями каждого из участников.

Если полученная позиция положительна, она подлежит закрытию или урегулированию. Для урегулирования позиции участники клиринговых расчетов резервируют на своих счетах денежные средства, называемые подкреплением. Клиринговый сеанс завершается окончательным расчетом по клирингу, в ходе которого происходит перевод или списание денежных сумм, соответствующих чистым позициям по счетам участников расчетов.

Использование межбанковского клиринга по сравнению с валовыми расчетами позволяет значительно снизить потребность участников в оборотных средствах, а использование электронных расчетных систем ускоряет, удешевляет и делает более надежным проведение расчетов.

Различают внутренний — межбанковский клиринг и международный — валютный клиринг. Межбанковский клиринг представляет собой систематические расчеты между банками путем зачета взаимных денежных требований юридических лиц данной страны.

Впервые клиринг стал применяться английскими банками в середине 18 века, когда развитие производства и торговли привело к росту объема расчетов, нехватке металлических денег. При клиринге банки принимают к оплате чеки и другие платежные документы не только своих клиентов, но и клиентов других банков. Межбанковские клиринговые расчеты осуществляются через специальные клиринговые (расчетные) палаты Центрального Банка, или крупнейшего коммерческого банка, между отделениями одного банка — через клиринговый отдел головной конторы. Межбанковский клиринг значительно упрощает, удешевляет и ускоряет расчеты, что привело к его широкому распространению на западе. Его совершенствование идет по пути расширения сферы действия и применения элек-

троники. В 1985 подписано соглашение о межбанковском клиринге по операциям в ЭКЮ, осуществляемым через Банк международных расчетов.

Клиринг проводится при помощи клиринговых палат — межбанковских организаций, осуществляющих безналичные расчеты по чекам и другим платежным документам путем зачета взаимных требований. Необходимость регулярных зачетов взаимных требований между банками, т. е. осуществления межбанковского клиринга, вызвана практической невозможностью индивидуальных расчетов между банковскими учреждениями. Коммерческие банки принимают к оплате чеки, выписанные на любой банк или его отделение. Все чеки поступают в расчетную палату, где их сортируют по банкам и проводят зачет несколько раз в день. Оплачивается только конечное сальдо расчетов (через счета в центральном банке). Такая централизованная система расчетов позволяет значительно ускорить и удешевить чековое обращение.

Первая расчетная палата была основана в Лондоне в 1775 (в Нью-Йорке — в 1852, в Париже и Вене — в 1872, в Берлине — в 1883). Расчетные палаты обычно находятся под контролем крупнейших коммерческих банков. В ряде стран функции расчетных палат выполняют Центральные Банки. Наибольшую роль расчетные палаты играют в Великобритании, США и других странах, где развито чековое обращение. Современные расчетные палаты, кроме расчетов по чекам, все больше осуществляют электронный перевод средств. Автоматическая платежная система функционирует при лондонской расчетной палате. В США действуют межбанковская платежная система расчетной палаты Нью-Йорка и 32 автоматические расчетные палаты Федеральной резервной системы. Автоматическая расчетная палата (АРП) отличается от обычной расчетной палаты, прежде всего, тем, что безналичные расчеты осуществляются в автоматизированном режиме, и вся информация о платежах поступает в форме, подготовленной для ввода в ЭВМ. АРП существуют также в ФРГ, Великобритании, Нидерландах, Дании, Швейцарии, Италии и некоторых других странах. Объем операций велик — безналичные расчеты в этих странах получили широкое развитие как в межфирменных операциях, так и в расчетах с населением. В ФРГ, Нидерландах и Швеции, например, безналичное перечисление заработной платы составляет 70—95%.

Среди мировых электронных систем межбанковских расчетов можно назвать FedWire — сеть федеральной резервной системы (ФРС) США, Нью-Йоркская Международная платежная система расчетных палат CHIPS, Лондонская автоматическая система расчетных палат CHAPS, французская система межбанковских расчетов Сажиттер, японская система межбанковских безналичных переводов «ЗЕНЧИНКИО» [20].

Английская электронная система автоматизированных клиринговых расчетов CHAPS, представляющая собой систему перевода кредита в течение одного дня, связывает 12 банков, включая Английский банк. Банки, получающие поручения о переводе средств через данную систему, должны предоставить средства кредитуемой стороне в течение дня. Это способствует повышению эффективности CHAPS для деловых и финансовых кругов.

Во Франции с 1984 г. функционирует система перевода средств Sagritter (Сажиттер). Сажиттер функционирует на принципах межбанковского клиринга, время проведения платежей составляет 0-2 дня. Сеансы клиринга производятся раз в сутки.

Среди электронных систем переводов, действующих в США, наиболее крупными являются FedWire и CHIPS. Они обслуживают свыше 90% всех межбанковских внутренних расчетов в США.

FedWire — самая большая коммуникационная банковская сеть. В федеральной резервной системе (ФРС) FedWire участвуют около 5,5 тыс. кредитно-финансовых институтов. Средства на резервном счете банка-участника Fedwire оборачиваются в течение дня до 12 раз. На банковском уровне платеж совершается практически моментально — резервный счет одного банка дебетуется, а другого кредитруется. Каждый федеральный резервный банк обслуживает региональную компьютерную сеть и балансирует платежи и поступления банков внутри своего региона. Каждый из участников системы расчетов ФРС обслуживает все нижестоящие уровни.

Система CHIPS начала свою работу в 1970 г. Создание электронной сети нью-йоркских банков вызвано необходимостью учитывать быстрорастущий объем расчетов по международным сделкам. Поскольку совершение всех расчетов в полном объеме в едином центре затруднительно, система CHIPS разрабатывалась как система децентрализованная. Из всех банков-участников были выбраны 12 крупнейших для осуществления расчетов между всеми остальными. Система CHIPS имеет существенные отличия от остальных. Дело в том, что межбанковские обязательства и требования не регулируются ею немедленно после выставления соответствующих документов в виде электронных сообщений, а накапливаются в течение рабочего дня, по окончании которого подводится баланс. Окончательные платежи производятся расчетными банками путем перевода средств на резервных счетах в Федеральном резервном банке Нью-Йорка по сети Fedwire. Данная система удобна тем, что все совершенные в течение дня переводы средств на сумму около 400 млрд. долл. сведутся к нескольким окончательным платежам на сумму в 4-5 млрд. долл.

Основная проблема расчетных электронных систем — большой объем дневных овердрафтов, возникающих при превышении резервного счета, при задержке поступлений от клиентов и т.п. [20]. Общая величина дневных овердрафтов в системе ФРС и CHIPS достигает 80 млрд. долл. (20% от дневного оборота). При клиринговых расчетах каждый участник зависит от действий других, что порождает дополнительные риски: кредитный риск — риск незавершения сеанса клиринга из-за неплатежеспособности какого-либо участника расчетов и системный риск — риск того, что затруднения участника порождены рисками ликвидности и кредитными рисками соседей.

## 1.2. Российский опыт внедрения электронных клиринговых систем расчета

К началу 1990-х годов банковская система нашей страны имела значительный опыт автоматизации банковских операций, в том числе расчетных, посредством разветвленной сети вычислительных центров

[20]. Автоматизация коснулась следующих выплат и перечислений:

- пенсий государственным служащим ряда категорий в учреждения Сберегательного банка или в учреждения связи;
- выручки железных дорог с подсобных доходных счетов на основной доходный счет Министерства путей сообщения;
- налога с оборота отдельных предприятий;
- средств социального страхования и др.

Были автоматизированы учет безналичного платежного оборота, начисление процентов по ссудам и многие другие банковские операции. Благодаря проведению взаимных расчетов между учреждениями банков, обслуживаемых одним ВЦ, обеспечивалась высокая скорость платежей предприятий друг другу в рамках одного региона.

В условиях перехода к двухуровневой банковской системе межбанковские расчеты организуются практически заново. Но демонополизация банковской системы осуществлялась без достаточно проработанной законодательной, нормативной и организационной базы, что послужило одним из факторов появления проблем в расчетах между хозяйствующими субъектами. Наиболее уязвимым участком платежной системы с точки зрения скорости и надежности переводов оказались расчеты между банками, находящимися в различных регионах.

За последние десять лет в России уже создана инфраструктура и накоплен опыт использования электронных расчетных систем (электронная система межбанковских расчетов (ЭЛСИМЕР) ЦБ РФ, АО «Центральная расчетная палата» (ЦРП), система РКЦ ЦБ РФ). До 1998 года существовали клиринговые системы и межбанковские расчетные палаты, разработанные крупными коммерческими банками (Столичный, Инкомбанк, Мосбизнесбанк, Менатеп и др.). Проведен ряд исследований, посвященных улучшению организации межбанковских расчетов [5,8].

Важным шагом в совершенствовании платежной системы России было создание и развитие Электронной системы межбанковских расчетов (ЭЛСИМЕР) ЦБ РФ, учитывающей и активно использующей возможности современной системотехнической среды, средств телекоммуникаций и защиты информации. Работы по созданию ЭЛСИМЕР велись на двух уровнях: внутри-региональные межбанковские электронные расчеты и межрегиональные электронные расчеты. В основу проекта закладываются определенные принципы:

Участниками ЭЛСИМЕР являются учреждения ЦБ РФ (ГРКЦ, РЦИ, РКЦ), отвечающие определенным требованиям — наличие программно-технических средств, соблюдение установленной технологии совершения электронных платежей. Гарантия обработки и передачи платежа любому другому участнику в течение суток.

Пользователями системы могут быть коммерческие банки и другие учреждения и организации, имеющие корреспондентские или расчетные счета в РКЦ-участниках.

Правила оформления, условия прохождения электронного платежа и ответственность сторон определяются в договоре между пользователями и участником ЭЛСИМЕР.

Электронный платеж является гарантированным и безотзывным.

Электронный платежный документ представляет собой электронный образ платежного поручения и содержит все реквизиты, предусмотренные положением о безналичных расчетах в РФ.

Инициатором электронного платежа является клиент коммерческого банка.

Информация о необходимости исполнить электронный платеж может быть направлена коммерческим банком в РКЦ одним из следующих способов: курьером или спецсвязью в РКЦ доставляется платежное поручение банка на электронные платежи с приложением вторых экземпляров платежных документов своих клиентов; в РКЦ доставляется магнитный носитель с описанием электронных платежей; средствами телекоммуникаций с применением специальных средств защиты передается электронный образ платежного поручения.

Электронные платежи, поступившие в РКЦ до 13 часов, должны быть выполнены в тот же день, а остальные — на следующий рабочий день.

Отправителем и получателем межрегиональных платежей являются ГРКЦ.

Учет электронных платежей осуществляется в ГРКЦ.

Начиная с 1993 г. в регионах России (Астраханская, Белгородская, Владимирская, Волгоградская, Курганская, Московская, Нижегородская, Новосибирская, Пермская, Рязанская, Самарская, Саратовская, Свердловская, Тульская, Челябинская области, Ставропольский край, Республика Мордовия, Республика Татарстан и др.) проводится эксперимент по осуществлению межрегиональных электронных платежей. Цель эксперимента — апробация новых средств совершения межбанковских расчетов наряду с существующим почтовым и телеграфным авизованием. Внедрение системы позволило регионам-участникам эксперимента сократить время прохождения платежей с 10-12 до 1-2 дней.

Нормативной базой эксперимента в системе ЦБ РФ является утвержденное в августе 1993 г. «Временное положение о совершении межрегиональных электронных платежей в опытных зонах системы ЦБ РФ». Вскоре эксперимент был расширен еще на 29 областей (Вологодская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Псковская, Рязанская, Тверская, Тюменская, Ульяновская, Ярославская области, Краснодарский край, Хабаровский край, Санкт-Петербург, Республика Алтай, Республика Бурятия, Удмуртская Республика и др.).

В 1997 г. в московском регионе была введена многорейсовая обработка платежей в рамках автоматизированной системы банковских расчетов. Под многорейсовой обработкой платежей понимается проведение нескольких рейсов приема и обработки реестров платежей в течение рабочего дня, результатом которых является безотзывный перевод средств по счетам участников расчетов данной системы. Под рейсом понимается комплекс технологических операций, проводимый в интервале времени, установленном в соответствии с графиком, и связанный с приемом и обработкой поступивших в систему платежей, который включает в себя выполнение необходимых проводок

по счетам участников расчетов и подтверждение этих проводок реестром проведенных платежей.

В 34 регионах Российской Федерации проходит эксперимент по внедрению электронных платежей на внутрорегиональном уровне. Это позволило сократить сроки до одного дня и ускорить оборачиваемость средств в расчетах. Анализ потоков банковской информации показал, что на платежи свыше 100 млн руб. приходится около 1% от общего числа произведенных платежей и 88% от сумм переведенных средств. Полученные результаты позволили сделать вывод о целесообразности создания в рамках ЭЛСИМЕР двух систем: системы перевода крупных сумм платежей (СПКСП) ЦБ РФ с особыми требованиями к защите информации и технологии ее обработки и системы электронного межбанковского клиринга (СЭМКЛИР) ЦБ РФ для обработки мелких платежей.

Начиная с 1994 г. главный центр информатизации (ГЦИ) ЦБ РФ проводит в Волгоградской, Саратовской и Тверской областях апробацию новых информационных технологий. Основными целями эксперимента являются: выработка общих для территориальных учреждений ЦБ РФ правил и порядка автоматизации сбора, обработки и передачи банковской информации на федеральном уровне; практическая апробация типовых автоматизированных технологий и стандартов взаимодействия разнородных программно-технических комплексов и вычислительных региональных систем с использованием единых правил.

В процессе эксперимента отрабатываются функции Головного центра федеральной электронной системы (ФЭС) ЦБ РФ, в том числе реализуются технологии централизованного управления дистанционно-удаленными вычислительными средствами, централизованного сопровождения нормативно-справочной информации и программного обеспечения комплексов, эксплуатируемых в ЦБ РФ, контроля за банковской информацией. Впервые в системе Банка России в рамках эксперимента реализуется технология «горячего» резервирования, обеспечивающая непрерывное функционирование всех вычислительных комплексов, систем и средств связи на основе организации сети резервных вычислительных систем и центров. С учетом этой технологии создается головной центр ФЭС ЦБ РФ, который соединит территориально разобщенные вычислительные центры. В этом эксперименте отрабатываются также системотехнические решения для интеграции различных систем управления базами данных, подключения в единую систему разнородных технических средств, а также проходят апробацию различные протоколы обмена банковской информацией. В настоящее время разработаны новые электронные технологии передачи регламентированной и нерегламентированной банковской отчетности, опробованы типовые технологии обмена банковской информацией между Главными управлениями (Национальными банками) и ГЦИ ЦБ РФ в реальном времени, начато внедрение высоконадежных отказоустойчивых систем для головного центра ФЭС.

Недостаток бюджетных ресурсов для развития государственной сети межбанковских расчетов вывел на рынок межбанковских клиринговых услуг АО «Центральная расчетная палата» (ЦРП), действующее на коммерческой основе и имеющее:

- электронный центр межбанковских расчетов;

- сертифицированный ФАПСИ, технический комплекс для обработки и передачи коммерческой информации;
- систему многосторонних транзитных платежей;
- сетевую маршрутизацию платежей;
- возможности обеспечить принципы безотзывности, безусловности, гарантии исполнения;
- возможности обрабатывать ежедневно более 100 000 электронных документов и проводить расчеты более чем с 400 банками. ЦРП использует как городскую телефонную сеть и спецсеть «Искра-2», так и специализированные сети протокола X.25 Спринт, Роснет, Роспак, Инфотел.

Крупные банки создавали свои собственные клиринговые системы и межбанковские расчетные палаты (Столичный, Инкомбанк, Мосбизнесбанк, Менатеп и др.). Эти системы строились на принципе зависимости от коммерческих банков (своих учредителей), которые готовы нести как юридическую, так и экономическую ответственность перед участниками расчетов.

Однако в результате кризиса 1998 г. взаимное доверие банков друг к другу оказалось подорванным, межбанковские расчеты оказались почти полностью парализованными (особенно это было заметно в августе-октябре 1998 г.). В этой обстановке операции по межбанковскому клирингу полностью прекратились (часть из указанных банков просто обанкротилась).

### 1.3. Текущее состояние Российской системы расчетов

После кризиса 1998 г. многосторонние межбанковские клиринговые расчеты так и не были налажены. В основном это связано с низким уровнем доверия банков друг к другу. В такой ситуации риски, возникающие при классическом межбанковском клиринге, перевешивают его положительные стороны.

При этом состояние расчетной системы России остается неудовлетворительным. После августовского кризиса 1998 г., их объем несколько снизился — с 45% до 30% ВВП, но продолжает оставаться значительным.

Исходя из показателей статистической финансовой, налоговой и банковской отчетности следует, что в 1998-1999 г. г. просроченная задолженность по платежам между предприятиями, а также в бюджеты всех уровней и внебюджетные фонды непрерывно росла. Динамика указанного роста после августа 1998 г. несколько сгладилась, но сохранилась. В частности количество организаций, имеющих просроченную кредиторскую задолженность, возросло с 66,970 в январе 1998 г. до 72,640 в июне 1999 г., а общий ее объем — с 891.6 млрд. руб. до 1,388 млрд. руб. Просроченная дебиторская задолженность за тот же период возросла с 555.5 млрд. руб. до 881.2 млрд. руб.

В настоящее время неплатежи являются одним из главных препятствий для возобновления экономического роста. Они фактически ликвидируют стимулы к реструктуризации и повышению эффективности использования ресурсов для предприятий. В условиях неплатежей в России сформировался новый тип промышленной организации, опирающийся на альянс интересов руководителей жизнеспособных и бесперспективных предприятий, когда и те, и другие, в конечном счете, перекладывают значительную часть своих издержек на бюджетную систему и потребителей. В этой

ситуации налоги, по сути, подстраиваются под отдельные компании, разрушая официальную налоговую систему и подрывая стимулы к обязательной уплате. Данное обстоятельство способствует коррупции, уходу активов и бегству капиталов.

Таким образом, при сохранении неплатежей стабилизация может быть лишь временной, без особых перспектив к экономическому росту и сохранением причин разрушения налоговой базы бюджетов всех уровней.

