

Опубликовано на нашем сайте: 26 декабря 2002г.

ЕРЕШКО Ф.И.  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
Электронный адрес: [ereshko@ccas.ru](mailto:ereshko@ccas.ru)

### Моделирование в финансовом инжиниринге долговых обязательств

Доклад на Общероссийской научно-практической конференции  
г. Москва 15 – 16 декабря 1999 г. "НОВЫЕ ВИДЫ ФИНАНСОВОГО  
БИЗНЕСА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ЦЕННЫХ БУМАГ И ФИНАНСИ-  
РОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ" (АССОЦИАЦИЯ УЧАСТНИКОВ ВЕКСЕЛЬ-  
НОГО РЫНКА, ФИНАНСОВАЯ АКАДЕМИЯ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РФ, АССОЦИ-  
АЦИЯ РОССИЙСКИХ БАНКОВ, РОССИЙСКИЙ СОЮЗ ПРОМЫШЛЕННИКОВ И  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНАЯ ФОНДОВАЯ АССОЦИАЦИЯ)

Глубокоуважаемые коллеги!

Я уверен, что большинство из вас прекрасно понимают, что везде и всегда математическое моделирование претерпевает три фазы: формулировка на естественном языке исходных посылок, зачастую носящих характер смутных пожеланий; разработка математических конструкций; анализ и использование результатов расчетов, производимых на основе вычислительных систем, сердцевиной которых являются строгие математические модели.

Поскольку я являюсь представителем мира физики, прикладной математики, теории игр и исследования операций, я хотел привести цитату из одной наиболее близкой нам книги К.Рэй «Рынок облигаций»:

*"Новые продукты, новые участники и новые кризисы постоянно трансформируют рынок — слишком часто эвристические правила становятся просто "правилами". Расчеты, проводимые трейдерами в процессе торговли, сродни военной медицине: они очень хороши в конкретных условиях, но отнюдь не универсальны. Прежде чем использовать результаты любого расчета, трейдер должен задаться вопросами: какие предпосылки неявно используются при данных вычислениях? не противоречат ли они предыдущим наблюдениям? будут ли они иметь силу в течение срока данной сделки? Трейдеры часто с помощью компьютерных программ определяют, является ли выпуск дорогим или дешевым, не понимая заложенных в программах предположений о динамике рынка. "Мусор на входе — мусор на выходе". Поэтому в данной книге тщательно анализируется процесс оценки облигаций. Такое исследование должно обогатить важными идеями даже опытных участников рынка.*

*Однажды я спросила опытного опционного трейдера, какой совет он может дать будущим трейдерам. "Я всегда советую им углублять свои познания в философии или физике" — таков был ответ, шутливый лишь отчасти. Он имел в виду, что выдающийся трейдер должен и видеть картину в целом, и концентрироваться на деталях."*

Если Рэй рекомендует практикам трейдерам двигаться в сторону философии и физики, то мое выступление относится к обратному движению. Согласно устоявшимся

американским представлениям (см. Дж. Маршалл, В. Бансал) мы, прикладные математики, наряду с бухгалтерами, юристами, экономистами, системными программистами, входим в команду финансовых инженеров.

К моменту занятий финансовым проектированием наш коллектив имел богатый опыт автоматизации проектирования в некоторых отраслях народного хозяйства. Мои коллеги из ВЦРАН располагали аналогичным опытом автоматизации проектирования боевых самолетов, транспортных средств, обустройства нефтегазовых месторождений и т.д.

Мы в целом, как команда академика Моисеева Н.Н., придерживались близких методических позиций:

- во главе проекта находится постановщик содержательных задач (Главный инженер проекта, Главный конструктор, Главный экономист и т.д.);

- наша задача – осмыслить постановки задач, добиться достаточно адекватной формализации, сформулировать требования к информации, создать программный комплекс, разработать сценарии его использования.

Фактически – это реализация системного подхода к проектированию, и наши тесные контакты с ПАСА в рамках различных проектов показали, что западные коллеги придерживаются тех же взглядов.

Когда мы занялись проблемами моделирования финансовых рынков, мы обнаружили большую схожесть в протекании финансовых процессов и процессов, изучавшихся нами ранее. И в то же время в финансовой сфере имеется много специфических явлений, для понимания которых необходимо освоение большого количества новых понятий, идей и инструментов.

Поэтому наши первые шаги были направлены на обучение. Ранее мы всегда процесс обучения совмещали с практической работой, однако, в данном случае по ряду объективных причин мы использовали другую схему.