Совершенствование механизма погашения бюджетной задолженности и осуществления текущих платежей бюджетов сталкивается с целым рядом объективных ограничений. В структуре расчетов в экономике с августа 1998 г. по июль 1999 г. денежная составляющая возросла на 15, 4 процентных пункта, однако не превзошла отметку в 50% от общего объема расчетов.

Экономические субъекты активно используют неденежные формы расчетов, что влечет за собой определенные издержки:

- искажаются цены, что препятствует становлению рыночных цен в качестве четких сигналов для распределения ресурсов. Назначение цены зачастую носит субъективный характер и подчинено больше цели личного обогащения, чем максимизации прибыли предприятия;
  - расчетные операции переходят в «серый» и «черный» сектора, в результате чего государство теряет значительную долю налоговых доходов и не может на должном уровне вести контрольно-ревизионную работу;
  - затрудняется хозяйственное взаимодействие, ограничивается свободная конкуренция;
  - как следствие, оказывается задушенным экономический рост, поскольку в условиях распространения суррогатных расчетов у эффективных предприятий отсутствуют, либо существенно сокращаются, стимулы к увеличению инвестирования или наращиванию объема производства.
- Применение неденежных расчетных операций в бюджетной сфере влечет за собой еще большие издержки:
- потери бюджета, связанные с высокой ценой и низким качеством продукции, поставляемой в счет государственных нужд, а также ограниченность перечня потенциальных поставщиков списком должников в соответствующий бюджет;
  - высокая роль субъективного фактора, особенно в момент определения лимитов финансирования, выбора поставщика товаров и услуг (учитывая, что в большинстве случаев с помощью неденежного инструмента оформлялась уже поставленная продукция);
  - появление большого количества посреднических структур, активное влияние которых на ситуацию дополнительно усугубляет недостатки неденежного исполнения бюджета;
  - фактическое финансирование бюджетополучателей оказывается существенно ниже номинально установленных в бюджете и отраженных в отчете об его исполнении сумм;
  - неизбежность применения неденежных инструментов для исполнения бюджетов повышает заинтересованность хозяйствующих субъектов в увеличении их задолженности в бюджет, чтобы даже при наличии свободных денежных средств расплачиваться

с бюджетом в неденежной форме, что ведет к вытеснению «хороших» денег «плохими».

Ликвидация неденежных механизмов формирования и исполнения бюджета крайне необходима.

От размещения и оплаты государственного заказа во многом зависит функционирование экономики. Ненадлежащее исполнение обязательств бюджетной системы влечет за собой множество экономических и социальных проблем, провоцирует лавинообразное нарастание неплатежей. Указанные обстоятельства обусловлены тем, что бюджетополучатели являются крупнейшими потребителями товаров, работ и услуг. Таким образом, наличие задолженности получателей средств бюджета по оплате за поставленную им продукцию, выполненные работы и оказанные услуги сегодня является одной из наиболее острых экономических проблем.

В результате несвоевременной оплаты государственного заказа:

- во-первых, становятся неконкурентоспособными предприятия-поставщики продукции для государственных нужд;
- во-вторых, недофинансирование бюджетополучателей резко сокращает совокупный спрос, особенно на продукцию оборонно-технического назначения, что является дополнительным фактором, ведущим к усугублению проблемы неплатежей;
- в-третьих, срывается выполнение инвестиционных программ и иных мероприятий, направленных на развитие реального сектора экономики и социальной сферы.

В итоге подрывается налогооблагаемая база, сокращаются поступления в бюджеты всех уровней, возможности дальнейшего сокращения государственных расходов и резкого улучшения сбора налогов в значительной мере исчерпаны.

Возможности дальнейшего сокращения государственных расходов либо перекладывания их на нижестоящие уровни бюджетной системы в значительной мере исчерпаны. В то же время отсутствует перспектива резкого улучшения собираемости налогов и нормализации расчетных операций без применения совершенно новых механизмов изъятия налогов. В частности, в 1999 г. недоимка составила 38,7% к общему объему налоговых поступлений, на 47% превзойдя объем недоимки, сложившийся в 1998 г.

Также важно отметить то обстоятельство, что экономический рост практически невозможен до увеличения конечного платежеспособного спроса. 15%-й спад реальных доходов населения Российской Федерации в 1999 г. показывает, что увеличение платежеспособного спроса за счет роста доходов населения невозможно. В условиях рыночных отношений административное повышение зарплат практически невозможно. Эмиссионное стимулирование конечного платежеспособного спроса малоперспективно, т.к. вызывает новый виток инфляции, итогом которого вновь станет сокращение реальных доходов населения.

Единственным перспективным источником повышения конечного платежеспособного спроса сегодня представляется увеличение государственных расходов. Это особенно актуально в условиях, когда дальнейшее сокращение бюджетных расходов приведет к необратимым военно-политическим, экономическим и социальным последствиям. Таким образом, поиск

принципиально новых инструментов изъятия недоимки в бюджет крайне важен.

Экономические доводы в пользу разрушения системы неплатежей и ликвидации неденежных расчетных операций в хозяйственной и бюджетной сфере довольно просты. Неудивительно, что международные финансовые организации постоянно выставляют к России требования по нормализации расчетных операций, а Правительство Российской Федерации не может найти аргументов против указанных требований.

Однако создание механизма ликвидации неденежных расчетных операций на основе исключительно запретительных мер невозможно. По оценкам даже наиболее либеральных экспертов, переход к 100%-м денежным расчетам будет означать 50%-й спад производства и увольнение до 20 млн. работающих. Менее либеральные экономисты оценивают ситуацию еще пессимистичнее. В общей сложности экономические и социальные последствия перехода на исключительно денежные расчеты без создания специализированных расчетных инструментов близки к катастрофическому уровню.

Использование неденежных расчетов между предприятиями-монополистами, (РАО «ЕЭС России», ОАО «Газпром», МПС и др.), а также в расчетах с ними крайне негативно сказывается на экономической ситуации.

Неденежные способы расчета законодательно приравниваются к сделкам купли — продажи, в результате чего неденежные и денежные расчеты равноправно оцениваются в общей выручке. Однако при неденежных расчетах не возникает источника для расчета с бюджетной системой, т.к. собственно денег в них нет. С другой стороны, неденежные расчеты предполагают наличие специализированных операторов, которые с определенной степенью приближения моделирует банковскую деятельность. Наконец, неденежные расчеты осуществляются по специальным ценам, которые создают фиктивную выручку и влекут начисление завышенных налогов.

Стремление монополистов увеличить денежную составляющую в расчетах наталкивается на проблему, когда каждый процентный пункт увеличения денежной составляющей в расчетах влечет за собой необходимость сокращения на несколько процентных пунктов объема реализации, т.к. на счетах самих монополистов или их клиентов недостает свободных денежных средств. При этом подобное снижение зачастую невыгодно самим монополистам, т.к. нередко отключаемый клиент по цепочке последовательных расчетов фактически является поставщиком самого монополиста или его кредитора.

#### **1.4. Сравнительный анализ известных методов проведения взаимных расчетов в системе кредитных организаций**

Цель данного параграфа — сравнительный анализ способов взаимных расчетов, разрешенных к применению в настоящее время Российским законодательством [14].

##### **Участники взаимных расчетов**

Из всего многообразия кредитных организаций в данной работе рассматриваются только те, которые

активно участвуют в процесс взаимных расчетов. В основном это коммерческие банки, занимающиеся расчетно-кассовым обслуживанием своих клиентов.

Расчетно-кассовые операции — это ведение счетов юридических и физических лиц и осуществление расчетов по их поручению. Учитывая, что для юридических лиц в России хранение средств в коммерческих банках является обязательным, функция расчетно-кассового обслуживания является одной из приоритетных в деятельности коммерческого банка.

Коммерческий банк заинтересован в привлечении юридических лиц на расчетно-кассовое обслуживание. Это связано с тем, что деньги, находящиеся на банковском счете, представляют собой привлеченные средства коммерческого банка, в соответствии с объемом которых строится его предпринимательская деятельность.

Вместе с тем, выбор клиентом коммерческого банка для расчетно-кассового обслуживания обязывает и коммерческий банк к обеспечению высокого качества оказания расчетных услуг, которые должны выполняться своевременно, экономично, надежно. Поскольку контакты с банком по расчетно-кассовому обслуживанию регулярны, то в зависимости от качества работы банка клиенты принимают решение о целесообразности дальнейшего сотрудничества с банком, о формах такого сотрудничества, о степени обоснованности установленных банком тарифов на расчетно-кассовые услуги. Именно поэтому организация расчетно-кассового обслуживания является «визитной карточкой» любого банка.

### **Обязанности сторон при расчетно-кассовом обслуживании**

После открытия клиентом счета в коммерческом банке банк предоставляет набор услуг, связанных с:

- открытием и ведением расчетного, текущего и других счетов клиента;
- организацией и проведением безналичных расчетов;
- выполнением операций с наличными деньгами.

Порядок открытия и круг операций, осуществляемых с расчетного или текущего счета, регламентируется Центральным банком России, а механизм функционирования соответствующего счета (возможность овердрафта и т.д.) определяется коммерческим банком по согласованию с конкретным клиентом и закрепляется договором по расчетно-кассовому обслуживанию.

В соответствии с договором банк принимает на себя ряд обязательств:

- проводить по счету клиента в пределах своей компетенции все виды банковских операций, предусмотренных действующим законодательством;
- обеспечивать сохранность всех денежных средств, поступивших на счет клиента;
- проводить операции по списанию средств со счета клиента по безналичным расчетам по его поручению;
- обеспечивать конфиденциальность информации о хозяйственной деятельности клиента и операциях, проводимых по его счету;
- выдавать клиенту выписки с его счета.

Расчетный, текущий или любой другой счет может открываться клиенту как за отдельную плату, так и

бесплатно. За услуги по расчетному обслуживанию банк взимает с клиента плату в размере установленного договором фиксированного процента от суммы совершаемого платежа. Открытие расчетного счета в банке бесплатно предполагает, что последний сможет предоставлять клиенту широкий набор и других, платных, услуг, что компенсирует затраты на бесплатное проведение операций по расчетному счету.

### **Организация безналичных расчетов между банком и его клиентом**

В отличие от наличного денежного оборота сущность безналичного денежного оборота состоит в том, что платежи производятся путем перечисления (перевода) денег со счета плательщика на счет получателя в учреждениях коммерческих банков. Расчеты между субъектами экономической деятельности осуществляются, как правило, в безналичном порядке.

Таким образом, безналичные расчеты — это денежные расчеты, при которых платежи осуществляются без участия наличных денег путем перечисления денежных средств со счета плательщика на счет получателя.

### **Организация взаимных расчетов между кредитными организациями**

Все расчеты между предприятиями при участии банка можно условно разделить на следующие группы:

- расчеты между предприятиями, счета которых открыты в одном банке;
- расчеты между предприятиями, счета которых открыты в разных банках.

Рассмотрим каждую из групп. В случае, если расчетные счета плательщика и получателя находятся в одном банке, зачисление средств со счета плательщика на счет получателя производится самим банком в пределах банковского дня. Технология перевода денежных средств со счета на счет в пределах одного банка хорошо разработана и не рассматривается в данной работе. Как показывает практика, доля таких расчетов в общем объеме расчетов, осуществляемых банком по поручению клиентов, занимает незначительное место. Основной интерес представляет вторая групп.

В расчетах между предприятиями, с финансовыми органами, с внебюджетными фондами ведущее место занимают расчеты с участием двух банков. В этом случае говорят о межбанковских расчетах. Таким образом, межбанковские расчеты — это расчеты, осуществляемые банками на основании отношений, установленных между ними, или в соответствии с заключенными с клиентами договорами на расчетно-кассовое обслуживание.

Согласно Положению ЦБ РФ от 25.11.95 г. № 5-П «О проведении безналичных расчетов кредитными организациями в Российской Федерации» (с последующими изменениями и дополнениями) расчеты в безналичном порядке между кредитными организациями, филиалами могут производиться через:

- кредитные организации по корреспондентским счетам «ЛОРО» и «НОСТРО»;
- расчетную сеть Банка России;
- внутрибанковскую расчетную систему (счета межфилиальных расчетов);

- небанковские кредитные организации, осуществляющие расчетные операции.

### **Расчеты через корреспондентские счета, открываемые в других банках**

Для проведения платежей и расчетно-кассового обслуживания клиентов банки могут устанавливать между собой договорные отношения, так называемые корреспондентские отношения.

Корреспондентскими отношениями называются отношения между двумя или несколькими кредитными учреждениями при осуществлении платежей и расчетов одним из них по поручению и за счет другого. Данные отношения могут иметь место между банками внутри страны и за ее пределами. Банки могут быть связаны корреспондентскими отношениями со множеством кредитных учреждений.

Существует два вида корреспондентских отношений банка: с взаимным установлением корреспондентских отношений и без них. Обычно небольшие банки открывают корреспондентские счета в более крупных банковских учреждениях.

Банковское учреждение может рассчитываться со своим корреспондентом по выставленному им поручению по счету, открытому данным кредитным учреждением у корреспондента или по счету, открытому корреспондентом в данном кредитном учреждении, а также по счетам данного банка и его корреспондента в третьем кредитном учреждении. В первом случае имеют место отношения между корреспондентами со счетом, во втором — между корреспондентами без счета.

Корреспондентские счета открываются на добровольной основе банковскими учреждениями, которые являются юридически самостоятельными. Корреспондентские отношения коммерческих банков с Центральным банком РФ строятся на более жесткой основе.

Корреспондентский счет — это счет, расчеты с которого производятся одним банком по поручению и за счет другого кредитного учреждения. Корреспондентский счет открывается на основании заключенного договора о корреспондентских отношениях. Корреспондентские счета подразделяются на два вида: счет «НОСТРО» (наш счет у Вас) и счет «ЛОРО» (Ваш счет у нас). Счета типа «НОСТРО» открываются каким-либо банком в банках-корреспондентах, а счета типа «ЛОРО» — на имя его банков-корреспондентов. Эти счета могут открываться в одностороннем порядке и на взаимной основе. Причем счет «НОСТРО» в одном кредитном учреждении является счетом «ЛОРО» у банка-корреспондента.

Платежи по корреспондентским счетам, условия которых оговариваются в заключенном договоре, могут осуществляться в пределах остатка денежных средств на счете либо с превышением этого остатка, но за счет представленного по счету кредита (так называемого овердрафта).

Размер остатка средств в банках-корреспондентах зависит от характера и объема услуг, которые предоставляет корреспондент. Оплачивается пользование корреспондентским счетом, как правило, поддержанием минимального остатка средств на счете и частично — посредством выплаты комиссионного вознаграждения. При этом кредитные ресурсы на корре-

спондентских счетах представляют собой депозиты до востребования. Поэтому остатки средств по указанным счетам поддерживаются на минимальном уровне, который необходим для осуществления расчетных операций.

### **Расчеты через расчетную сеть Банка России (систему РКЦ)**

Расчетная сеть Банка России представляет собой совокупность расчетно-кассовых центров, на которые возложены функции обеспечения проведения платежей в банковской системе. Каждый коммерческий банк должен иметь корреспондентский счет в каком-либо РКЦ. Расчетно-кассовые центры являются посредниками при проведении расчетных операций между банками. Кроме проведения расчетов, РКЦ занимаются кредитованием банков, кассовым обслуживанием, финансированием инвестиций за счет бюджетных средств и др.

Расчеты между самими коммерческими банками фиксируются по их корреспондентским счетам, открытым в РКЦ.

Если счета плательщика и получателя открыты в разных банках, обслуживаемых одним РКЦ, то банк списывает сумму со счета плательщика и дает поручение РКЦ о списании средств со своего счета для зачисления их на счет банка предприятия-поставщика.

Наиболее сложной является ситуация, при которой банки предприятия-поставщика и предприятия-плательщика обслуживаются разными расчетно-кассовыми центрами. В этом случае используется система счетов межфилиальных оборотов (МФО), в которой РКЦ присваиваются определенные номера счетов по МФО, по которым фиксируются расчетные операции с клиентами, обслуживаемыми в других РКЦ.

Расчеты по межфилиальным оборотам осуществляются посредством авизо по МФО, которые составляются и отправляются расчетно-кассовыми центрами в адрес других РКЦ для завершения межфилиальной операции. РКЦ, принимающие авизо, в свою очередь дают ответные проводки на всю сумму адресованных им авизо, за исключением дефектных. В случае отсутствия принадлежности авизо к определенному корреспонденту, его сумма отражается по счету средств, подлежащих выяснению. После проверки неправильно адресованные авизо возвращаются в РКЦ, откуда они поступили.

Средства зачисляются на счета предприятий и организаций лишь при условии проведения данных операций по корреспондентским счетам их банков в обслуживающих их РКЦ. Осуществление расчетных операций по корсчетам ежедневно подтверждается выписками по ним со стороны расчетно-кассовых центров.

### **Расчеты через внутрибанковскую расчетную сеть**

Учитывая тенденцию укрупнения банков, превращения их в многофилиальные структуры, Центральный банк РФ установил правила, регулирующие проведение расчетных операций филиалами кредитных организаций.

Кредитная организация вправе открыть на имя филиала следующие счета для осуществления расчетных операций с предоставлением ему права распоря-



жения этими счетами и отражения операций по этим счетам на его балансе:

- корреспондентский субсчет в подразделении расчетной сети Банка России по месту расположения филиала;
- корреспондентские счета в других кредитных организациях и их филиалах;
- счета межфилиальных расчетов в головной организации, а также в любом из филиалов кредитной организации.

При этом порядок открытия-закрытия счетов межфилиальных расчетов устанавливается банком самостоятельно, а их открытие и закрытие осуществляется по распоряжению руководителя кредитной организации на основании решения уполномоченного органа управления кредитной организации.

### **Межбанковский клиринг**

Под клирингом понимается система безналичных расчетов за товары, услуги, ценные бумаги, основанная на зачете взаимных требований и обязательств. Межбанковский клиринг, в свою очередь, — это система безналичных расчетов между банками путем зачета взаимных денежных требований юридических лиц.

По решению Центрального банка РФ организацию клиринговых расчетов могут брать на себя небанковские кредитные учреждения или клиринговые организации на основании лицензии, выданной Центральным банком РФ.

Учредителями клирингового учреждения могут быть коммерческие банки, Центральный банк РФ, другие юридические и физические лица, за исключением органов власти, политических организаций, специализированных общественных фондов.

Основными задачами клиринговой организации являются:

- ускорение и оптимизация расчетов между банками и иными кредитными организациями;
- повышение достоверности и надежности расчетов;
- развитие и обеспечение новых форм безналичных расчетов (чеков, векселей, пластиковых карт и др.);
- наиболее рациональное использование временно свободных ресурсов банков;
- внедрение современных международных технологий, стандартов, протоколов;
- создание современной информационной банковской инфраструктуры;
- надежная многоуровневая защита данных от несанкционированного доступа, использования, искажения и фальсификации на этапах обработки и хранения;
- контроль достоверности данных на всех этапах.

Клиринг может быть двусторонний, когда засчитываются требования двух банков, и многосторонний, когда в зачетных схемах участвуют три и более банков. При этом главная идея клиринга заключается в том, что только дебетовое сальдо, выявленное на лицевом счете по зачету, должно с определенной периодичностью погашаться реальными деньгами, которые передаются в распоряжение клирингового учреждения, и использоваться им для оплаты кредитового сальдо, образовавшегося у других участников клиринга.

### **Сравнительный анализ известных методов проведения взаимных расчетов в системе кредитных организаций**

Из вышеизложенного следует, что взаимные расчеты могут осуществляться посредством четырех механизмов:

- при помощи корреспондентских счетов «ЛОРО» и «НОСТРО»;
- через расчетную сеть Банка России;
- через внутрибанковскую расчетную систему (счета межфилиальных расчетов);
- при помощи небанковских кредитных организаций, осуществляющих расчетные операции (расчетные и клиринговые палаты).

Каждый способ проведения расчетов имеет свои особенности, свои достоинства и недостатки.

Расчеты через корреспондентские счета «ЛОРО» и «НОСТРО» удобны для тесно сотрудничающих банков при наличии между ними постоянных финансовых потоков. Недостатком этого способа является необходимость постоянно поддерживать ликвидность корреспондентского счета, т.е. постоянно следить за тем, чтобы остаток на корреспондентском счету был положительный. Иными словами, расчеты через корреспондентский счет возможны только в пределах остатка на этом счете. Иногда в договоре открытия корреспондентского счета может быть указана возможность превышения этого остатка, но только за счет выдачи кредита (овердрафта). Другим недостатком этого способа расчетов является ограниченность его применения — невозможно открыть корреспондентские счета со всеми банками, — это повлекло бы слишком большие расходы.

Расчеты через расчетную сеть Банка России является самым распространенным и универсальным способом проведения платежей.

Универсальность этого способа расчета следует из того, что каждый коммерческий банк должен иметь корреспондентский счет в каком-либо РКЦ, таким образом, становятся возможными расчеты любого банка с любым с РКЦ в роли посредника. К недостаткам можно отнести необходимость для банков постоянно поддерживать ликвидность своего корреспондентского счета в РКЦ. При этом корреспондентские отношения с ЦБ РФ строятся на более жесткой основе, чем корреспондентские отношения с обычным банком.

Таким образом, не исключена ситуация, когда клиент банка, располагая необходимыми ресурсами на своем расчетном счете, не может осуществить платеж из-за недостатка средств на корсчете кредитного учреждения. Чтобы исключить задержку расчетов клиента, банки должны обеспечивать своевременное поступление необходимых средств на свои корреспондентские счета, поддерживать сумму средств на счетах в размере, необходимом для бесперебойной работы по расчетам с другими банками. Однако это представляет собой отдельную задачу.

Расчеты через внутрибанковскую расчетную систему осуществляются в пределах одного банка, имеющего филиалы в разных регионах. Достоинствами являются ускоренное прохождение платежей и (для банка) снижение потребности в оборотных средствах, а недостатком — ограниченность в применении этой схемы

расчетов – не во всяком регионе существует банк с развитой сетью филиалов.

Расчеты при помощи небанковских расчетных организаций (расчетных и клиринговых палат) проводятся на принципах межбанковского клиринга. Как правило, применяется клиринг на чистой основе, т.е. оплате подлежит только итоговая разница между кредиторской и дебиторской задолженностями. Эта разница называется позицией по результатам клиринга. Клиринг позволяет снизить потребность в оборотных средствах для участников клиринга, а также ускорить прохождение платежей, что и является его основным достоинством. Основными недостатками клиринга на чистой основе является невозможность заранее (до начала сеанса клиринга) предсказать размер получившейся позиции для каждого из участников и, как следствие, невозможность заранее зарезервировать достаточный (но не чрезмерный) объем платежных средств для покрытия позиции. Второй недостаток клиринга связан с трудностями обработки ситуации, когда подкрепления одного из участников все-таки не хватило для покрытия его позиции. В этой ситуации весь сеанс клиринга не может быть завершен, пока не будет устранено образовавшееся отрицательное сальдо. Один из способов оперативного устранения отрицательного сальдо – принудительное кредитование участника с недостаточным подкреплением, но в этом случае возникает опасность невозврата в срок выданного кредита. В любом случае страдает оперативность проведения сеанса клиринга, что недопустимо.

Достоинства и недостатки применяющихся способов проведения расчетов отражены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что основные применяемые способы взаимных расчетов (расчеты через систему счетов «ЛОРО»-«НОСТРО» и расчеты через систему РКЦ) имеют один общий недостаток – необходимость постоянно поддерживать ликвидность корреспондентского счета. При этом нарушение ликвидности корр. счета влечет для коммерческой организации как ощутимые убытки, так и задержки в проведении клиентских платежей. Внутрибанковские расчеты через сеть филиалов имеют ограниченную сферу применения вследствие сложной организации. Межбанковский клиринг на чистой основе не требует постоянного поддержания ликвидности счета, что ведет к экономии оборотных средств. Однако межбанковский клиринг имеет свои недостатки – необходимость поддерживать ликвидность счета по результатам сеанса клиринга, а также риск возникновения осложнений при резервировании недостаточных денежных средств в качестве подкрепления.

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

- каждая из применяемых в настоящее время систем взаимных расчетов в системе кредитных организаций имеет свои недостатки;
- основным недостатком систем валовых расчетов является необходимость для участников поддерживать ликвидность своего расчетного счета;
- классический межбанковский клиринг на чистой основе ослабляет требования поддерживать постоянную ликвидность расчетного счета участников;
- однако клиринг на чистой основе имеет свои недостатки: невозможность заранее определить размер

позиции и риск осложнений, возникающих при недостаточном подкреплении.

Таблица 1

**СПОСОБЫ ВЗАИМНЫХ РАСЧЕТОВ**

Способ взаимных расчетов			
Системы валовых расчетов			Межбанковский клиринг
Корр. счета «ЛОРО» и «НОСТРО»	Внутрибанковские расчеты через сеть филиалов	Система РКЦ	
<b>Достоинства</b>			
Удобно при тесных взаимоотношениях между банками	Ускорение прохождения платежей Уменьшение потребности в оборотных средствах	Универсальность и распространенность	Уменьшение потребности в оборотных средствах Ускорение прохождения платежей
<b>Недостатки</b>			
необходимость поддержания ликвидности счета невозможность открытия корр. счетов со всеми банками	узкая сфера применения — не везде есть банки с развитой сетью филиалов	жесткие условия поддержания ликвидности корр. счета	невозможность заранее узнать размер позиции по результатам сеанса клиринга риск осложнений, возникающих при недостаточном подкреплении

Система взаимных расчетов России нуждается в улучшении. Направления улучшения включают:

- повышение гибкости и эффективности функционирования банковской системы в условиях рыночных отношений;
- сокращение потерь от инфляционных процессов для основной массы средств, «замораживаемых» в расчетах;
- обеспечение своевременности обработки платежей, имеющих для экономики особую значимость;
- развитие международных связей банковских учреждений на базе взаимодействия их автоматизированных информационных систем и через международные (национальные) электронные системы с банками других государств.

Использование межбанковского клиринга позволит обходиться меньшим уровнем оборотных средств и добиться ускорения прохождения платежей. Сравнительный анализ клиринга на чистой основе и других способов взаимных расчетов показывает, что все они имеют те или иные недостатки, затрудняющие их использование в России.

При клиринговых расчетах каждый участник зависит от действий других, что порождает дополнительные риски: кредитный риск – риск незавершения сеанса клиринга из-за неплатежеспособности какого-либо участника расчетов и системный риск — риск того, что затруднения участника порождены рисками ликвидности и кредитными рисками соседей. Текущая ситуация в России характеризуется высоким уровнем недоверия банков друг к другу, что делает межбанковский клиринг малопривлекательным из-за описанных рисков.

## 2. МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЗАИМНЫХ РАСЧЕТОВ В СИСТЕМЕ КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

В классическом клиринге подкрепление каждого участника используется для того, чтобы покрыть разность между его полной кредиторской и полной дебиторской задолженностями. В этом случае размер необходимых денежных средств для каждого участника однозначно определен и не может быть изменен.

В описываемых в данной работе моделях подкрепление каждого участника также используется для покрытия разности между погашаемой дебиторской и кредиторской задолженностями, но, в отличие от классического клиринга, погашается уже не вся, а только часть задолженности. При надлежащем сбалансированном выборе погашаемой части взаимной задолженности одновременно для всех участников можно добиться снижения необходимого размера подкрепления. Это приведет к исчезновению риска овердрафта для каждого из участников, а также к исчезновению производных рисков — кредитного риска и системного риска.

Впервые идея согласованного погашения части задолженности для экономии оборотных средств была высказана в работе Букаева Г.И. [2]. Решаемая в данном исследовании задача межбанковского клиринга принципиально отличается от задачи Букаева тем, что отдельные задолженности между банками не могут погашаться частично. Это условие сразу налагает дополнительные ограничения на целочисленность переменных, в результате чего задача становится задачей булева программирования с большим числом целочисленных переменных.

Система кредитных организаций и существующие между ними взаимные задолженности описываются в терминах теории графов. Решаемая задача выписывается в виде задачи линейного булева программирования очень большой размерности, вследствие чего получить ее точное решение не представляется возможным. На базе нескольких промежуточных моделей разработан алгоритм получения приближенного решения, а также проведено компьютерное моделирование для получения оценок эффективности находимого решения.

### 2.1. Формальное описание системы кредитных организаций

Рассматриваемые далее модели базируются на технологии многостороннего межбанковского клиринга на чистой основе.

Для описания системы кредитных организаций воспользуемся хорошо разработанной терминологией теории графов, а также методами исследования операций [25]. Описываться будет состояние системы непосредственно перед сеансом клиринга. Каждую кредитную организацию, участвующую в процессе клиринга, будем называть участником клиринга (или просто участником) и обозначать одной из вершин графа. Между участниками существуют взаимные задолженности, в основном отражающие платежные поручения клиентов кредитных организаций. Каждое платежное поручение отражается отдельной взаимной

зadolженностью. Взаимную задолженность участника  $i$  перед участником  $j$  будем представлять дугой графа, имеющей начало в вершине  $i$ , а конец в вершине  $j$ . Граф, в котором дуги имеют начало и конец, называется ориентированным. Согласно правилам проведения безналичных расчетов, каждая отдельная взаимная задолженность может быть погашена только целиком или не погашена вовсе (отозвана). Не допускается частичное погашение задолженности. Между двумя участниками может быть множество отдельных взаимных задолженностей, что отражается пучком параллельных однонаправленных дуг на графе. Пучок дуг, идущих от участника  $i$  к участнику  $j$ , будем обозначать как  $(i, j)$ . Каждая отдельная задолженность в пучке может быть либо погашена на всю сумму, либо не погашена вообще, но можно выбирать, какие именно задолженности из пучка будут погашены, а какие нет. Сумма всех задолженностей в пучке  $(i, j)$  представляет общую задолженность участника  $i$  перед участником  $j$ .

Таким образом, система кредитных организаций и существующие между ними взаимные задолженности описываются ориентированным графом с числом вершин, равным числу участников, и числом дуг, равным суммарному числу взаимных задолженностей.

До начала сеанса клиринга каждый участник резервирует на своем счету денежные средства, используемые для расчета с другими участниками. Эти денежные средства называются подкреплением. Размер выставленного подкрепления известен до начала сеанса клиринга. Каждый участник использует свое подкрепление вместе со своей дебиторской задолженностью, чтобы покрыть свою кредиторскую задолженность.

При помощи изложенной методики можно формально описать систему кредитных организаций и взаимные задолженности в этой системе. Изложенная методика описывает все существенные характеристики процесса взаимных расчетов и может служить инструментарием для построения адекватных экономико-математических моделей и проведения расчетов и машинных экспериментов.

### 2.2. Постановка задачи поиска оптимальной схемы взаимных расчетов

Для проведения сеанса взаимных расчетов необходимо знать, какие из представленных задолженностей должны быть исполнены. Исходными данными при этом служат наборы задолженностей каждого из участников и размер денежных средств, зарезервированный ими для покрытия ими своих позиций.

Совокупность всех участников и совокупность всех задолженностей будут представляться ориентированным графом  $G_0$ . Этот граф имеет  $N$  вершин, где  $N$  — число участников. Каждая взаимная задолженность представляется в виде ребра графа, идущего от плательщика к получателю. Следует заметить, что число участников (т.е. число вершин в графе) довольно мало — 10-20. А общее число взаимных задолженностей между ними (т.е. ребер в графе) велико — несколько десятков тысяч. Из этого следует, что в графе имеется множество параллельно идущих ребер, т.е. каждая пара вершин соединена не одним ребром, а множеством параллельных ребер. Совокупность всех однонаправленных ребер, идущих из вершины  $i$  в вершину  $j$ , будем называть **пучком**  $(i, j)$ . Ребра, составляющие пучок  $(i, j)$ , пронумерованы в каком-либо порядке, кон-

кретное ребро будет обозначаться как  $(i,j)_k$ , где  $k \in 1..K_i$  ( $K_i$  – число ребер в пучке  $(i,j)$ ).

Поскольку ни один участник не может иметь задолженность самому себе, то для любой дуги графа  $(i,j)$  выполняется условие  $i \neq j$ , т.е. для любой дуги начало и конец всегда различны. Это условие выполняется во всех рассматриваемых далее моделях и для упрощения записи не включено в формулы.

Каждому ребру приписано число  $x_{ijk} > 0$ , равное величине задолженности, соответствующей этому ребру. Суммарные (или полные) кредиторская и дебиторская задолженности участника  $i$  определяются так:

$$Cred_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k}, \quad Deb_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ji}} x_{j,i,k}.$$

В результате сеанса взаиморасчетов каждая отдельная задолженность или исполняется полностью, или не исполняется вовсе. Каждой задолженности ставится в соответствие булева переменная  $\delta_{ijk} \in \{0,1\}$ , определяющая, исполняется ли эта конкретная задолженность:

$\delta_{ijk} = 1 \Leftrightarrow k$ -я задолженность участника  $i$  участнику  $j$  исполняется.

Величины  $\delta_{ijk}$  являются управляющими переменными модели.

Для каждого участника определяется сумма исполняемых частей его дебиторской и кредиторской задолженностей. Для участника  $i$  исполняемая кредиторская и дебиторская задолженности составляют:

$$Cred^*_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k}, \quad Deb^*_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ji}} x_{j,i,k} \cdot \delta_{j,i,k}.$$

Позиция участника определяется как разность между его исполняемой кредиторской и исполняемой дебиторской задолженностями. Для участника  $i$ :

$$Pos_i = Cred^*_i - Deb^*_i.$$

До начала сеанса взаимных расчетов каждый из участников резервирует на своем счете денежные средства, которые будут использоваться в качестве подкрепления для покрытия его позиции. Будем обозначать его как  $Re s_i$ .

Позиция каждого из участников может оказаться как положительной, так и отрицательной. Отрицательная позиция означает, что для этого участника исполняемая дебиторская задолженность превышает исполняемую кредиторскую, т.е. этот участник получает от других участников больше, чем передает им. Положительная позиция означает обратную ситуацию, т.е. участник должен отдать больше, чем получает сам. Положительная позиция должна быть закрыта при помощи подкрепления.

В качестве критерия эффективности взаиморасчета используется общая сумма погашаемой взаимной задолженности:

$$Eff = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k},$$

Сеанс оптимального взаимного расчета описывается при помощи следующей постановки оптимизационной задачи [18]:

Критерий эффективности:

$$Eff \rightarrow \max \tag{1}$$

При ограничениях на размер позиции:

$$(Pos_i)^* \leq Re s_i, \quad i=1..N.$$

Управление осуществляется при помощи целочисленных переменных

$$\delta_{ijk} \in \{0,1\}.$$

Решением задачи (1) служит набор  $\delta_{ijk}$  указывающий, какие из задолженностей должны быть погашены, а какие нет. Для решения оптимизационных задач разработан мощный математический аппарат, однако задача (1) относится к задачам целочисленного программирования, причем число булевых переменных чрезвычайно велико. Решение таких задач прямыми методами в общем случае очень трудоемко и не может быть получено за приемлемое время.

### 2.3. Первая сетевая модель взаимных расчетов

Поставленная в (1) задача поиска оптимальной схемы взаимных расчетов является задачей линейного булевого программирования с большим числом целочисленных переменных. Каждой задолженности, поданной для участия во взаиморасчете, соответствует одна булева переменная, показывающая, будет ли погашена эта задолженность. Поскольку типичное число задолженностей составляет 1,000-10,000 на каждого участника, общее число булевых переменных в постановке (1) чрезвычайно высоко и составляет число порядка 100,000.

Задачи линейного булевого программирования принадлежат к классу NP-полных задач, т.е. для них не существует алгоритмов, решающих их за полиномиальное время [26,11,9,23,10]. Поэтому сформулированная выше задача является слишком сложной для прямого решения. Однако специфика поставленной задачи позволяет свести ее к ряду более простых задач, которые удается решить.

#### Постановка задачи

Основную трудность в решении задачи (1) составляют условия целочисленности переменных  $\delta_{ijk}$ . При отбрасывании этих условий задача (1) превращается в задачу линейного программирования.