Заключив контракты с проф. Р. Холтом из Вирджинского Университета США, мы выпустили на рынок три компьютерных учебника (Полный цикл финансового учета, Основы финансового менеджмента, Планирование инвестиций), распространив более 20 тысяч экземпляров книг.

Далее наша группа продвинула на рынок книгу Дж.Маршалла и В.Бансала «Финансовая инженерия», и участвовала в издании книги К.Рэй «Рынок облигаций».

Параллельно этому процессу группа наших сотрудников под руководством И.С.Меньшикова и О.Р.Меньшиковой, стартовав из ВЦ, создала проект FAST в АНХ – чрезвычайно насыщенную математическими моделями финансового рынка программу обучения финансистов-трейдеров, и этот проект – яркий пример использования математических моделей на финансовом рынке России.

Полученные знания позволили нам в 1995 – 1997 г. реализовать совместно с одним из инвесторов проект организации управления портфелем государственных долговых обязательств на базе специальной математической модели.

## **ПРИМЕР 1**

### **Проект организации управления портфелем государственных краткосрочных облигаций**

Мы рассмотрели рынок ГКО с двух позиций – макроэкономического анализа и поведения участника на вторичном рынке.

В процессе макроэкономического анализа финансовых потоков были установлены необходимые условия нахождения «финансовой пирамиды» в квазиравновесном состоянии, выраженные в соотношениях между рядом макроэкономических показателей – уровнем инфляции, процентной ставкой, темпом роста производства, объемом наличной денежной массы, задолженностью банковской системы Центробанку и т.д.

Я останавливаться на этом не буду.

Далее следует описание разработанных нами **алгоритма** и **модели** для задачи управления портфелем инвестора на рынке государственных долговых обязательств.

**Алгоритм** использует прогноз изменения цен бумаг одних выпусков относительно других в некоторый, последующий моменту принятия решения период времени. Данный прогноз строится на основе информации об изменении цен облигаций в период, предшествующий принятию решения. Алгоритм носит, во многом, эвристический характер, и так же следует относиться к соображениям, составляющим его обоснование. Поскольку речь идет о прикладной разработке, то и судить о ней следует, прежде всего, по практическим результатам.

### Модель

Для произвольной сессии  $t$  через  $S_{i,t}^-$  обозначим стоимость (по цене  $c_{i,t}$ ) бумаг вида  $i$ , находящихся в портфеле до операций купли-продажи, а через  $S_{i,t}^+$  стоимость бумаг этого вида в портфеле, после указанных операций. Через  $S_t^-$  и  $S_t^+$  обозначим стоимость портфеля ГКО до управления в день  $t$  и после управления, соответственно.

$$S_t^- = \sum_{i=1}^n S_{i,t}^-, \quad S_t^+ = \sum_{i=1}^n S_{i,t}^+$$

Тогда динамика стоимости портфеля ГКО в течение сессии

описывается следующими соотношениями:

$$S_t^+ = S_t^- - \sum_{i=1}^N k_i * |S_{i,t}^+ - S_{i,t}^-|,$$

$$S_{i,t}^- \geq 0, \quad S_{i,t}^+ \geq 0, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Здесь, через  $k_i$  обозначен коэффициент издержек при операциях с облигациями;  $k_0 = 0$ , а для всех  $i > 0$  будем полагать  $k_i$  постоянным и равным некоторому  $k$ ;

Пусть

$$V_{i,t}^- = \frac{S_{i,t}^-}{S_t^-}, \quad V_{i,t}^+ = \frac{S_{i,t}^+}{S_t^+}, \quad i = 0, 1, \dots, N,$$

$$V_i^- = (V_{0,t}^-, \dots, V_{N,t}^-), \quad V_i^+ = (V_{0,t}^+, \dots, V_{N,t}^+).$$

Вектора  $V_i^-$  и  $V_i^+$ , задающие структуру портфеля ГКО в день  $t$ , будем в дальнейшем называть просто структурами в день  $t$ ; это структуры до и после реформирования портфеля, соответственно.

Назовем трансформацией капитала за некоторый период управления  $R$  величину

$$G_R = \frac{S^1}{S^0}, \quad \text{где } S^0 \text{ - размер капитала в начале периода } R, \text{ а } S^1 \text{ - в его конце. Очевидно, что,}$$

если  $t_1, t_2, t_3$  – некоторые последовательные моменты времени,  $G_{[t_1, t_3]} = G_{[t_1, t_2]} * G_{[t_2, t_3]}$

Через  $G_{t,t'}$  обозначим трансформацию капитала за период управления, начинающийся в день  $t$  перед переходом от структуры  $V_t^-$  к структуре  $V_t^+$  и заканчивающийся в день  $t'$  перед переходом от структуры  $V_t^-$  к структуре  $V_t^+$ .

В дальнейшем, управление в день  $t$  в рассматриваемой модели отождествим с выбором структуры  $V_t^+ : u_t = V_t^+ \in \Theta_t = \Psi_d$ .

Целью управления будет максимизация за период  $[1, T]$  дохода от вложенного в ГКО в первый день управления капитала или, что то же самое, максимизация

трансформации  $G_{1,T}$ .

Изменение цен на облигации от сессии к сессии будем описывать в виде марковского процесса с дискретным временем и глубиной  $p$ , т.е. вектор цен в день  $t$  - это случайный вектор  $C_t$  с распределением

$$F(C_t) = F_t(c_t | c_{t-1}, c_{t-2}, \dots, c_{t-p}), \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Управления в день  $t$  будем искать в виде функций от "истории".

Ставится задача максимизировать математическое ожидание трансформации  $G_{1,T}$  в классе стратегий  $\Gamma$ .

При анализе данной модели нами было формально строго установлено, что в процессе управления достаточно использовать только простые стратегии, т.е. портфелем состоящим из одной облигации.

Эвристические же соображения привели нас к локально-оптимальному управлению, т.е. к замене решения исходной многошаговой задачи на решение серии одношаговых задач в стохастической постановке, а именно, на каждом шаге процесса управления решаются задачи на максимум математического ожидания трансформации капитала до ближайшей сессии.

### **Конкретизация модели вероятностного процесса и алгоритма управления**

Как сказано выше, из-за трудностей вычислительного характера в практическом управлении мы будем вместо оптимальной стратегии  $U^*$  использовать локально-оптимальную стратегию  $U^1$ . Однако, не меньшую проблему, чем эффективное решение исходной задачи, составляет выбор вероятностной модели изменения цен облигаций. Дело в том, что до сих пор мы имели дело не со стабильным, регулярным рынком, в котором явно выражены черты стационарного вероятностного процесса, а с рынком, как явлением становящимся, стремительно меняющимся. И такой рынок, в силу своей природы, несет в себе автоколебательную и вероятностную составляющую, но они, в значительной мере, подавлены воздействием на рынок непрерывного потока уникальных событий социально-экономической жизни, присущих переходному этапу развития.

В отношении ГКО эту ситуацию можно выразить, представив каждую из случайных величин  $C_{i,t}$  в виде суммы двух величин,  $B_{i,t}$  и  $H_{i,t}$ , где  $B_{i,t}$  - случайная величина с относительно малой дисперсией, выражающая эндогенные вероятностные свойства процесса движения цен, а  $H_{i,t}$  - случайная величина, моделирующая внешние, по большей части, слабо предсказуемые, воздействия на рынок, и имеющая большую дисперсию. (Большая дисперсия в прогнозе цен обусловлена также тем недостатком рассматриваемой модели, что в ней мы прогнозируем цены, основываясь только на предыстории их изменения, т.е. заведомо не учитывая, известные во время прогнозирования, значимые внешние факторы.)

Рассмотрим график, построенный для произвольного фиксированного момента времени, на котором точки (назовем их позициями) соответствуют облигациям, координата  $x$  - числу дней до погашения облигации, а координата  $y$  некоторой функции от текущей цены облигации и срока до ее погашения (например, простой доходности к

погашению, эффективной доходности к погашению или, как на Графике 1, просто цене облигации). В основе выбора модели движения цен ГКО лежит представление, что во взаимоположении облигаций на таком графике (в каждый момент времени) присутствует определенная закономерность. В торгах ГКО принимают участие сотни, если не тысячи, инвесторов. Каждый из них приходит на рынок со своими интересами и способами определения ценности облигаций. Одни ориентируются в рынке по обычным доходностям к погашению облигаций, другие по эффективным, третьи следят за изменением цен в течение некоторого периода времени и т.п., но все их разные мнения посредством механизмов спроса и предложения интегрируются в некоторое общее мнение рынка о том, каковы должны быть цены на облигации в данный момент времени. Разумеется, это мнение рынка не выражается в явной, материальной форме, но мы считаем, что в первом приближении оно может моделироваться посредством достаточно простой гладкой кривой из какого-то параметрического класса, а положение этой кривой относительно текущих позиций облигаций, может быть определено по методу наименьших квадратов (см.рис.2). Будем полагать (и это подтверждается практикой), что такая кривая является некоторым состоянием притяжения для позиций облигаций. Положение теоретической кривой изменяется во времени и вместе с кривой, в ее близкой окрестности, мигрируют позиции облигации. Параметры кривой в фиксированный момент времени зависят от общего состояния экономики и соответствуют в нашей модели случайным величинам  $H$ ; отклонение позиций облигаций от теоретической кривой в большой мере носит характер внутренних рыночных флуктуаций и соответствует величинам  $B$ .