Критерий эффективности:

$$Eff \rightarrow \max \tag{2}$$

При ограничениях на размер позиции:

$$(Pos_i)^* \leq Re s_i, \quad i=1..N.$$

Управление осуществляется при помощи переменных:

$$\delta_{ijk} \in [0,1].$$

Способы решения задач линейного программирования хорошо известны и описаны в работах как отечественных, так и зарубежных ученых-математиков [13,22, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Решением задачи (2) является набор значений переменных  $\delta_{ijk} \in [0,1]$ , при этом позиции участников, однозначно определяемые по  $\{\delta_{ijk}\}$ , равны  $Pos$ . Зная это решение, можно попытаться его преобразовать в новый набор  $\delta_{ijk} \in \{0,1\}$  с новыми позициями  $Pos^*$  так, чтобы получившийся набор мог служить допустимым решением задачи (1).

При преобразовании набора  $\{\delta_{ijk}\}$  в набор  $\{\delta_{ijk}^*\}$  в каждой вершине возникает невязка:

$$\Delta_i = Pos_i^* - Pos_i. \tag{3}$$

Задача (2) является задачей линейного программирования. Ее решение достигается на границе области определения. Это значит, что некоторые из ограничений  $(Pos_i)^+ \leq Re s_i$  должны обращаться в равенства  $Pos_i = Res_i$ . Невязка для таких  $i$  должна быть неположительна:  $\Delta_i \leq 0$ . Это усложняет процесс преобразования  $\{\delta_{ijk}\}$  в  $\{\delta_{ij}^*\}$ .

Для упрощения преобразования попробуем еще раз изменить условия задачи и перейти к постановке (4).

Критерий эффективности:

$$Eff \rightarrow \max \quad (4)$$

При ограничениях на размер позиции:

$$Pos_i = 0$$

Управление осуществляется при помощи переменных

$$\delta_{ijk} \in [0, 1]$$

Постановка (4) отличается от постановки (2) более жесткими требованиями на размеры позиций участников. Решение задачи (4) легче преобразовать в решение задачи (1), поскольку для решения (4) позиция в каждой вершине строго равна нулю, а значит невязка может находиться в более широких пределах:

$$\Delta_i \leq Pos_i$$

Задача (4) также является задачей линейного программирования, но относящейся к специальному типу транспортных задач. Для ее решения существуют алгоритмы более эффективные, чем общие алгоритмы решения задач линейного программирования.

Таким образом, задача (4) получается из (1) путем отбрасывания условий целочисленности и ужесточения ограничений на размер позиции. Исследование решений задачи (4) даст возможность находить приближенное решение задачи (1).

### Эффективное нахождение решения

Задача (4) является задачей нахождения циркуляции на направленном графе и может быть решена при помощи различных сетевых алгоритмов, например, алгоритма поиска циркуляции минимальной стоимости [25,10]. Сложность этих алгоритмов растет с ростом числа дуг, образующих граф. Следует заметить, что особенностью задачи (4) является очень большое число параллельных дуг на графе. Из постановки задачи (4) видно, что и критерий эффективности:

$$\max(Eff) = \max\left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k}\right),$$

и левые части ограничений:

$$Pos_i = Cred_i - Deb_i = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k} = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{K_{ji}} x_{j,i,k} \cdot \delta_{j,i,k}$$

- оперируют суммами выходящих и входящих задолженностей:

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k}$$

Единичная задолженность  $x_{ijk}$  встречается только вместе со всем пучком  $(i,j)$ .

Из этого следует, что множество всех параллельных дуг, выходящих из вершины  $i$  в вершину  $j$ , можно заменить всего лишь на одну дугу. Поэтому можно упро-

стить граф и, как следствие, существенно ускорить работу алгоритма при помощи следующей процедуры перехода от задачи (4) к задаче (4\*).

Исходный граф  $G_0$  преобразуется в граф  $G$  по следующему закону:

1. Граф  $G$  имеет те же вершины, что и граф  $G_0$ . Также, как  $G_0$ , граф  $G$  является ориентированным.

2. Каждому пучку параллельных однонаправленных дуг  $(i,j)$  в графе  $G_0$  соответствует ровно одна дуга в графе  $G$ . Эта дуга имеет начало  $i$  и конец  $j$ . Будем обозначать эту дугу графа  $G$  так же, как и соответствующий ей пучок графа  $G_0 - (i,j)$ . Таким образом, каждый пучок в графе  $G$  состоит ровно из одной дуги.

3. Каждой дуге  $(i,j)$  графа  $G$  приписано число  $x_{ij}^*$ , определяемое как

$$x_{i,j}^* = \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{ijk}$$

Задача (4\*) ставится как задача (4) на модифицированном графе  $G$ .

Граф  $G$ , при том же (относительно небольшом  $N=10..50$ ) числе вершин, не будет иметь параллельных ребер. Число ребер в нем, даже при условии, что он полный (все вершины соединены со всеми в обоих направлениях), будет равно  $N*(N-1)$ , т.е. будет иметь порядок  $10^2-10^3$ , что гораздо меньше, чем первоначальное число дуг порядка  $10^5-10^6$ . Соответственно улучшается время работы алгоритма поиска циркуляции минимальной стоимости.

### Анализ решений

Зная решение задачи (4\*), легко получить решение задачи (4). Пусть,  $\delta_{ij}^*$  — решение задачи (4\*).

Тогда для нахождения решения задачи (4) нужно найти такие  $\delta_{ijk}$ , что:

$$x_{i,j}^* \cdot \delta_{i,j} = \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k}, \quad (5)$$

$$\delta_{i,j,k} \in [0, 1] \quad i, j = 1..N$$

Сразу видно, что задача (5) распадается на множество отдельных задач, по одной для каждой пары  $(i,j)$ . Все задачи имеют один и тот же вид (5\*) и решаются независимо друг от друга.

$$x^* \cdot \delta^* = \sum_{k=1}^K x_k \cdot \delta_k, \quad \delta_k \in [0, 1] \quad (5^*)$$

Задача (5\*) имеет  $K$  неизвестных и всего 1 линейное ограничение. Из этого следует существование в общем случае множества ее решений. Любое выбранное решение будет являться решением задачи (4). Попробуем выбрать решение так, чтобы максимально большое число компонент  $\delta_{ijk}$  было бы целым.

Выбор решения будет осуществляться следующим образом.

#### Случай 1: $K=1$ .

В этом случае существует только одно решение (5\*):  $\delta_i = \delta^*$ .

Эта единственная компонента может быть нецелой.

#### Случай 2: $K>1$ .

Если  $\delta^*=0$ , то все  $\delta_k=0$  – решение, все компоненты целые.

Если  $\delta^*=1$ , то все  $\delta_k=1$  – решение, все компоненты целые.

Если  $0 < \delta^* < 1$ , то возможно целое множество решений; конкретное решение выбираем при помощи следующего алгоритма.

1. В начале все  $\delta_k = 0$ , положить  $k_{тек} = 1$ .
2. Положить  $\delta_{k_{тек}} = 1$ .
3. Если  $x^* \cdot \delta^* < \sum_{k=1}^K x_k \cdot \delta_k$ , то положить  $k_{тек} = k_{тек} + 1$ ,

перейти к шагу 3.

$$4. \text{ Положить } \delta_{k_{тек}} = \frac{\sum_{k=1}^{k_{тек}-1} x_k \cdot \delta_k - x^* \cdot \delta^*}{x_{k_{тек}}}.$$

5. Конец.

Суть алгоритма в последовательном переводе  $\delta_k$  из состояния 0 в состояние 1 (шаг 3 алгоритма) до тех пор, пока это возможно. Поскольку  $0 < \delta^* < 1$ , т.е. все  $\delta_k$  установить в 1 невозможно, наступит момент перехода к шагу 4. Шаг 4 выполняется тогда, когда все  $\delta_k$  с номерами меньше текущего установлены в 1, а все  $\delta_k$  с номерами больше текущего установлены в 0. На шаге 4 происходит выбор такого значения  $\delta_{k_{тек}}$ , что выполняется условие (5\*).

Найденное решение (5\*) обладает тем свойством, что в нем все компоненты, кроме, может быть, одной, равны 0 или 1. Такое решение может быть получено для каждого пучка графа. Таким образом, получается решение задачи (5), а значит и задачи (4).

В каждом пучке условие целочисленности (т.е. требование погашаться только целиком) нарушается не более, чем у одной задолженности. Пусть это  $\delta_{ijk}^*$  – та переменная, для которой нарушается условие целочисленности.

**Получение приближенной схемы проведения взаимных расчетов**

В предыдущем параграфе было показано, как выбрать почти целочисленное решение задачи (4). В этом решении для каждого пучка условие целочисленности нарушается не более чем для одной переменной  $\delta_{ijk}^*$ .

Изменим набор  $\{\delta_{ijk}\}$  следующим образом: заменим все  $\delta_{ijk}^*$  на 1, избавившись таким образом от нецелых значений. Новый набор может уже не являться решением задачи (2), т.к. в некоторых пучках возникнет рассогласование с расчетной величиной  $x_{i,j} \cdot \delta_{i,j}^*$ .

Можно посчитать величину невязки:

$$\Delta_{ij} = Pos_i - Pos_j = \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot (\delta_{i,j,k}^* - \delta_{i,j,k}) = x_{i,j,k} \cdot (1 - \delta_{i,j,k}^*) \quad (6)$$

(3\*) дает формульное выражение для величины невязки, которая возникает в пучке (i,j). Заметим, что величина невязки всегда неотрицательна.

Подобная невязка может возникнуть в каждом пучке (i,j).

Если провести взаиморасчет в соответствии с решением задачи (4)  $\{\delta_{ijk}\}$ , то на языке графов в каждой вершине i:  $Pos_i = 0$ . На языке содержательной постановки задачи это означает, что каждый участник погашает одинаковую дебиторскую и кредиторскую задолженность. Поскольку решение  $\{\delta_{ijk}\}$  не может быть реализовано напрямую, используется приближенное решение  $\{\delta_{ijk}^*\}$ . Для пучка (i,j) невязка этого решения

показывает, насколько больше утекло по этому пучку относительно оптимального решения  $\{\delta_{ijk}\}$ . На языке содержательной постановки задачи это означает, что участнику i придется затратить свои денежные средства для покрытия этой невязки. Заметим, что наличие невязки на каком-нибудь пучке (j,i) означает для участника i приток денежных средств на величину невязки.

Для покрытия невязки можно использовать денежные средства подкрепления. Причем для каждого участника невязка на исходящей дуге означает необходимость выделить денежные средства для покрытия невязки, а невязка на входящей дуге означает получение денежных средств от другого участника. Если денежных средств, зарезервированных каждым участником в качестве подкреплений, хватает на покрытие всех невязок этого участника, то полученный набор  $\{\delta_{ijk}\}$  может служить приближенным решением задачи (1). Таким образом, при достаточно больших подкреплениях  $Pos_i$  получен способ находить приближенное решение задачи (1).

**2.4. Грубая оценка необходимого размера подкрепления в вершине**

Рассмотрим, какие позиции могут получиться при применении вышеизложенных алгоритмов.

Ненулевые позиции возникают после решения задачи (4\*) в процессе приведения ее решения к дискретному. Они возникают из-за того, что разбиение происходит с невязкой. Вычислим сначала, какая суммарная невязка может быть в вершине. Эта невязка и будет являться позицией этого участника. Суммарная невязка в вершине k определяется так:

$$\Delta_k = \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \Delta_{k\alpha} - \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \Delta_{\alpha k}.$$

Пусть для каждой дуги известно, в каком диапазоне может находиться невязка, т.е. для дуги (i,j) нам заранее известна нижняя невязка  $\underline{\Delta}_{ij}$  и верхняя невязка  $\overline{\Delta}_{ij}$

такие, что реальная невязка будет находиться между ними:

$$\underline{\Delta}_{ij} \leq \Delta_{ij} \leq \overline{\Delta}_{ij}.$$

В общем случае граф Г полный. Поэтому в него входит N-1 дуг от других участников, и из него выходит такое же количество дуг.

Определим границы, в которых заведомо лежит невязка в вершине.

Нижняя граница:

$$\underline{\Delta}_k = \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \underline{\Delta}_{k\alpha} - \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \overline{\Delta}_{\alpha k}.$$

Верхняя граница:

$$\overline{\Delta}_k = \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \overline{\Delta}_{k\alpha} - \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} \underline{\Delta}_{\alpha k}.$$

Для невязки в вершине выполняется:

$$\underline{\Delta}_k \leq \Delta_k \leq \overline{\Delta}_k.$$

Если невязка  $\Delta_k$  в какой-либо вершине оказалась отрицательной, то это означает, что в результате взаиморасчета этот участник получит денежные средства от остальных участников в размере  $|\Delta_k|$ . Если невязка положительна, то это означает, что участник обязан

выставить денежное подкрепление на величину этой невязки. Значит, для гарантированной возможности выставить требуемое подкрепление, запас в вершине должен равняться  $\Delta_k$ :

$$Res_i = \Delta_i.$$

Оценим величину требуемого подкрепления.

Если все дуги в графе  $\Gamma$  имеют одну и ту же структуру, то для всех дуг действует одна и та же оценка верхней невязки:

$$\Delta_{ij} = const = \Delta_{\partial yeu}$$

и одна и та же оценка нижней невязки:

$$\Delta_{ij} = const = \Delta_{\partial yeu}.$$

В найденном непрерывном решении по каждой дуге протекает поток, ограниченный снизу нулем, а сверху – максимальной пропускной способностью данной дуги. Таким образом, в зависимости от непрерывного решения, каждая дуга может быть «пустой» – если по ней ничего не течет, «насыщенной» — если по ней течет ровно столько, какова ее пропускная способность, т.е. максимум. Если по дуге течет строго больше нуля, но строго меньше ее пропускной способности, то такая дуга является «ненасыщенной». Заметим, что если дуга «пустая», то на ней не гасится ни одно платежное поручение. Если дуга «насыщенная», то на ней гасятся все платежные поручения. В обоих случаях невязка на дуге не возникает. Таким образом, невязка на дуге может возникнуть, только если эта дуга «ненасыщенная».

В свете вышесказанного, невязка в вершине  $k$  лежит в пределах:

$$\Delta_k \leq \Delta_k \leq \Delta_k,$$

которые определяются так:

$$\Delta_k = OUT(k) \cdot \Delta_{\partial yeu} - IN(k) \cdot \Delta_{\partial yeu}$$

$$\Delta_k = OUT(k) \cdot \Delta_{\partial yeu} - IN(k) \cdot \Delta_{\partial yeu},$$

где

$OUT(k)$  – число ненасыщенных дуг, исходящих из вершины  $k$ ;

$IN(k)$  – число ненасыщенных дуг, входящих в вершину  $k$ .

Из выражения (6) можно определить минимальную и максимальную невязки:

$$\Delta_{\partial yeu} = 0,$$

$$\Delta_{\partial yeu} = x_{max},$$

где  $x_{max}$  – максимальная задолженность в графе.

Отсюда:

$$\Delta_k = -IN(k) \cdot x_{max}$$

и

$$\Delta_k = OUT(k) \cdot x_{max}.$$

Величины  $IN(k)$  и  $OUT(k)$  пока оценим как  $(N-1)$ , т.е. будем полагать, что все дуги, выходящие из вершины и входящие в вершину, могут быть ненасыщенными. Окончательная оценка для границ подкрепления в вершине не зависит от номера вершины и имеет вид:

$$\Delta_{\text{вершины}} = -(N-1) \cdot x_{max}$$

и

$$\Delta_{\text{вершины}} = Re s_i = (N-1) \cdot x_{max}.$$

Из этих формул видно, что уменьшение необходимого гарантированного подкрепления может идти двумя путями [17]: либо сужать границы невязки, получаемой при наборе портфеля исполняемых платежных поручений, либо пытаться более точно оценить число входящих и выходящих ненасыщенных дуг. Более эффективный алгоритм набора портфеля задолженностей и более эффективные оценки величин  $IN$  и  $OUT$  описаны в последующих параграфах.

## 2.5. Задача минимизации невязки на пучке

Выражение (6) из предыдущего параграфа определяет размер невязки на пучке  $(i,j)$ . От невязок входящих и исходящих дуг зависит невязка в вершине. От величины невязки в вершине зависит размер подкрепления, при котором модель параграфа 2.4 работоспособна. Однако, размер подкрепления задается до начала сеанса взаиморасчета, а размеры невязок (6) можно определить только после получения решения задачи (4), т.е. в процессе сеанса взаиморасчетов.

Таким образом, необходимо найти возможность получить оценку возможной величины невязки до решения задачи (4), т.е. оценку невязки на дуге вне зависимости от того, каков суммарный погашаемый объем задолженностей на этой дуге [15].

### Постановка задачи

Выражение (6), определяющее размер невязки на пучке, позволяет сделать первую, самую грубую оценку для размера получаемой невязки.

$$\Delta_{ij} \leq \max \{ x_{i,j,k} \}. \tag{7}$$

При этом алгоритм, позволяющий получить такую невязку, крайне примитивен – случайным образом выбирать задолженности до тех пор, пока их сумма не превысит требуемую величину. Величина невязки не превосходит размера задолженности, которую добавить в набор не удалось. Поскольку последней задолженностью в этом алгоритме может оказаться любая, то размер максимальной задолженности и определяет размер невязки. Можно ожидать, что при использовании более сложного алгоритма размер невязки уменьшится.

Ограничения на размер подкрепления будут тем слабее, чем меньшая невязка будет на каждой дуге. Задачу уменьшения невязки на дуге  $(i,j)$  можно сформулировать как:

Критерий:

$$\min \sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k} \tag{8}$$

при условии:

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} x_{i,j,k} \cdot \delta_{i,j,k} \geq V, V \in [0, x_{ij}];$$

$$\delta_{ijk} \in \{0, 1\}.$$

Задача (8) равнозначна хорошо известной задаче об укладке рюкзака. Задача об укладке рюкзака также относится к  $NP$ -полным задачам [12], поэтому имеет смысл искать не точное, а приближенное решение (8).

Существует множество алгоритмов нахождения приближенного решения задачи о рюкзаке [24,1,27,21], но

в них дается оценка невязки между найденным приближенным и точным решениями; нас же интересуют границы невязки между приближенным решением и величиной  $V$ . Кроме того, в данном конкретном приложении задача (8) должна решаться многократно при имеющихся временных ограничениях. Поэтому представляется крайне желательным иметь возможно более быстрый алгоритм, пусть даже в некоторый ущерб точности. Этим объясняется разработка нижеизложенного алгоритма, а не использование каких-либо известных результатов.

**Быстрый алгоритм набора портфеля погашаемых задолженностей**

В связи с жесткими ограничениями на общее время решения задачи (1) был разработан быстрый алгоритм нахождения приближенного решения задачи (8) [15]. Поскольку задача (8) решается независимо для каждого пучка  $(i, j)$ , индексы  $i$  и  $j$  в этом и следующем параграфах для простоты опущены. Поскольку задача (8) тесно связана с задачей о наборе рюкзака, перейдем на соответствующую терминологию и будем говорить о «портфеле исполняемых задолженностей» и о «включении» и «исключении» отдельных задолженностей из него.

Для иллюстрации идеи оценки границ невязки подробно рассмотрим следующий упрощенный алгоритм, использовавшийся для получения оценки (7) (алгоритм I):

1. Изначально портфель задолженностей пуст, т.е.  $\forall i: \delta_i = 0$ ,

**сумма погашаемых задолженностей равна нулю:**

$$S = \sum_{i=1}^n \delta_i x_i = 0,$$

поэтому невязка с  $V$  равна  $V$ .

2. Выбрать произвольно еще не включенную задолженность  $x_i$  (т.е.  $\delta_i=0$ ).

3. Если  $x_i > \Delta$ , то конец алгоритма.

4. Иначе ( $x_i \leq \Delta$ ), добавить  $x_i$  в портфель погашаемых задолженностей (т.е. положить  $\delta_i \leftarrow 1$ ); невязка при этом уменьшится:

$$\Delta \leftarrow \Delta - x_i.$$

5. Вернуться на шаг 2.

Этот алгоритм кладет задолженности в портфель до тех пор, пока это возможно. Как только очередная задолженность не входит в портфель, алгоритм заканчивает работу. Никакой «утряски» портфеля не происходит. Невязка в этом случае ограничена размерами задолженности, которую пытались последней поместить в портфель задолженностей и которая туда уже не поместилась. Поскольку любая задолженность может оказаться последней, то невязка гарантированно ограничена размером максимальной среди всех задолженности:  $\Delta \leq x_{max}$ .

Заметим, что при таком алгоритме максимальный размер задолженности всегда ограничен размером той задолженности, которую не удалось добавить. Можно ожидать, что при разумном порядке добавления задолженностей будет получен лучший результат.

Максимальный размер невязки зависит от того, какая задолженность оказалась «втиснутой» последней. Попробуем модифицировать алгоритм так, чтобы последними вкладывались маленькие задолженности.

Для этого разделим все задолженности на «маленькие» и «остальные». Основную часть величины  $V$  будем набирать любым способом из «остальных» задолженностей, остаток – подбирать из «маленьких».

Будем использовать следующий алгоритм набора портфеля погашаемых задолженностей (алгоритм II):

1. Отсортируем задолженности  $x_1, x_2, \dots, x_n$  по возрастанию размера. Теперь  $x_1$  – минимальное, а  $x_n$  – максимальное число.

**2. Определим  $k$  такое, что:**

$$\sum_{i=1}^{k-1} x_i < x_n \leq \sum_{i=1}^k x_i.$$

Задолженности  $x_1 \dots x_k$  – «маленькие». Зарезервируем их для использования в пунктах 4-8. Задолженности, не являющиеся «маленькими», назовем «остальными».

3. Любым способом наберем портфель с недобором из «остальных» задолженностей. Можно использовать алгоритм I. В результате мы получаем набранную сумму  $S$ .

4. Положим  $j=k$ .

5. Если  $S+x_j \leq V$ , то положить  $\delta_j=1$ ,  $S=S+x_j$ . Уменьшить  $j$  на единицу.

6. Иначе просто уменьшить  $j$  на единицу.

7. Если  $j>0$ , то перейти на пункт 5.

8. Иначе ( $j=0$ ) конец.

**Описание алгоритма**

Сначала (п.п. 1-2) задолженности делятся на «маленькие» и «остальные». Затем любым способом набирается портфель с недобором (п.3); единственное условие – «маленькие» задолженности не набираются – они зарезервированы для «утряски». Невязка, полученная на этом этапе, не превосходит размера максимальной задолженности (7). Заметим, что число «маленьких» платежных поручений выбирается именно таким, чтобы они в сумме могли покрыть эту максимально возникающую невязку.

Третьим этапом работы алгоритма (п.п. 4-8) является «утряска» портфеля – в него добавляются «маленькие» задолженности так, что общая невязка уменьшается.

Заметим, что алгоритм работает очень быстро и имеет сложность  $O(n)$ . Дополнительно имеются затраты на сортировку маленьких задолженностей, сложность сортировки составляет  $n \cdot \log(n)$ , где  $n$  – количество «маленьких» задолженностей,  $n \ll n$ .

**2.6. Оценка минимального размера подкреплений**

В предыдущем параграфе описан быстрый алгоритм набора портфеля погашаемых задолженностей. Алгоритм разрабатывался с учетом необходимости оценки невязки, которая может возникнуть при его работе [15].

**Оценка невязки алгоритма набора портфеля погашаемых задолженностей**

Алгоритм, описанный в параграфе 2.6, состоит из двух этапов – «набор» (п.п. 1-3) и «утряска» (п.п. 4-8).

На этапе «набора» возникает невязка не более чем в максимальную задолженность, на этапе «утряски» она уменьшается.

Далее в этом параграфе показано, что при соблюдении условий (9)



$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{k-1} x_i &\geq x_k, \\ \sum_{i=1}^{k-2} x_i &\geq x_{k-1}, \\ &\dots \\ x_1 + x_2 &\geq x_3, \\ x_1 &\geq x_2, \end{aligned} \tag{9}$$

невязка не превосходит размера минимальной задолженности:

$$\Delta \leq x_{min} = x_1.$$

Условия (9) довольно слабые. Тем не менее, если они нарушены, то можно определить числа:

$$\begin{aligned} d_k &= x_k - \sum_{i=1}^{k-1} x_i, \\ d_{k-1} &= x_{k-1} - \sum_{i=1}^{k-2} x_i, \\ &\dots \\ d_2 &= x_3 - (x_1 + x_2), \\ d_1 &= x_2 - x_1, \end{aligned}$$

среди которых найдется хотя бы одно положительное (в силу того, что условия (9) нарушены). Тогда максимальная невязка определяется так:

$$\Delta \leq \max\{x_1, d_1^+, d_2^+, \dots, d_k^+\}. \tag{10}$$

Величина  $d^+$  определяется так:

$$d^+ = \max\{0, d\}.$$

Покажем, откуда берутся эти оценки. После этапа «набора» мы имеем набранный портфель задолженностей с невязкой  $\Delta \leq x_{max}$  и зарезервированные «маленькие» платежные поручения, для которых выполняется:

$$x_{max} \leq \sum_{i=1}^k x_i.$$

**Частный случай:**

$$\Delta = \sum_{i=1}^k x_i.$$

В частном случае оба неравенства обращаются в равенства, и мы имеем:  $\Delta = \sum_{i=1}^k x_i$ . Тогда все «маленькие» платежные поручения добавляются в портфель, невязка при этом становится нулевой.

**Общий случай:**

$$\Delta < \sum_{i=1}^k x_i.$$

В общем случае мы имеем строгое неравенство  $\Delta < \sum_{i=1}^k x_i$ , которое означает, что все «маленькие» задолженности не могут одновременно быть добавлены в портфель. Значит, неравенство шага 5 не будет выполняться для какого-то  $j$ . Рассмотрим первый шаг, на котором оно не выполняется. В этот момент для невязки выполняется:  $\Delta < x_j$  (прямое следствие нарушения неравенства шага 5). Если выполняется соответствующее условие (9), т.е.  $\sum_{i=1}^{j-1} x_i \geq x_j$ , то, поменяв букву  $j$  на  $k$ , мы имеем первоначальную задачу «утряски», и алгоритм нормально продолжает работу. Если

условие (9) нарушено, то (в зависимости от  $\Delta$ ) может возникнуть ситуация, при которой  $\Delta > \sum_{i=1}^{j-1} x_i$ . Это неравенство означает, что все оставшиеся «маленькие» платежные поручения будут добавлены в портфель, конечная невязка при этом составит  $\Delta - \sum_{i=1}^{j-1} x_i$ . Если  $\Delta$  устремить к  $x_j$  снизу, то получаем, что возможная окончательная невязка не превосходит  $d_j$ :

$$\Delta \leq x_j - \sum_{i=1}^{j-1} x_i = d_j.$$

Повторив эти рассуждения для каждого шага, получаем оценку (10).

Из оценок (9) и (10) следует общий способ нахождения невязки:

при любом  $v \in [0, \sum x_i]$  алгоритм позволяет отобрать задолженности, дающие невязку не более чем  $\Delta(\bar{x})$ :

$$\Delta(\bar{x}) \leq \max\{x_1, d_1^+, d_2^+, \dots, d_k^+\}, \tag{11}$$

где

$$\begin{aligned} d_k &= x_k - \sum_{i=1}^{k-1} x_i; \\ d_{k-1} &= x_{k-1} - \sum_{i=1}^{k-2} x_i; \\ &\dots \\ d_2 &= x_3 - (x_1 + x_2); \\ d_1 &= x_2 - x_1, \end{aligned}$$

натуральное  $k$  находится следующим образом:

$$k \rightarrow \min;$$

$$\sum_{i=1}^k x_i \geq \max\{x_j\} = x_n.$$

Оценка (11) дает величину максимальной невязки, возникающей на отдельном пучке. Причем для каждого пучка оценка будет своя. Для упрощения расчетов можно выбрать максимальную невязку по всем пучкам и объявить ее универсальной оценкой невязки, подходящей к любому пучку графа.

**Вероятностный анализ распределения пучков с невязкой на графе**

Разбор частных случаев в параграфе 2.7.1 показывает, что невязка на пучке возникает не всегда [17]. Выделим три случая:

1. «Пустые» дуги – те дуги, на которых непрерывное решение задачи (4\*) равно нулю;
2. «Насыщенные» дуги – дуги, на которых непрерывное решение задачи (4\*) совпадает с максимальной пропускной способностью дуги;
3. «Ненасыщенные» дуги – дуги, на которых непрерывное решение задачи (4\*) больше нуля, но меньше максимальной пропускной способности дуги.

На «пустых» и «насыщенных» дугах, выходящих из вершины, невязка не возникает – в первом случае набирать нечего, во втором – в портфель попадают все задолженности этого пучка. Невязка может возникнуть только на «ненасыщенных» дугах. Первой самой грубой оценкой для числа входящих и выходящих дуг такого типа является величина  $N-1$ , где  $N$  – число участников. Эта оценка предполагает, что каждый участник соединен с каждым, и все дуги являются «ненасыщенными».

Покажем сначала, что подавляющее большинство дуг в графе взаимных задолженностей являются «пустыми» или «насыщенными», и лишь малое количество – «ненасыщенные». Задача (4\*) является задачей нахождения циркуляции минимальной стоимости. Неизвестными при этом являются потоки на каждой дуге. Они обозначаются как  $f_{ij}$ , где  $i$  – начало дуги, а  $j$  – конец. Ограничения, которым должны удовлетворять значения  $f_{ij}$ , следующие:

Ограничения на величину потока:  

$$0 \leq f_{ij} \leq C_{ij} \quad \forall i, j \in 1..N, i \neq j \tag{12}$$

в полном графе их  $N*(N-1)$ , в неполном – меньше.

Условие равенства нулю дивергенции в вершинах:

$$\text{div } k = \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} f_{\alpha k} - \sum_{\substack{\alpha=1..N \\ \alpha \neq k}} f_{k\alpha} \quad \forall k = 1..N \tag{13}$$

Их, по числу вершин,  $N$ .

Задача (4\*) является задачей линейного программирования. Как известно, решение задачи линейного программирования достигается на границе области определения. Если бы не ограничения (13), то для достижения максимума критерия все значения переменных  $f_{ij}$  следовало бы положить равным 0 или  $C_{ij}$ . Тогда все дуги были бы или «пустыми», или «насыщенными». Однако равенства системы (13) накладывают некоторые условия на значения  $f_{ij}$ . В системе (13) содержится тождество  $0=0$ , откуда следует, что эта система зависима, и ее ранг меньше  $N$ . В общем случае он равен  $N-1$ , в вырожденном случае - еще меньше. Будем считать, что у нас общий случай, и ранг системы равен  $N-1$ . Это значит, что из числа всех переменных  $f_{ij}$  можно выбрать  $N-1$ , относительно которых систему (13) можно решить. Переобозначим все  $f_{ij}$  следующим образом: первыми  $N-1$  поставим те переменные, относительно которых решается система (обозначим их за  $f_1, f_2, \dots, f_{n-1}$ ), далее поставим все остальные (обозначив их, соответственно  $f_n, \dots, f_m$ , где  $m$  – общее количество дуг). То, что система разрешима относительно  $f_1, f_2, \dots, f_{n-1}$ , означает, что эти переменные выразимы через остальные:

$$\begin{aligned} f_1 &= \Phi_1(f_n, \dots, f_m) \\ &\dots \\ f_{n-1} &= \Phi_{n-1}(f_n, \dots, f_m) \end{aligned} \tag{14}$$

Теперь понятно, что переменные  $f_n \dots f_m$  в оптимальном решении будут принимать значения на границе области определения, а соответствующие им дуги будут «насыщенными» или «пустыми». Переменные  $f_1 \dots f_{n-1}$  выражаются через остальные и не обязательно лежат на границе области определения. Соответствующие им дуги могут быть «ненасыщенными». Поскольку всего таких переменных  $N-1$ , то и «ненасыщенных» дуг может быть не более чем  $N-1$ .

Если считать граф полным, то он насчитывает  $N*(N-1)$  пучков дуг, где  $N$  – число вершин. Если рассматривать задачу (4\*) как задачу линейного программирования, можно показать, что невязка возникает не на всех пучках, а только на  $N-1$ , т.е. на относительно небольшом числе пучков. Поэтому можно выдвинуть предположение, что для каждого участника невязка будет возникать не на всех исходящих дугах, а только на некоторых.

Рассмотрим систему кредитных организаций в момент резервирования подкреплений, т.е. до начала сеанса взаимных расчетов. Зафиксируем какую-нибудь вершину

$i$ . Введем обозначения  $OUT_i$  для числа исходящих из этой вершины пучков с невязкой. До нахождения схемы взаиморасчета значение  $OUT_i$  неизвестно. Можно только утверждать, что  $OUT_i$  находится в пределах  $0 \dots N$ . Можно предположить, что  $N-1$  пучков с ненулевой невязкой случайным образом равномерно и независимо распределены между всеми  $N*(N-1)$  пучками, составляющими граф, тогда  $OUT_i$  является случайной величиной, имеющей биномиальное распределение с параметрами: число испытаний  $= (N-1)$  и вероятность успеха в отдельном испытании  $= (N^{-1})$ .

При  $N > 6$  число испытаний Бернулли достаточно велико, а вероятность успеха в отдельном испытании достаточно мала, чтобы прибегнуть к аппроксимации биномиального распределения распределением по

Пуассону с параметром распределения  $\lambda = \frac{N-1}{N}$ . Тогда:

$$P\{OUT_i = k\} = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$$

С увеличением числа  $N$  растет точность аппроксимации, а параметр  $\lambda$  стремится к 1.

Считая, что число выходящих пучков с невязкой распределено по Пуассону, можно приблизительно найти вероятности того, что число пучков с невязкой равно 0, 1, 2, ... и т.д. В табл. 2 приведены расчеты значений вероятностей (таблица рассчитывалась для типичного значения  $N=25..30$ ):

Таблица 2  
**ВЕРЯТНОСТИ ТОГО, ЧТО ЧИСЛО ПУЧКОВ С НЕВЯЗКОЙ РАВНО 0,1,2,...И.Т.Д**

$k$	$P\{OUT_i=k\}$
0	0.368
1	0.368
2	0.184
3	0.061
4	0.015
5 и более	0.003

Таким образом, с достоверностью 99.6% можно утверждать, что из вершины выходят не более 4 пучков с невязкой.

Невязка, возникающая на выходящих пучках, требует резервирования денежных средств. Однако можно заметить, что пучки с невязкой, входящие в эту вершину, приносят денежные средства. К сожалению, мы не можем заранее сказать, сколько их будет, и будут ли они вообще. Тем не менее, число входящих пучков с невязкой можно считать случайной величиной с теми же свойствами, что и число выходящих пучков с невязкой.

Введем дополнительно обозначение  $IN_i$  для числа входящих из вершины  $i$  пучков с невязкой. Считая  $OUT_i$  и  $IN_i$  случайными величинами, попробуем найти распределение величины  $TOTAL_i = OUT_i - IN_i$ , показывающей превышение числа выходящих пучков над числом входящих.

$$P\{TOTAL_i=k\} = P\{IN_i=0 \& OUT_i=k\} + P\{IN_i=1 \& OUT_i=k+1\} + \dots$$

Считая случайные величины  $IN_i$  и  $OUT_i$  слабо связанными, используем формулы для независимых случайных величин и получим:

$$P\{IN_i=m \& OUT_i=k+m\} = P\{IN_i=m\} * P\{OUT_i=m+k\}$$

Поэтому общая вероятность равна:

$$P\{TOTAL_i = k\} = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{e \cdot m!} \cdot \frac{1}{e \cdot (k+m)!}$$

Численно подсчитав, получаем значения для вероятностей  $P\{TOTAL_i=k\}$ , приведенные в табл. 3.

Таблица 3

**ЗНАЧЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ**

K	P{TOTAL=k}
<0	0.344
0	0.309
1	0.215
2	0.093
3	0.029
≥4	0.006

Из табл. 3 видно, что с достоверностью 99.3% можно утверждать, что превышение числа выходящих пучков с невязкой над числом входящих составляет не более 3. Таким образом, можно предполагать, что в вершине необходимо резервировать подкрепление, достаточное для покрытия невязок, возникающих на трех пучках. Этот вывод верен для достаточно больших графов:  $N > 25$ . Также предполагается равномерное распределение пучков с невязкой по графу и слабая связь числа входящих и выходящих пучков с невязкой для каждой вершины. Статистический анализ распределения пучков с невязками на готовых решениях позволяет сделать вывод о правомерности таких предположений.