Процедура принятия решения в рамках рассматриваемого метода состоит из следующих этапов.

а) Строятся теоретические кривые (рассчитываются их параметры) для текущего состояния рынка по ценам текущих сделок и для  $p-1$ -ой предыдущей торговой сессии по ценам закрытия.

б) Для каждой облигации  $i$  для момента принятия решения вычисляется отклонение (по оси ординат)  $B_i^0$  позиции облигации от теоретической кривой.

в) По построенным  $p$  теоретическим кривым (п. а) формируется прогноз теоретической кривой на следующую торговую сессию. При этом, параметры теоретической кривой рассматриваются как случайные величины, образующие марковский процесс глубиной  $p$ . Параметры данного марковского процесса настраиваются по статистическому материалу о функционировании рынка ГКО за предшествующий принятию решения период времени. Под прогнозом понимается математическое ожидание значений параметров кривой.

г) Для каждой облигации  $i$  вычисляются координаты  $T_i$  и  $H_i$  ее возможного положения на прогнозной теоретической кривой через промежуток времени  $\tau$ . (В модели интервал  $\tau$  – настраиваемый параметр.) Вид теоретической кривой обеспечивает высокую коррелированность значений  $H_i$  для разных облигаций.

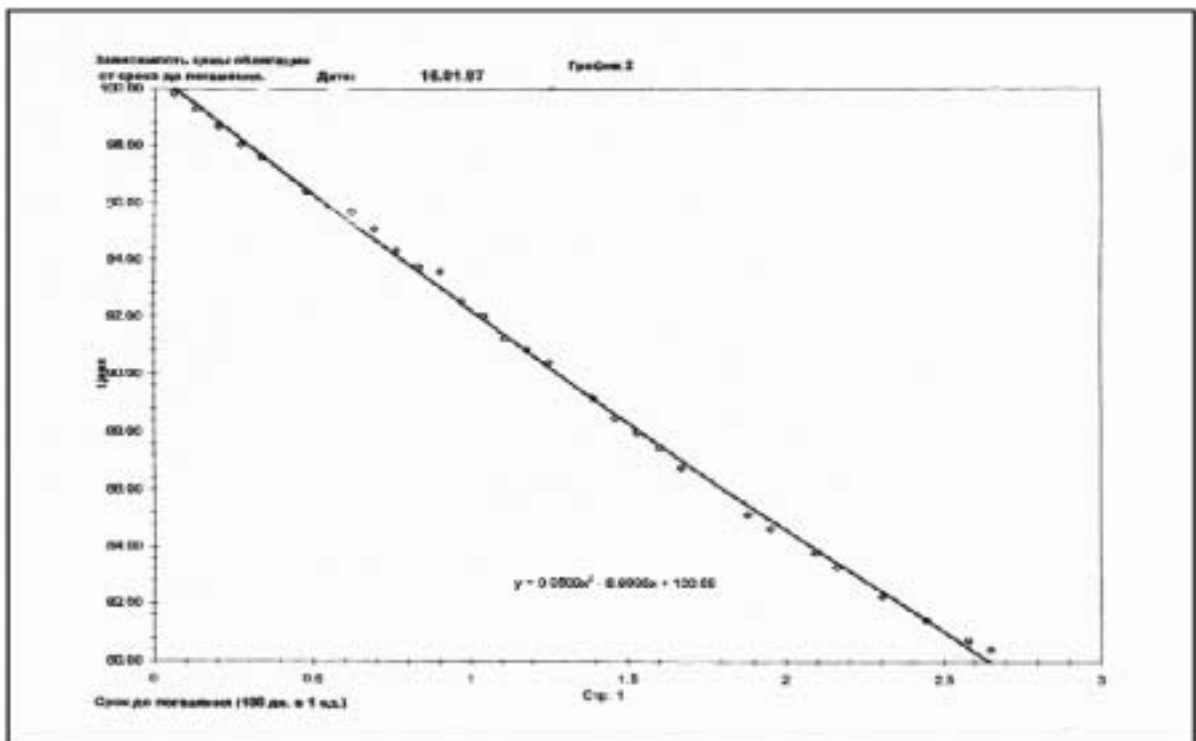
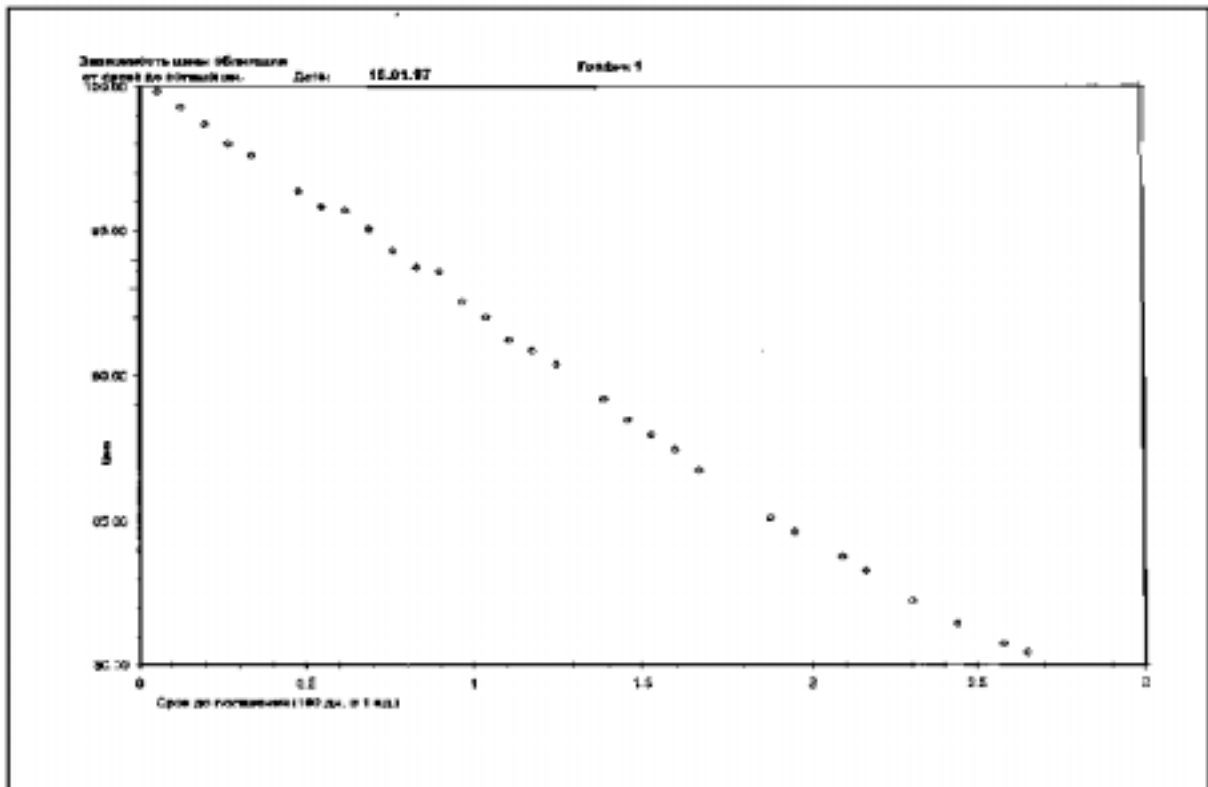
д) Для каждой облигации  $i$  вычисляется ее прогнозное отклонение  $B_i$  от теоретической кривой на следующей сессии. Прогноз строится по значению  $B_i^0$  на основании линейной регрессионной модели. Параметры регрессионной модели получены посредством обработки имеющейся статистики.

е) Координаты  $T_i$  и  $H_i - B_i$  определяют прогноз позиции облигации  $i$ . Для каждого  $i$  по этим координатам вычисляется прогнозная цена облигации  $i$  и ее прогнозная доходность от текущего момента до окончания следующей торговой сессии.

ж) Выбирается облигация с наибольшей оценкой (прогнозной доходностью) и если оценка этой облигации превосходит оценку уже имеющейся в портфеле облигации больше чем на некоторую пороговую величину (настраиваемый параметр), то принимается решение о совершении операции купли-продажи.

На основе вышеизложенного был реализован программный комплекс, и трейдер, используя NoteBook и экран сделок, на который в режиме Online подавалась информация о течении торговой сессии, проводил расчеты по изменению структуры портфеля.

**Как показал опыт проведения сделок в 1996 – 97 г.г., эффективность данного управления, приведенная к периоду месяц, на 2/3 выше оценки средней эффективности рынка.**



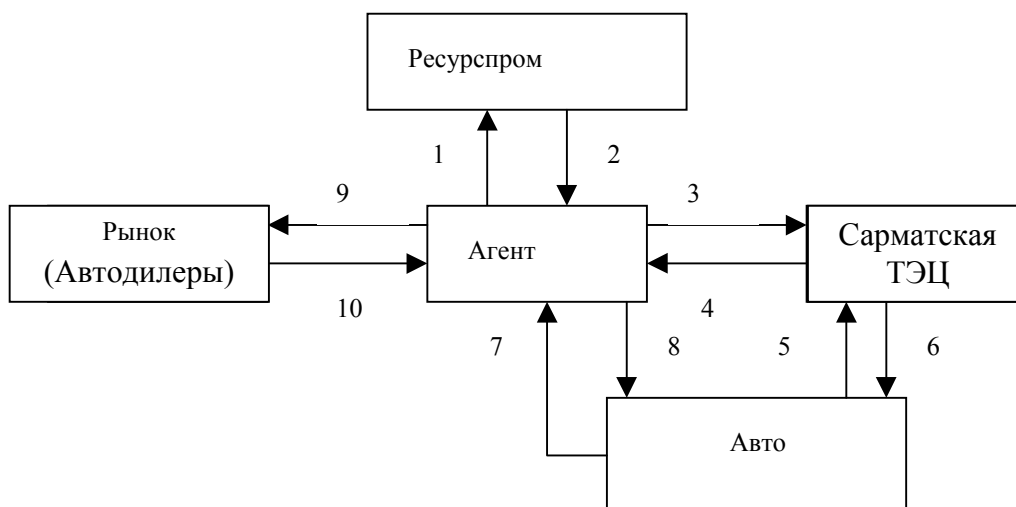
## ПРИМЕР 2

Моделирование зачетных цепочек с использованием векселей – вексельных соглашений.

**ЗАРАНЕЕ ОТМЕЧАЮ, ЧТО В ПОСЛЕДУЮЩЕМ ИЗЛОЖЕНИИ СОВПАДЕНИЕ НАЗВАНИЙ ФИРМ С РЕАЛЬНЫМИ НАЗВАНИЯМИ ЯВЛЯЕТСЯ ЧИСТО СЛУЧАЙНЫМ.**

В одной из фирм, активно занимающейся зачетными схемами, я познакомился с рядом вексельных соглашений.

Схема погашения задолженности за ресурс Сарматской ТЭЦ



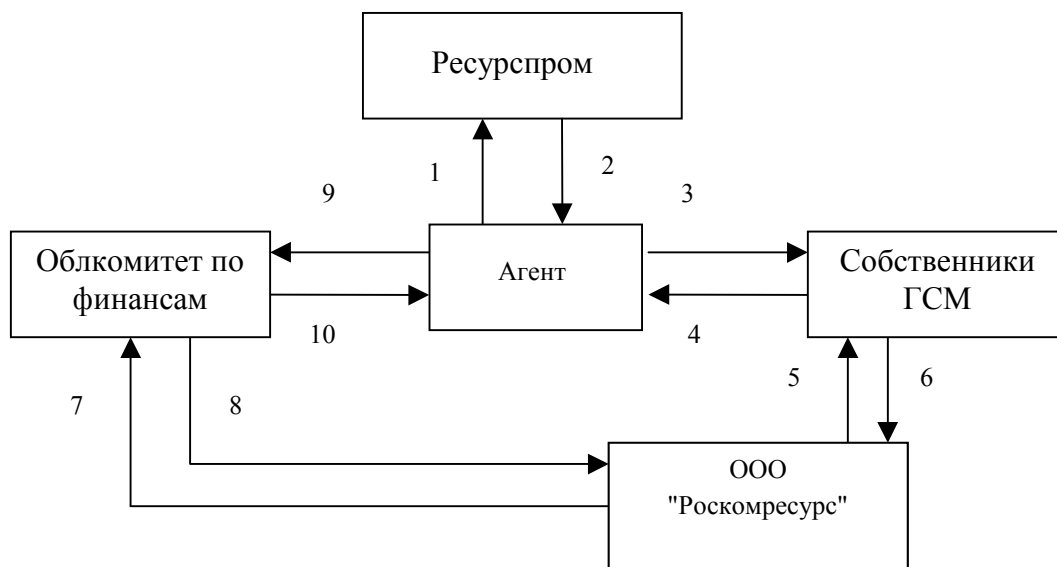
Обозначения:

2. Переуступка прав требования за ресурс.
3. Уменьшение задолженности за ресурс.
4. Передача векселей АВТО.
6. Уменьшение задолженности за электроэнергию.
5. Передача векселей АВТО.
8. Предъявление векселей АВТО.
7. Получение фондов на автомашины.
10. Продажа автомашин либо фондов на них.
9. Получение денежных средств за проданные автомашины либо фонды.
1. Передача денежных средств за ресурс, поставленный Сарматской ТЭЦ.