**Получение оценки минимального размера подкреплений**

В параграфе 2.5 были получены следующая оценка максимального размера позиции участника:

$$\Delta_{\text{вершины}} = OUT * \Delta_{\text{дуги}} = (N - 1) \cdot x_{\text{max}}$$

В параграфе 2.7.1 найдена более точная оценка для невязки в пучке (11), а из табл. 3 параграфа 2.7.2 можно получить более точную оценку величины OUT.

Поэтому более точную оценку для максимальной невязки в вершине можно определить как:

$$\Delta_{\text{вершины}} = 3 * \Delta, \tag{15}$$

где

$$\Delta = \max_{i,j} \{ \Delta(\bar{x}_{i,j}) \}$$

Если потребовать, чтобы позиции участников превосходили невязку, указанную в (15), на основе параграфа 2.7 можно получить приближенное допустимое решение задачи (1).

**2.7. Вторая сетевая модель взаимных расчетов**

Вышеизложенные модели позволяют находить приближенное решение задачи (1) при условии выполнения (15), причем на этапе решения задачи (4) позиции всех участников строго равны 0, подкрепление используется только при переходе к дискретному решению. Размер использования денежных средств не превосходит  $\Delta_{\text{вершины}}$ , это означает, что если подкрепления участников превышали величину  $\Delta_{\text{вершины}}$ , часть подкреплений (а именно величины  $Res_i - \Delta_{\text{вершины}}$ ) окажутся неиспользованными, что приведет к уменьшению эффективности разработанной схемы взаиморасчета.

Для устранения этого недостатка используется следующая модель, в которой подкрепления участников используются более полным образом. Если какой-либо участник зарезервировал большое подкрепление, он вправе ожидать полного использования своего подкрепления для погашения максимально большого объема задолженностей. В этом случае суммарный поток в вершину и из вершины уже не равны друг другу, а задача перестает быть классической задачей о нахождении потока. Однако можно преобразовать граф и условия задачи так, что задача будет сведена к сетевой задаче типа (4). Преобразование выполняется следующим образом:

Критерий эффективности:

$$Eff \rightarrow \max \tag{16}$$

При ограничениях на размер позиции:

$$Pos_i = Res_i - \Delta_{\text{вершины}}$$

Управление осуществляется при помощи переменных

$$\delta_{ijk} \in [0, 1].$$

Для решения задачи (16) исходный граф  $G_0$  преобразуется в граф  $G_1$  по следующему закону:

1. Вершины графа  $G_1$  получаются из вершин графа  $G_0$  добавлением еще одной, обозначаемой как вершина 0. Подкрепление в вершине 0 устанавливается равным нулю. Также как  $G_0$ , граф  $G_1$  является ориентированным.

2. Граф  $G_1$  наследует все дуги графа  $G$ . Дополнительно вершина 0 соединяется с каждой из вершин  $1..N$  при помощи двух разнонаправленных дуг. Дуге  $(i,0)$  приписывается число  $+\infty$ , дуге  $(0,i)$  приписывается число  $Res_i - C$ .

На графе  $G_1$  ставится и решается задача (2), причем на дугах  $(i,0)$  и  $(0,i)$  ставится дополнительное условие  $\delta_{i0} * \delta_{0i} = 0$ . Применяемый для решения задачи (4) алгоритм поиска циркуляции минимальной стоимости [25] легко позволяет выполнить это дополнительное условие.

Дополнительная вершина и дуги, связанные с ней служат для вовлечения в процесс взаиморасчетов излишков денежного подкрепления  $Res_i - C$ .

Решение задачи (2) на графе  $G_1$  является решением задачи (16) на графе  $G_0$ . Найденное решение корректируется уже известным способом (см. пункты 2.4.3-2.4.4), чтобы получить решение задачи (1). Таким образом, получен более эффективный способ приближенно решать задачу (1).

**2.8. Процедура обработки особых случаев**

Для определения величины  $\Delta_{\text{вершины}}$  были построены оценки, отображенные в (15). Эти оценки являются вероятностными, т.е. выполняются не всегда, т.е. может возникнуть непредвиденная ситуация, когда подкрепления в вершине не будет хватать для покрытия всех невязок. Подобная ситуация очень редка (0.07% для отдельной вершины, 0.5% для графа с 30 вершинами). Тем не менее, она может возникнуть, и для ее обработки разработана процедура уменьшения невязки в вершине. В результате этой процедуры граф задачи меняется, невязка в этой вершине уменьшается, переходя в одну из других вершин.

## 2.9. Другие критерии эффективности взаимных расчетов

Критерий эффективности взаиморасчетов в задаче (1) выбирался так, чтобы он отражал необходимость погашения как можно большей части взаимной задолженности в целом. В этом случае все участники взаиморасчетов равнозначны. При решении задачи (4\*) при помощи алгоритма поиска циркуляции минимальной стоимости этот факт отражается тем, что каждой дуге приписывается одинаковый отрицательный коэффициент, определяющий стоимость использования этой дуги.

В отдельных ситуациях можно выделять отдельных участников с требованием максимизировать погашаемую задолженность именно по ним, что приводит к другим критериям эффективности и другим способам расстановки коэффициентов стоимости использования дуг.

В частности, можно определить коэффициент эффективности взаиморасчета как:

$EFF_2 = Eff^{abs}_{i_0}$  - в этом случае целью взаиморасчета является максимизация эффективности участника  $i_0$ .

В этом случае коэффициент стоимости для дуг, исходящих из этой вершины, следует приравнять  $-1$ , а для всех остальных дуг коэффициент использования следует приравнять к  $0$ .

В случае, когда участники взаиморасчетов выплачивают комиссионные за проведение сеансов взаиморасчетов, пропорциональные размеру их погашаемой задолженности, коэффициенты стоимостей для исходящих дуг следует назначать отрицательными пропорционально размеру комиссионных.

## 3. РАЗВИТИЕ РАСЧЕТНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИНЦИПАХ МНОГОСТОРОННЕГО КЛИРИНГА КАК ОДНО ИЗ СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕПЛАТЕЖЕЙ

На основе всех описанных в разделе 2 моделей была разработана единая процедура оптимального проведения взаимных расчетов в системе кредитных организаций [15,19].

### 3.1. Разработка процедуры оптимального проведения взаимных расчетов

Основные этапы процедуры следующие.

Входными данными служит набор взаимных задолженностей  $\{X_{ijk}\}$  и набор зарезервированных подкреплений  $Res$ .

1. Ставится задача в виде (1).

2. При помощи оценок (15) определяется величина необходимого минимального денежного подкрепления. Задача (1) решается только в случае достаточности денежного подкрепления у всех участников.

3. Задача (1) переводится в форму (16) и решается.

4. Полученное непрерывное решение преобразуется в дискретное при помощи алгоритмов пункта 2.7.

5. Производится проверка достаточности подкрепления во всех вершинах.

6. Если подкрепление во всех вершинах достаточное, то схема взаиморасчета построена.

7. Если существует вершина с недостаточным подкреплением, то проводится процедура уменьшения

невязки в этой вершине (параграф 2.9) и происходит переход к пункту 3.

### 3.2. Компьютерное моделирование

В предыдущем параграфе была построена законченная процедура определения оптимальной схемы взаиморасчета. Цель данного параграфа – определить параметры получившейся модели, в частности, какую долю взаимной задолженности можно реально погасить. В связи с малым объемом реальных данных пришлось прибегнуть к компьютерному моделированию данных. В результаты моделирования выбирались различные конфигурации графов и взаимных задолженностей; величины взаимных задолженностей выбирались случайным образом.

Всего было проведено около 200 расчетов, параметры расчетов варьировались в следующих направлениях.

#### *Изменение размера графа, т.е. числа его вершин*

Число вершин графа отображает количество участников взаимных расчетов. Число вершин менялось в пределах 10-1,000.

При увеличении числа участников схема взаиморасчета становится сложнее, расчеты занимают большее время. Однако можно было ожидать увеличения эффективности взаиморасчетов вследствие добавления новых взаимных связей.

#### *Изменение среднего числа дуг, выходящих из каждой вершины графа*

Число дуг, выходящих из вершины отражает степень связности графа, т.е. насколько плотно каждая из вершин связана с остальными. Более связный граф означает систему более тесно сотрудничающих участников. Связность графа менялась в пределах (5-500). Увеличение связности графа также ведет к увеличению времени расчетов и увеличению эффективности взаиморасчетов.

#### *Изменение закона распределения величины отдельных задолженностей в пучке задолженностей*

Были проведены расчеты для равномерного, нормального и экспоненциального законов распределения величин задолженностей в пучке. В каждом случае на основании (11) определялась максимальная невязка, могущая возникнуть в пучке. Результаты моделирования показали, что с очень большой вероятностью ( $P=99.9\%$ ) максимальный размер невязки можно определить как размер минимальной задолженности в пучке. Такой результат сильно упрощает практическое нахождение размеров невязки в пучке.

#### *Изменение размера пучков задолженностей*

Количество задолженностей в пучке менялось в широких (5-10,000) пределах. При числе задолженностей больше 20 не происходит какого-либо существенного изменения величины возникающей невязки.

#### *Изменение симметричности графа*

Как правило, генерировались случайные графы, причем число и размер выходящих из каждой вершины пучков являлись параметрами этой вершины. Для симметричного графа все вершины имели одинаковые парамет-

ры, т.е. граф отражал систему кредитных организаций, в которой все участники имеют одинаковый размер и одинаковую активность. Для несимметричного графа разные вершины имеют разные параметры, что ведет к моделированию системы, в которой участники различаются по размеру и активности. Моделирование показало, что эффективность разработанной схемы для симметричных графов чрезвычайно высока и составляет 95-98%. Данный результат не удивителен, поскольку, хотя каждый пучок в симметричном графе набирается случайно, в силу закона больших чисел общие размеры пучков будут очень слабо отличаться. Расчет на таком графе действительно покажет очень высокую эффективность.

Несимметричные графы гораздо лучше отражают имеющие место системы кредитных организаций. Расчет эффективности на подобных графах дает значение 10-25%, зависящее от параметров графа.

### Изменение алгоритма набора портфеля задолженностей

Варьировались алгоритмы набора портфеля погашаемых задолженностей. Использовались различные модификации алгоритма II из 2.7.1. В частности, задача набора портфеля погашаемых задолженностей многократно решалась с применением разных алгоритмов набора на одном и том же наборе данных.

Накопленная статистика позволяет сделать следующий вывод.

Считая  $\Delta$  функцией от  $V$ , получаем, что, если  $V$  распределена равномерно от 0 до  $\sum x_i$ , то  $\Delta$  также распределена равномерно от 0 до  $x_{min}$ .

Подобный вывод можно использовать двояко.

Во-первых, можно задаться доверительной вероятностью, например, в 90%, и найти границы, в которых с этой вероятностью лежит невязка. Так как она распределена равномерно, то для этой вероятности границы составляют  $[0, 0.9 \cdot x_{min}]$ . Это приводит к уменьшению необходимого подкрепления в вершине, но влечет за собой существенное уменьшение надежности системы взаиморасчетов, поскольку возрастает риск нехватки подкрепления в одной из вершин и необходимость в повторных итерациях.

Во-вторых, можно уменьшить размеры невязки, правда за счет замедления алгоритма. Хорошо известен следующий факт из теории вероятностей: если независимые случайные величины  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  распределены равномерно в интервале  $[0, 1]$ , то случайную величину  $\eta = \min\{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$  можно представить как  $\eta = \sqrt[n]{\xi_1}$ . Зафиксировав  $V$ , применим несколько раз алгоритм II, используя в нем на шаге 3 разные способы набора портфеля. Если произвести эту процедуру  $m$  раз, то получится  $m$  невязок  $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_m$ , которые можно рассматривать как  $m$  независимых реализаций одной и той же равномерно распределенной случайной величины. Выберем минимальную невязку и обозначим ее за  $\Delta_{min}$ . Эта величина распределена

как  $x_{min} \cdot \sqrt[m]{\xi}$ , где  $\xi$  — распределена равномерно на  $[0, 1]$ . Знание закона распределения  $x_{min}$  позволяет определить границы, в которых она лежит, с доверительной вероятностью. Для  $m=5$  и доверительной вероятности 90% эти границы составляют  $[0, 0.59 \cdot x_{min}]$ . Как видно, по сравнению с первоначальными, границы

сузились примерно на 50%. Конечно, при этом пришлось выполнить алгоритм II 5 раз.

### Временные характеристики расчетов

Поскольку на общее время решения задачи определения схемы взаиморасчета налагаются жесткие временные рамки, проводились эксперименты, направленные на определение скорости работы предлагаемой схемы. Основные временные затраты возникают на этапе нахождения циркуляции минимальной стоимости, и далее при многократном решении задачи о наборе рюкзака.

Время работы алгоритма поиска циркуляции минимальной стоимости на типичных графах, возникающих в задаче, растет примерно как куб числа дуг. Реализация алгоритма на быстром языке Watcom C позволило найти схему взаиморасчета за приемлемое время: на компьютере Pentium II-500/64Mb удается решить задачу размерности  $\sim 100$  вершин,  $\sim 100,000$  дуг за время около 5 минут.

Задача о наборе рюкзака может решаться при помощи различных алгоритмов, имеющих различную точность решения, зависящую от числа отдельных задолженностей. Задача об укладке рюкзака должна решаться для  $(N-1)$  дуг, где  $N$  — число участников, т.е. достаточно большое число раз. Для увеличения скорости решения задачи использовался быстрый алгоритм, имеющий сложность порядка  $n \cdot \ln(n)$ , где  $n$  — число задолженностей в пучке. Время обработки одного пучка в 10,000 дуг составляет около 3 сек.

### Анализ эффективности взаиморасчетов

Эффективность взаиморасчетов определим как отношение суммы всех погашаемых задолженностей к общей сумме всех задолженностей. Моделирование показало зависимость эффективности взаиморасчетов от размера зарезервированных подкреплений. Увеличение подкреплений ведет к увеличению эффективности взаиморасчетов, причем эта зависимость нелинейная.

Минимальный размер подкреплений, при которых система начинает работать, составляет  $C$ . При этом эффективность системы составляет порядка 10-25% в зависимости от параметров графа.

При уменьшении подкрепления ниже величины  $C$  резко возрастает время расчета, поскольку увеличивается вероятность повторных итераций (шаг 7 процедуры). Эффективность взаиморасчета также резко падает.

При увеличении подкреплений выше величины  $C$  происходит рост эффективности, причем скорость роста эффективности снижается при увеличении подкреплений.

При различном размере подкрепления погашается от 15% до 100% взаимной задолженности. Типичный график зависимости доли погашаемой задолженности от размера зарезервированных подкреплений представлен на рис. 1.

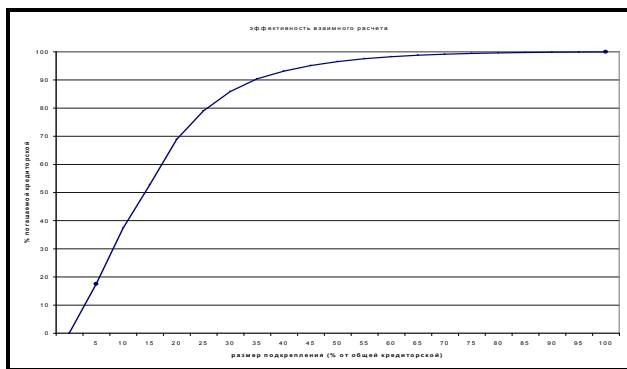


Рис. 1. Показатели эффективности взаиморасчетов

По оси **X** откладывается размер подкрепления каждого из участников. По оси **Y** отображается эффективность взаиморасчета, т.е. доля погашаемой взаимной задолженности. Левый маркер показывает минимальный размер подкреплений, с которыми способна работать предложенная модель. Правый маркер показывает размер подкреплений, с которыми работает обычный многосторонний клиринг. Построенная модель сохраняет работоспособность при любом подкреплении, заключенном между маркерами.

Этот график наглядно демонстрирует преимущества разработанной схемы проведения взаиморасчетов перед классическим многосторонним клирингом на чистой основе: взаиморасчеты могут проводиться при любом размере подкрепления, заключенном между левым и правым маркерами. Клиринг может проводиться только при размере подкреплений, определяемом правым маркером. При больших размерах подкрепления эффективность взаиморасчета возрастает до 100%, и он превращается в обычный клиринг.

**Расчеты на реальных данных**

В связи с малой распространенностью межбанковского клиринга в России невозможно получить реальный материал для расчетов эффективности предполагаемой схемы. Однако в [2] приводятся результаты работы систем погашения просроченной задолженности между предприятиями. Система расчетов между предприятиями строилась на тех же принципах, что и описываемая в данном исследовании система взаимных расчетов между кредитными организациями, поэтому можно ожидать, что результаты, полученные для этой системы расчетов между предприятиями, будут верны для предлагаемой схемы расчетов между кредитными организациями.

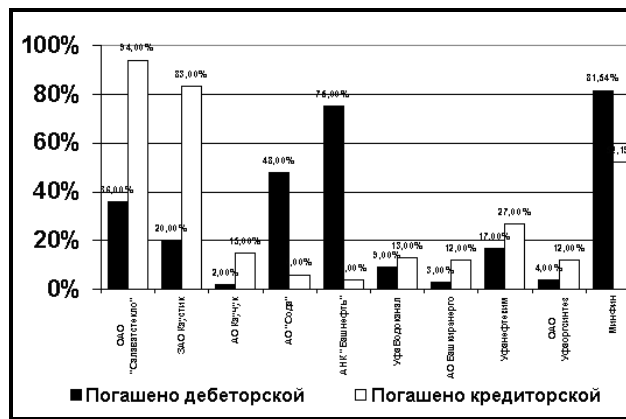


Рис. 2. Эффективность взаиморасчетов

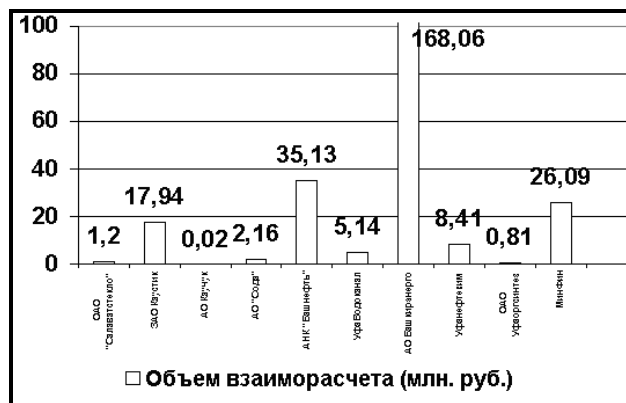


Рис. 3. Объем взаиморасчетов

На рис. 2 и 3 приводятся результаты сеанса списывания просроченной задолженности между предприятиями в Башкортостане.