Примечание: Данная схема документарно оформляется в соответствии с принятыми в Ресурспроме требованиями (вексельным соглашением).



### Схема погашения задолженности за ресурс Собственникам горючесмазочных материалов



#### Обозначения:

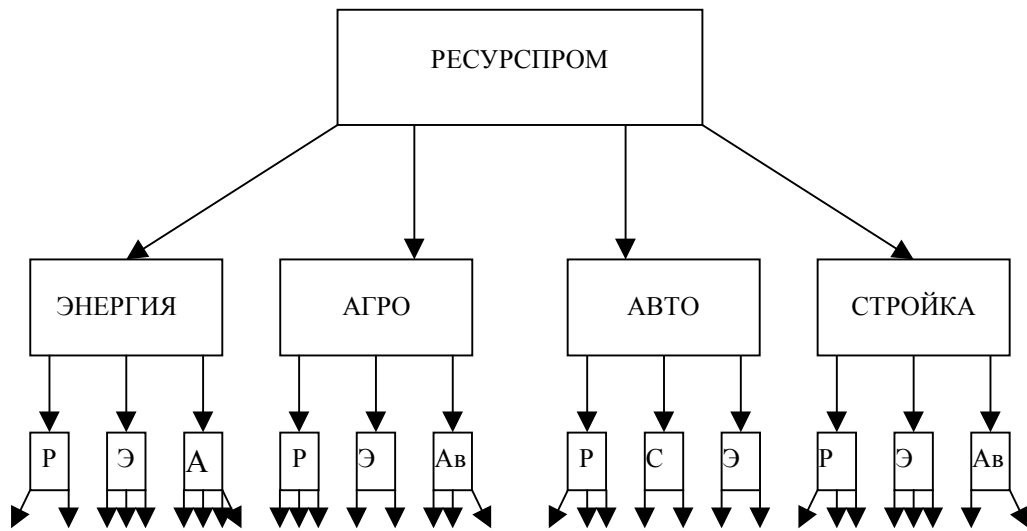
2. Переуступка прав требования за газ
3. Уменьшение задолженности за газ нефтеперерабатывающим заводам либо другим собственникам горючесмазочных материалов (ГСМ), имеющим задолженность за газ.
4. Передача векселей Агента.
6. Поставка ГСМ.
5. Передача векселей Агента.
8. Передача векселей Агента.
7. Поставка ГСМ организациям муниципального образования.
10. Передача векселей Агента.
9. Передача права погашения задолженности Ресурспрома по платежам в областной бюджет.
1. Погашение задолженности Ресурспромом по платежам в областной бюджет.

Примечание: Данная схема документально оформляется в соответствии с принятыми в Ресурспроме требованиями (вексельным соглашением).

Приложение: копия письма Председателя Облкомитета по финансам и налоговой политике. Здесь векселя "солидных" предприятий выступают как платежные средства – проходя через всех участников сделки, они фиксируют моменты налогообложения.

Рассматривая эти схемы, я задался вопросом, что было бы, если бы представители Ресурспрома обратились к нам с просьбой разработать проект автоматизированной подготовки подобного рода вексельных соглашений.

Первое, что приходит в голову – это необходимость создания регулярного инструмента для генерирования последовательностей проведения платежей.



Такое изображение потока ресурсов в виде графа полезно, но слишком громоздко, особенно при большом количестве потребителей.

Поэтому удобно ввести матричную форму изображения материальных потоков. Перенумеруем всех участников анализируемого процесса от 1 до  $n$  и представим передачи ресурсов в виде таблицы

		Ресурс	Энергия	Агро	...	...	
	№	1	2	3	...	...	n
Ресурс	1		$z_{12}$	$z_{13}$	...	...	$z_{1n}$
Энергия	2	$z_{21}$		$z_{23}$	...	...	$z_{2n}$
Агро	3	$z_{31}$	$z_{32}$		...	...	$z_{3n}$
Авто	4	$z_{41}$	$z_{42}$	$z_{43}$	...	...	$z_{4n}$
Стройка	5	$z_{51}$	$z_{52}$	$z_{53}$	...	...	$z_{5n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
...	n	$z_{n1}$	$z_{n2}$	$z_{n3}$	...	...	

Здесь  $z_{ij}$  – объем продукта  $i$ -го предприятия, переданного  $j$ -му.

Данная матрица порождает матрицу встречных платежных потоков, а если в экономике наступает состояние неплатежей, то последующая матрица есть матрица долговых обязательств.