Приводимые диаграммы показывают, что для участников взаиморасчетов списывалось от 5% до 90% просроченной задолженности. Учитывая, что предприятия списывали свою кредиторскую задолженность только за счет дебиторской, т.е. не затрачивая дополнительные денежные средства, результаты работы системы можно признать хорошими.

**3.3. Механизм хозяйственных и бюджетных взаимных расчетов**

На основе параграфа 3.1 становится возможным построение технологии взаимных расчетов, направленной на погашение просроченной задолженности бюджетной системы и недоимки хозяйствующих субъектов по налогам и другим обязательным платежам перед бюджетной системой. На этой же основе может осуществляться урегулирование иных видов просроченной дебиторско-кредиторской задолженности организаций и расшивка неплатежей в народном хозяйстве [7,3,4].

Предлагаемый механизм расчетов может быть организован либо через систему Банка России, либо через систему коммерческих банков. Для его реализации через систему Банка России потребуется внести в законодательство изменения, разрешающие открывать счета хозяйствующих субъектов в Банке России. Для реализации через систему коммерческих банков достаточно решения Правительства РФ. В указанном

решении должен быть определен уполномоченный банк, в котором откроют корсчета остальные банки. Таким банком может быть любой банк, выбранный Правительством РФ.

Внедрение указанной системы мер позволит в полном объеме исполнять бюджетные обязательства, даст мощный импульс для совершенствования рыночных отношений в Российской Федерации, позитивно повлияет на работу предприятий, выполняющих государственный заказ, предприятий военно-промышленного комплекса, предотвратит инфляционный процесс. При этом будет ограничено участие посредников, вызванное отсутствием в настоящий момент платежных средств, укреплен бюджетная и банковская система на федеральном, региональном и местном уровнях. Существенно упростится хозяйственное взаимодействие, контрольно-ревизионная работа, возрастут налоговые доходы бюджетной системы.

На первом этапе необходимо на основе взаимных расчетов осуществить урегулирование взаимной просроченной задолженности бюджетной системы и задолженности хозяйствующих субъектов по налогам и другим обязательным платежам в федеральный бюджет на ту же дату. Параллельно должно быть обеспечено построение аналогичного механизма на региональном и местном уровне. Объем урегулируемой задолженности может быть существенно увеличен в случае принятия решения на погашение всех видов просроченных обязательств федеральных, региональных и местных органов власти. Это особенно актуально в контексте решения важнейшей задачи бюджетной политики — сокращения внешнего и внутреннего долга государства.

На втором этапе предлагается активно ввести клиринговые операции в процесс хозяйственных и бюджетных операций. При этом финансирование поставок в счет государственных нужд должно осуществляться следующим образом.

1. Формируется информационная база о совокупных товарно-материальных потребностях бюджетополучателей.

2. Осуществляется размещение заказа бюджетополучателей в соответствии с законом о бюджете, на конкурсной основе (за исключением случаев, установленных законодательством). Базовые требования при принятии заявки к участию в процедуре размещения заказа должны удовлетворять следующим условиям:

- указание основных субпоставщиков (доля которых в себестоимости статистически значима);
- представление поставщиками смет расходов на выполнение заказа;
- описание системы последовательных расчетов от производства сырья, до выпуска конечной продукции.

3. Формируются контракты (договора) между государственным заказчиком и поставщиком, в которых предусматриваются обязательства по погашению налогов и других обязательных платежей в соответствующий бюджет, порядок и сроки расчетов за поставленные товары, работы, услуги.

4. Финансирование осуществляется по двум группам счетов:

- на клиринговый счет зачисляются средства, которые могут быть использованы для оплаты налогов и

других обязательных платежей в соответствующий бюджет. Минимальная доля клиринговых расчетов устанавливается в контракте;

- на расчетный счет зачисляются средства, расходующиеся поставщиком (субпоставщиком) соответствующего бюджета по своему усмотрению.

В случае недофинансирования по расчетному счету поставщик (субпоставщик) имеет право потребовать перечисления соответствующих средств на клиринговый счет.

Наличие клиринговых счетов станет стимулом для хозяйствующих субъектов к своевременной оплате налогов. Иными словами, Правительство реализует правило, в соответствии с которым если обязательства бюджетной системы выполняются в полном объеме и в денежной форме, то и налоги необходимо платить в полном объеме и в денежной форме. Клиринговый механизм ускоряет процесс расчетов и обеспечивает прозрачность финансовых потоков, а также позволяет существенно упростить текущее хозяйственное взаимодействие.

Суть предлагаемого механизма урегулирования задолженности состоит во внедрении механизма расчетов, который основывается на хозяйственном и бюджетном клиринге и дает возможность выявить, выразить в денежной форме и урегулировать все виды встречных финансовых требований. Это позволит создать альтернативу применению неденежных расчетных операций и повысить исполняемость бюджетов без потерь для хозяйствующих субъектов и бюджетной системы.

### **Организация расчетов между хозяйствующими субъектами**

1. Для организации расчетов коммерческим банкам предоставляется право открыть клиентам счета: «Взаимные расчеты по зачету требований участников расчетов (клиринга)» (далее — спецсчета). Одновременно в Банке России открывается единый клиринговый счет Федерального казначейства (далее — спецсчет казначейства) с последующим выделением соответствующих учетных позиций бюджетополучателей.

2. В расчетах применяется инкассовая форма, с предварительным акцептом платежного требования-поручения плательщиком. Для обеспечения расчетов организации, имеющие кредиторскую задолженность, через обслуживающие их банки выставляют к своим должникам платежные требования-поручения, которые после акцепта плательщиком заносятся в картотеку спецсчета плательщика в обслуживающем его банке.

3. Акцептованные платежные требования-поручения исполняются по мере выявления замкнутой расчетной цепочки, позволяющей полностью либо частично удовлетворить взаимные акцептованные платежные требования-поручения с соответствующим снижением дебиторско-кредиторской задолженности организаций.

4. Выявление замкнутых расчетных цепочек в рамках отдельного коммерческого банка осуществляется им самостоятельно при наличии на картотеках спецсчетов клиентов встречных акцептованных платежных требований-поручений.

5. Для обеспечения условий по расчетам между клиентами различных коммерческих банков все банки, оперирующие со спецсчетами, обязаны открыть корреспондентские спецсчета в банке, уполномоченном

Правительством Российской Федерации (далее — уполномоченном банке) и заключить соответствующие договоры. При этом банки вправе открывать взаимные корреспондентские спецсчета.

6. Выявление замкнутых расчетных цепочек между клиентами различных коммерческих банков осуществляется в уполномоченном банке на основе сведений о картотеках спецсчетов клиентов коммерческих банков (при условии согласия клиентов на обмен указанной информацией). В случае наличия взаимных корреспондентских спецсчетов между коммерческими банками выявление замкнутых расчетных цепочек может быть осуществлено на основе заключенных между ними договоров без участия уполномоченного банка.

7. После направления информации о картотеках клиентов в уполномоченный банк коммерческие банки теряют право на осуществление урегулирования без отрыва соответствующей информации из уполномоченного банка. Клиринговые расчеты в уполномоченном банке осуществляются 1 раз в две недели.

8. Исполнение платежных документов осуществляется после выявления замкнутых расчетных цепочек посредством осуществления операции банковского клиринга с нулевым подкреплением с соответствующим сокращением картотек участников расчетов. По завершении операции участникам расчета предоставляются выписки по спецсчетам.

#### **Участие федерального бюджета в клиринговых расчетах**

1. Платежные требования-поручения к юридическим лицам (в т.ч. бюджетополучателям) по выплате налогов и иных обязательных платежей в федеральный бюджет и внебюджетные фонды выставляются МНС России или ГНИ по субъекту Российской Федерации, ГТК России, Федеральной дорожной службой России, Федеральным фондом обязательного медицинского страхования, Государственным фондом занятости населения Российской Федерации, Пенсионным фондом Российской Федерации, Фондом социального страхования Российской Федерации (далее — органы, взимающие платежи в федеральный бюджет и внебюджетные фонды), акцептуются соответствующим плательщиком и выставляются на картотеку спецсчета в обслуживающем его банке.

2. Органы, взимающие платежи в федеральный бюджет и внебюджетные фонды, имеют право выставить платежное требование-поручение:

- а) на выплату налогов и иных обязательных платежей, реструктурированных в соответствии с постановлениями Правительства Российской Федерации от 5 марта 1997 г. № 254, от 14 апреля 1998 г. № 395, от 3 сентября 1999 г. № 1002;
- б) выплату штрафов и пеней, начисленных для внесения в федеральный бюджет и внебюджетные фонды;
- в) выплату иных налогов и обязательных платежей в федеральный бюджет и внебюджетные фонды, определяемых отдельными распоряжениями Правительства Российской Федерации.

Перечень юридических лиц, к которым органы, взимающие платежи в федеральный бюджет и внебюджетные фонды, не могут выставлять платежные требования-поручения, устанавливается Правительством Российской Федерации.

3. Предприятия (организации), фактически поставившие продукцию (выполнившие работы, оказавшие услуги) по заключенным договорам (контрактам) в рамках доведенных лимитов бюджетных расходов вправе выставить платежные требования-поручения, подтвержденные соответствующими бюджетополучателями, на оплату со спецсчета Федерального казначейства. При этом указанные платежные требования-поручения принимаются при условии, что предприятия (организации) берут на себя обязательства не предпринимать иных мер по истребованию сложившейся кредиторской задолженности в течение не менее чем двух недель и дают согласие на предоставление информации о выставленных платежных требованиях-поручениях в уполномоченный банк.

4. Органы Федерального казначейства анализируют правомерность выставленных платежных требований-поручений и предоставляет информацию о правомерных платежных требованиях-поручениях уполномоченному банку для анализа на предмет возможности урегулирования.

5. Уполномоченный банк на основе предоставленных платежных требований-поручений и переданной информации о картотеках коммерческих банков осуществляет поиск цепочек взаимно урегулируемых платежных документов и информирует о них Федеральное казначейство.

6. В случае выявления возможности построения цепочки последовательных расчетов Федеральное казначейство акцептует соответствующее платежное требование-поручение, после чего осуществляется исполнение платежных документов посредством осуществления операций банковского клиринга с нулевым подкреплением, с соответствующим сокращением картотек участников расчетов. По завершении операции участникам расчета предоставляются выписки по счетам. Расчеты осуществляются один раз в две недели.

7. В случае невозможности построения цепочки последовательных расчетов кредиторская задолженность по заключенным в рамках доведенных лимитов бюджетных расходов договорам (контрактам) урегулируется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

#### **Участие в клиринговых расчетах региональных и местных бюджетов и расщепление федеральных налогов**

1. Региональные и местные органы власти вправе принять правовые акты, регламентирующие порядок их участия в расчетах с использованием спецсчетов. В указанных правовых актах устанавливаются:

- а) условия выставления платежных требований-поручений по оплате налогов и других обязательных платежей в региональный и муниципальные бюджеты;
- б) порядок акцепта платежных требований-поручений на урегулирование задолженности за поставленную в рамках лимитов бюджетных расходов продукцию (работы и услуги).

2. Расщепление федеральных налогов осуществляется в целом по результатам поступления налогов на спецсчет. В случае возникновения дисбаланса законодательно установленные пропорции расщепления восстанавливаются в обычном порядке.



### 3.4. Преимущества, достигаемые при внедрении системы сетевого урегулирования задолженностей

На основе создания системы бюджетных и хозяйственных взаимных расчетов удастся перенести акцент бюджетной политики с сокращения расходов на увеличение доходов. Это позволит обеспечить жесткость не только при составлении бюджета, но и при его реализации. При этом будут достигнуты следующие результаты:

- повышение эффективности расходования бюджетных ресурсов и существенная экономия бюджетных средств (до 20%);
- повышение прозрачности финансовых операций и организации материальных потоков и обеспечение на этой основе эффективной борьбы с коррупцией;
- выполнение требований международных финансовых организаций о переходе на расчеты в денежной форме в бюджетной системе и между монополистами;
- безусловное погашение социальных обязательств бюджета (выплата зарплат и социальных пособий);
- сокращение недоимки по налогам и другим обязательным платежам;
- расширение межрегионального экономического взаимодействия и укрепление единства экономического пространства Российской Федерации;
- увеличение спроса на продукцию реального сектора экономики и соответствующий рост производства;
- смягчение бюджетного кризиса и создание условий для его ликвидации;
- расшивка до трети неплатежей между хозяйствующими субъектами;
- расчистка балансов предприятий, с выделением жизнеспособных и подлежащих реструктуризации;
- серьезное улучшение инвестиционного климата Российской Федерации.

### 3.5. Организационная схема взаиморасчетов

Участниками взаиморасчетов являются Межрегиональный Клиринговый Центр (МКЦ) и кредитные организации.

Кредитные организации-участники используют МКЦ для погашения своих задолженностей перед другими участниками. При исполнении задолженностей МКЦ разрабатывает схему взаиморасчета и реализует ее.

Взаиморасчеты проводятся сеансами. Сеансы проводятся с периодичностью раз в сутки. Сеанс проводится в следующей последовательности:

- накопление информации по платежным поручениям: банки-участники отправляют в МКЦ информацию о своей кредиторской задолженности (1 и 2 рейсы);
- определение размеров максимального подкрепления: банки-участники депонируют в МКЦ денежные средства и указывают, какую их часть они готовы использовать в качестве максимального подкрепления;
- нахождение схемы взаиморасчета (во время 3 рейса);

- реализация схемы и уведомление участников о проведенных платежных поручениях и фактической их позиции по результатам взаиморасчета (4 рейс). При взаиморасчетах МКЦ определяет, какие из предоставленных банками-участниками платежных поручений исполнять по схеме взаиморасчетов, а какие вернуть отправителям для исполнения каким-нибудь другим способом. Каждое платежное поручение или исполняется целиком, или не исполняется (т.е. взаиморасчеты не допускают частичное исполнение платежных поручений).

Схема информационных потоков представлена на рис. 4.

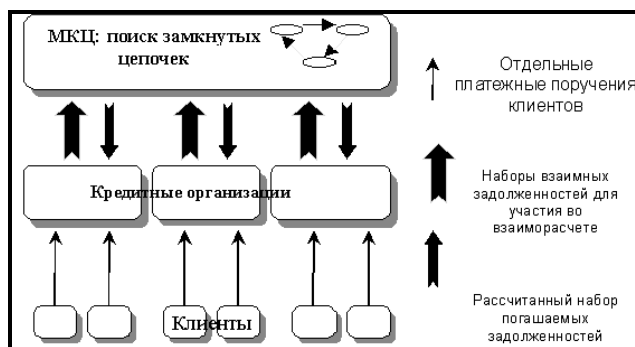


Рис. 4. Организационная схема взаиморасчетов

#### Последовательность действий при взаиморасчетах

До начала взаиморасчетов все банки-участники обязаны:

- открыть в МКЦ расчетные (или клиринговые) счета;
- депонировать на расчетных счетах минимальные денежные средства в качестве подкрепления

#### Порядок взаиморасчетов

Банки предоставляют в МКЦ платежные поручения, которые они хотели бы погасить по схеме взаиморасчетов.

Информация о предоставленных платежных поручениях в МКЦ на основе предоставленных платежных поручений рассчитывает замкнутые цепочки. Таким образом, каждый банк в результате взаиморасчета получит от своих партнеров такую же сумму, какую заплатит сам.

Из предоставленных платежных поручений МКЦ набирает сумму, рассчитанную в пункте 2. Поскольку МКЦ не может точно набрать дискретными платежными поручениями необходимую сумму, то для исполнения последнего платежного поручения, вошедшего в портфель взаиморасчета, используется подкрепление.

Отобранные платежные поручения исполняются, использованная часть подкрепления переводится на счет соответствующих участников. Платежные поручения, не вошедшие во взаиморасчет, отсылаются обратно банкам-отправителям и могут (по желанию банка-отправителя) участвовать в следующем взаиморасчете.

В банки направляются извещения о проведенном взаиморасчете с подробным отчетом об исполненных и неисполненных платежных поручениях и изменении размера подкрепления.

Общая продолжительность взаиморасчета: 1 сутки, фактическое время нахождения схемы взаиморасчета: до 1 часа.

Взаиморасчеты допускают ежедневный непрерывный режим работы.

### 3.6. Сравнительный анализ взаиморасчетов и известных методов проведения взаимных расчетов

Сравнительный анализ разработанной технологии взаиморасчетов и известных методов проведения взаимных расчетов дал следующие результаты, отображенные в табл. 3.

Основной недостаток взаиморасчетов состоит в том, что не гарантируется исполнение всех задолженностей, предложенных для участия во взаиморасчете. Это не является существенным недостатком по следующим причинам:

- взаиморасчеты являются дополнительным инструментом проведения расчетов, функционирующим наравне и параллельно с другими (классический клиринг, валовые расчеты) механизмами взаимных расчетов;
- как правило, задолженность может быть погашена в течение нескольких дней. В первые несколько дней может использоваться схема взаиморасчетов, в последние (когда гарантия исполнения задолженности становится важнее необходимости экономить денежные средства) – какой-нибудь другой механизм;
- при увеличении размера денежного подкрепления отдельного участника увеличивается доля его погашаемой кредиторской задолженности, т.е. увеличением размера подкрепления можно гарантировать исполнение срочных задолженностей.

Таблица 4  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА

Валовые расчеты	Классический клиринг	Взаимо-расчеты
<b>Достоинства</b>		
Простота организации	Уменьшенная потребность в оборотных средствах	Низкая потребность в оборотных средствах Отсутствие риска овердрафта
<b>Недостатки</b>		
Высокая потребность в оборотных средствах Необходимость постоянно поддерживать ликвидность расчетного счета	Риск овердрафта	Исполняются не все платежные поручения
<b>Проведение платежей</b>		
Непрерывно	Сеансами (ежедневно)	Сеансами (ежедневно)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты проведенного исследования следующие.

1. Проведен анализ достоинств и недостатков межбанковского клиринга как способа взаимных расчетов. Показано, что недостатком классического межбанковского клиринга, препятствующим его внедрению в России, является наличие риска овердрафта, а также кредитного и системного рисков.
2. Построены и исследованы экономико-математические модели взаимных расчетов в системе кредитных организаций.
3. Поставлена задача определения схемы взаимного расчета в условиях ограниченности оборотных средств

4. Разработан алгоритм нахождения схемы оптимального взаимного расчета и проведен анализ его достоинств и недостатков.
5. Доказано, что при проведении расчетов по разработанной схеме удастся свести к нулю риск овердрафта для каждого из участников, а также производные кредитный и системный риски.
6. Показано, что недостатком разработанной схемы является погашение не всех, а только части задолженностей, что ведет к уменьшенной скорости прохождения платежей по сравнению с обычным клирингом.
7. Выполнено компьютерное моделирование, которое доказало высокую надежность и достаточную эффективность предложенного алгоритма нахождения схемы взаимного расчета.
8. Разработана технология проведения оптимальных взаимных расчетов в системе кредитных организаций.
9. Показано, что предложенная технология может применяться как дополнительный инструмент расчетов наравне с обычным клирингом.

Приложение

### Алгоритм поиска циркуляции минимальной стоимости

#### Постановка задачи

Приведенный далее алгоритм поиска циркуляции минимальной стоимости взят из [25]. В алгоритме исправлены некоторые опечатки, присутствующие в книге.

Применяемые обозначения:

$N$  — множество вершин ориентированного графа;  
 $(x, y)$  — дуга, выходящая из вершины  $x$  и идущая в вершину  $y$ . Все дуги образуют множество  $A$ .

Будут применяться символические обозначения:

$(x, N)$  — все дуги, выходящие из  $x$ ;

$(N, x)$  — все дуги, входящие в  $x$ .

Для каждой дуги определены:

$L(x, y)$  — нижняя пропускная способность дуги  $(x, y)$ ;

$C(x, y)$  — верхняя пропускная способность дуги  $(x, y)$ ;

$a(x, y)$  — стоимость на дуге  $(x, y)$ .

Постановка задачи:

для каждой дуги **требуется найти:**

$F(x, y)$  — поток по дуге  $(x, y)$ ;

**при ограничениях:**

- условие циркуляции:

$$F(x, N) - F(N, x) = 0 \text{ при всех } x \in N, \quad (1a)$$

- условие допустимости потока:

$$L(x, y) \leq F(x, y) \leq C(x, y) \text{ при всех } (x, y) \in A \quad (1b)$$

**Критерий оптимальности:**

минимизировать линейную функцию стоимости:

$$\sum_A a(x, y) F(x, y) \rightarrow \min$$

Задача нахождения циркуляции минимальной стоимости является более общей, чем родственная ей задача о поиске максимального потока [25] по крайней мере в трех отношениях:

(а) как нижние границы, так и пропускные способности задаются для каждого дугового потока и рассматриваются непосредственно;

(б) коэффициент стоимости для любой дуги имеет произвольный знак;

(в) вычисления по этому методу могут начинаться с любой циркуляции, допустимой или нет, и с любого набора узловых чисел.

Если нужно построить допустимый поток из  $s$  в  $t$  заданной величины  $v$ , минимизирующий функцию стоимости, то достаточно добавить обратную дугу:

$$(t, s) \text{ с } L(t, s) = C(t, s) = v, a(t, s) = 0,$$

чтобы получить задачу в форме циркуляций. Если требуется построить максимальный допустимый поток из  $s$  в  $t$ , минимизирующий функцию стоимости, то можно взять  $L(t, s) = 0$ ,  $C(t, s)$  большим и  $a(t, s)$  отрицательным и большим по величине.

Допустимые циркуляции могут и не существовать. В этом случае алгоритм заканчивается выделением множества  $X$  узлов, для которого нарушаются условия следующей теоремы.

**Теорема.** Для того, чтобы ограничения (1а), (1б), где  $0 \leq L(x, y) \leq C(x, y)$ , были допустимы, необходимо и достаточно, чтобы для всех  $X \subseteq N$  выполнялось неравенство  $C(X, X^A) \geq L(X^A, X)$ .

Докажем эту теорему.

Пусть данная сеть есть  $[N; A]$ , и предположим, что  $L$  и  $C$  – нижняя и верхняя граничные функции, определенные на  $A$ , где  $0 \leq L \leq C$ . Допустимая циркуляция в сети  $[N; A]$  есть функция  $F$ , определенная на  $A$  и удовлетворяющая условиям (1а) и (1б).

Расширим сеть  $[N; A]$  до сети  $[N^*; A^*]$ , присоединив два узла  $s, t$  и множества дуг  $(s, N)$  и  $(N, t)$ . Функция пропускной способности определяется на  $A^*$  формулами:

$$C^*(x, y) = C(x, y) - L(x, y), (x, y) \in A;$$

$$C^*(s, x) = L(N, x), x \in N;$$

$$C^*(x, t) = L(x, N), x \in N.$$

Легко проверить, что допустимая циркуляция  $F$  в сети  $[N; A]$  порождает поток  $F^*$  из  $s$  в  $t$  в сети  $[N^*; A^*]$  по правилу:

$$F^*(x, y) = F(x, y) - L(x, y), (x, y) \in A;$$

$$F^*(s, x) = L(N, x), x \in N;$$

$$F^*(x, t) = L(x, N), x \in N.$$

Необходимое и достаточное условие существования потока из  $s$  в  $t$  величины  $L(N, N)$  состоит в том, чтобы пропускные способности всех разрезов были не меньше  $L(N, N)$ . Пусть  $(X^*, X^A)$  – разрез, отделяющий  $s$  и  $t$  в сети  $[N^*; A^*]$ . Определим множество  $X \subseteq N$  и его дополнение  $X^A$  в  $N$  следующим образом:

$$X = X^* \setminus s, X^A = X^A \setminus t.$$

Тогда

$$\begin{aligned} C^*(X^*, X^A) &= C^*(X \cup s, X^A \cup t) = \\ &= C^*(X, X^A) + C^*(s, X^A) + C^*(X, t) = \\ &= C(X, X^A) - L(X, X^A) + L(N, X^A) + L(X, N) = \\ &= C(X, X^A) + L(X^A, X^A) + L(X, N), \end{aligned}$$

и, следовательно,  $C^*(X^*, X^A) \geq L(N, N)$

в том и только том случае, если

$$C(X, X^A) \geq L(X^A, X).$$

Теорема доказана.

Для данных узловых чисел  $\pi$  положим

$$a^*(x, y) = a(x, y) + \pi(x) - \pi(y).$$

Тогда для данных узловых чисел и циркуляции  $F$  произвольная дуга  $(x, y)$  обязательно находится в одном из следующих состояний:

$$(\alpha) a^*(x, y) > 0, F(x, y) = L(x, y),$$

$$(\beta) a^*(x, y) = 0, L(x, y) \leq F(x, y) \leq C(x, y),$$

$$(\chi) a^*(x, y) < 0, F(x, y) = C(x, y),$$

$$(\alpha_1) a^*(x, y) > 0, F(x, y) < L(x, y),$$

$$(\beta_1) a^*(x, y) = 0, F(x, y) < L(x, y),$$

$$(\chi_1) a^*(x, y) < 0, F(x, y) < C(x, y),$$

$$(\alpha_2) a^*(x, y) > 0, F(x, y) > L(x, y),$$

$$(\beta_2) a^*(x, y) = 0, F(x, y) > C(x, y),$$

$$(\chi_2) a^*(x, y) < 0, F(x, y) > C(x, y).$$

Если дуга находится в одном из состояний  $\alpha, \beta$  и  $\chi$ , будем называть ее дугой без дефекта; в противном случае она – дуга с дефектом. Таким образом, поскольку условия оптимальности имеют вид:

$$a^*(x, y) < 0 \Rightarrow F(x, y) = C(x, y),$$

$$a^*(x, y) > 0 \Rightarrow F(x, y) = L(x, y).$$

В каком бы состоянии любая дуга  $(x, y)$  не находилась, поставим ей в соответствие некоторое неотрицательное число, называемое дефектом этой дуги в данном состоянии. Дуга без дефекта имеет дефект, равный нулю.

#### Алгоритм дефекта

Исходим из любой целочисленной циркуляции  $F$  и любого набора узловых чисел  $\pi$ . Затем выделяем какую-либо дефектную дугу  $(s, t)$  и обращаемся к соответствующему случаю.

( $\alpha_1$ ). Мы имеем  $a^*(x, y) > 0, F(x, y) < L(x, y)$ . Процесс расстановки пометок начинаем в  $t$ , пытаемся достичь  $s$ . Сначала присписываем  $t$  пометку  $[s^+, a(t) = L(s, t) - F(s, t)]$ . Правила расстановки пометок таковы: если узел  $x$  имеет пометку  $[z^+, a(x)]$ , а узел  $y$  не помечен и если  $(x, y)$  – дуга, для которой либо

$$(a) a^*(x, y) > 0, F(x, y) < L(x, y),$$

либо

$$(б) a^*(x, y) \leq 0, F(x, y) < C(x, y),$$

то узел  $y$  получает пометку

$$[x^+, a(y)], \tag{1a}$$

где

$$a(y) = \min [a(x), L(x, y) - F(x, y)] \text{ в случае (a),}$$

$$a(y) = \min [a(x), C(x, y) - F(x, y)] \text{ в случае (б);}$$

если узел  $x$  имеет пометку  $[z^+, a(x)]$ , а узел  $y$  не помечен и если  $(y, x)$  – дуга, для которой либо

$$(a) a^*(y, x) \geq 0, F(y, x) > L(y, x),$$

либо

$$(б) a^*(y, x) < 0, F(y, x) > C(y, x),$$

то узел  $y$  получает пометку

$$[x^-, a(y)], \tag{1a}$$

где

$$a(y) = \min [a(x), F(y, x) - L(y, x)] \text{ в случае (a),}$$

$$a(y) = \min [a(x), F(y, x) - C(y, x)] \text{ в случае (б).}$$

Если произойдет прорыв (т.е. если узел  $s$  получит пометку), так что будет найден некоторый путь из  $t$  в  $s$ , то изменим циркуляцию  $f$ , прибавив  $a(s)$  к потоку на прямых дугах, вычтя  $a(s)$  из потока на обратных дугах и, наконец, прибавив  $a(s)$  к  $F(s, t)$ . Если прорыв не

произойдет, обозначим через  $X$  и  $X^\wedge$  множества помеченных и непомеченных узлов и определим два множества дуг:

$$A_1 = \{(x, y) \mid x \in X, y \in X^\wedge, a^\wedge(x, y) > 0, F(x, y) \leq C(x, y)\}$$

$$A_2 = \{(y, x) \mid x \in X, y \in X^\wedge, a^\wedge(y, x) < 0, F(y, x) \geq C(y, x)\}$$

Затем положим

$$\delta_1 = \min_{A_1} [\hat{a}(x, y)];$$

$$\delta_2 = \min_{A_2} [\hat{a}(x, y)];$$

$$\delta = \min_{A_2} [\delta_1, \delta_2].$$

(Здесь  $\delta_i$  – положительное целое число или  $\infty$ , в зависимости от того, непусто  $A_i$  или пусто). Изменим узловые числа, прибавив  $\delta$  ко всем  $\pi(x)$  при  $x \in X^\wedge$ .

( $\beta_1$ ) или ( $\chi_1$ ). Имеем  $a^\wedge(s, t) = 0, F(s, t) < L(s, t)$  или  $a^\wedge(s, t) < 0, F(s, t) < C(s, t)$ . То же, что и в ( $\alpha_1$ ), с тем отличием, что теперь  $a(t) = F(s, t) - F(s, t)$ .

( $\alpha_2$ ) или ( $\beta_2$ ). Имеем  $a^\wedge(s, t) > 0, F(s, t) > L(s, t)$  или  $a^\wedge(s, t) = 0, F(s, t) > C(s, t)$ . Здесь процесс расстановки пометок начинается в узле  $s$ , и мы пытаемся достичь  $t$ . Узлу  $s$  приписываем пометку  $[t^-, a(s) = F(s, t) - L(s, t)]$ . Правила расстановки пометок снова (1в) и (1г). В случае прорыва изменяем циркуляцию, прибавляя к дуговым потокам вдоль пути из  $s$  в  $t$  и вычитая из них число  $a(t)$ , а затем вычитаем  $a(t)$  из  $F(s, t)$ . В случае непрорыва изменяем узловые числа, как выше.

( $\chi_2$ ). Имеем  $a^\wedge(s, t) < 0, F(s, t) > C(s, t)$ . То же, что и в ( $\alpha_2$ ) или ( $\beta_2$ ), с тем отличием, что теперь  $a(s) = F(s, t) - C(s, t)$ .

Процесс пометок будем повторять для дуги  $(s, t)$  до тех пор, пока она не станет дугой без дефекта, либо до тех пор, пока не произойдет непрорыв с  $\delta = \infty$ . Во втором случае останавливаемся. (Допустимой циркуляции не существует). В первом случае выделяем другую дефектную дугу и продолжаем.

Покажем, что алгоритм дефекта кончается и что все дуговые дефекты во время вычислений монотонно не возрастают.

Предположим, что  $(s, t)$  – дуга с дефектом в состоянии  $\alpha_1$ . Началом для расстановки пометок служит  $t$ , концом  $s$ . Для помечения узла  $s$  не может быть использована непосредственно дуга  $(s, t)$ , так как для нее ни условие (1г а), ни условие (1г б) не выполняются. Следовательно, если произойдет прорыв, получающийся в результате путь из  $t$  в  $s$  вместе с дугой  $(s, t)$  составит цикл. Тогда изменение потока, которое производится на дугах этого цикла, снова даст циркуляцию. Кроме того, правила расстановки пометок были выбраны таким образом, что дефекты дуг этого цикла не возрастут, а по крайней мере один из них, именно дефект дуги  $(s, t)$ , уменьшится на положительное число. Дефекты дуг, не принадлежащих этому циклу, не изменятся.

Аналогичные замечания относятся и к случаю, когда дуга  $(s, t)$  находится в любом другом дефектном состоянии.

### Литература

1. Бабат Л. Г. Приближенное вычисление линейной функции на вершинах единичного  $n$ -мерного куба. // В сб. «Иссле-

дования по дискретной оптимизации». М.: «Наука», 1976, с. 156-169.

- Букаев Г.И. Информационная технология уменьшения уровня неплатежей. // Вестник Международного института инвестиционных проектов «Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью», — М., 1997.
- Бурьян Д.С. Автоматизация формирования базы данных для сетевого урегулирования дебиторской и кредиторской задолженностей // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Бурьян Д.С. Построение системы автоматизированного ввода и контроля просроченной дебиторской и кредиторской задолженностей субъектов экономической деятельности // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Бурьян С.Б. Веремеенко С.А. Взаиморасчеты как средство урегулирования просроченной задолженности субъектов хозяйствования // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Бурьян С.Б. Приближенный алгоритм для развязки межбанковских неплатежей // Экономико-математические методы 2000. т. 36 Вып. 1
- Веремеенко С.А. Игудин Р.В. Концепция построения системы сетевого многостороннего урегулирования взаимной просроченной задолженности организаций // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Веремеенко С.А. Игудин Р.В. Пугачев С.В. Проблемы неплатежей и введение внутренней общероссийской валюты // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Заславский А.А., Лебедев С.С. Модифицированный метод пометок для задач булева программирования. // Экономика и мат. методы. 1998. Т. 34. Вып. 4. С.108-118.
- Карп Р.М. Сводимость комбинаторных задач. // Кибернетический сборник. Вып. 12, 1975, с.123-148.
- Ковалев М.М. Дискретная оптимизация (целочисленное программирование). Минск, 1977.
- Лебедева Л.А. Модели целочисленного программирования: Учеб.пособие. - Норильск, 1994. -32 с.: ил.
- Летова Т.А., Иванова Н.В. Задачи линейного и целочисленного программирования: Учеб.пособие — М.: Изд-во МАИ, 1996. -67 с.
- Локотцов Ю.И., Мальцев Ю.В., Редько Н.В., Тосунян Г.А., Шкаринова А.Э. Клиринг и межбанковские финансовые операции: основные понятия и финансовые инструменты. М.: «Дело», 1994.
- Лунев М.А. Технология взаиморасчетов между субъектами экономической деятельности // Производственная инфраструктура в стационарной и нестационарной экономике. Тезисы докладов и сообщений международной конференции. — М., ИСА РАН, 2000.
- Лунев М.А. Алгоритм набора портфеля платежных поручений в задаче межбанковского клиринга и оценка возникающей при этом невязки // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Лунев М.А. Вероятностный анализ распределения числа ненасыщенных дуг на графе взаимных задолженностей // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
- Лунев М.А. Об одной постановке задачи оптимального многостороннего межбанковского клиринга (взаиморасче-

- тов) // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
19. Лунев М.А. Синтез эффективной вычислительной процедуры решения задачи оптимального многостороннего межбанковского клиринга (взаиморасчетов) // Математические модели и методы в управлении инвестиционной деятельностью. Вестник Международного института инвестиционных проектов. — М., 1998.
20. Рудакова О.С. Банковские электронные услуги: Учебн. Пособие для вузов. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. — 261 с.
21. Сигал И.Х. Задача о рюкзаке: теория и вычислительные алгоритмы: Учеб. пособие по курсу "Дискретная математика" — М., 1999. -72 с
22. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования/Пер. с англ. С.А.Тарасова и др., под ред. Л. Г.Хачияна Т. 1. -1991. -368 с.
23. Уздемир А.П. Динамические целочисленные задачи оптимизации в экономике. М.: Физматлит, 1995.
24. Финкельштейн Ю.Ю. Приближенные методы и прикладные задачи дискретного программирования. М.: Наука, 1976.
25. Форд Л., Фалкерсон Д. Потоки в сетях. М.: Мир, 1966.
26. Шевченко В.Н. Качественные вопросы целочисленного программирования. М.: Наука, 1995.
27. Lawler E.L. Fast approximation algorithms for knapsack problems. // 18th Annual Symposium on Foundation of Computer Science, IEEE Computer Society, New York, 1977, p.206-213.

*Лунев Михаил Александрович*