		Ресурс	Энергия	Агро	...	...	...	Рынок
	№	1	2	3	...	...	n	y
Ресурс	1		$x_{12}$	$x_{13}$	...	...	$x_{1n}$	0
Энергия	2	$x_{21}$		$x_{23}$	...	...	$x_{2n}$	0
Агро	3	$x_{31}$	$x_{32}$		...	...	$x_{3n}$	$y_3 > 0$
Авто	4	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	...	...	$x_{4n}$	$y_4 > 0$
Стройка	5	$x_{51}$	$x_{52}$	$x_{53}$	...	...	$x_{5n}$	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	$x_{n3}$	...	...		...

Здесь  $x_{ij}$  – долг  $j$ -го предприятия  $i$ -му,  $x_{ij} \geq 0$ ,  $y_i$  – актив  $i$ -го предприятия, который оно готово продать для погашения долгов.

Если  $x_{ij} > 0$ , а  $x_{jk} = 0$  для всех  $k = 1, \dots, n$  и  $y_j = 0$ , то это означает, что  $j$ -е предприятие не способно погасить свой долг и это **тупик**.

Диагональные элементы матрицы заштрихованы, поскольку мы не рассматриваем, долги внутри отрасли.

Данная матрица будет основным объектом нашего дальнейшего рассмотрения.

**Задача формулируется так:** построить все последовательности платежей, которые должны быть произведены, т.е. построить все последовательности-цепочки предприятий-должников и представить эти цепочки лицу принимающему решение для последующего анализа.

Цепочки могут быть трех типов. Например:

- 1) Цепочка **Цикл**  $1 \leftarrow 2 \leftarrow 3 \leftarrow 1$  означает что имеет место последовательность: Ресурспром должен Авто, Авто должен Энергии, Энергия должна Ресурспрому. Используя **вексель**, мы можем произвести погашение (клиринг) долгов.
- 2) Цепочка **Деньги**  $1 \leftarrow 2 \leftarrow 5 \leftarrow 3$ . ( $y_3 > 0$ ) В этой цепочке Агро, реализовав свою продукцию на рынке, может покрыть частично или полностью свою задолженность перед Стройкой и породить последующие платежи. Именно здесь возникают те схемы, которые приводились ранее, с использованием **векселей**.
- 3) Цепочка **Тупик**  $1 \leftarrow 3 \leftarrow 5 \leftarrow \dots \leftarrow i \leftarrow m$ , где  $x_{mk} = 0$  для всех  $k = 1, \dots, n$  и  $y_m = 0$ . Это пример ситуации, требующий особого рассмотрения Ресурспрома.

Описание алгоритма генерирования цепочек.

#### Итерация 1.

**Шаг 1.** В первой строке матрицы по некоторому правилу выбирается номер  $j$ ,  $j = 2, 3, \dots, n$  для которого  $x_{1j} > 0$ , обозначим этот номер через  $j_1$ . Данное правило может конкретизироваться в зависимости от различных приоритетов Ресурспрома и для дальнейшего изложения несущественно.

Обозначим номер первого должника  $i_1$ .

Присвоим  $i_1$  значение  $j_1$ .

**Шаг 2.** В строке  $i_1$  по некоторому правилу выбирается либо номер  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  для которого  $x_{1j} > 0$  (обозначим этот номер через  $j_2$ ), либо  $y_{i_1}$ . Данное правило может конкретизироваться в зависимости от различных приоритетов Ресурспрома и для дальнейшего изложения несущественно.

Если цепочка продолжается далее, обозначим номер очередного должника  $i_2$ .

Присвоим  $i_2$  значение  $j_2$ .

**Шаг k+1.** В строке  $i_k$  по некоторому правилу выбирается либо номер  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  для которого  $x_{kj} > 0$  (обозначим этот номер через  $j_{k+1}$ ), либо  $y_{j_k}$ . Данное правило может конкретизироваться в зависимости от различных приоритетов Ресурспрома и для дальнейшего изложения несущественно.

Если цепочка продолжается далее, обозначим номер очередного должника  $i_{k+1}$ .

Присвоим  $i_{k+1}$  значение  $j_{k+1}$ .

В результате в конце генерирования цепочки мы получаем одну из ситуаций, описанных выше:

**Цикл, Деньги или Тупик.**

В случаях **Цикл** или **Деньги** для перехода к следующей **Итерации** мы производим вычет из всех долгов по цепочке величины минимального долга в этой цепочке и тем самым исключаем из рассмотрения по крайней мере один долг.

В случае, если цепочка реализовалась в ситуации **Тупик** на шаге  $m$  мы фиксируем отдельной записью невозвратимый долг, величину  $x_{i_{m-2}j_{m-1}}$ , на место этого долга в матрице записываем 0 и продолжаем в строке  $i_{m-2}$  поиск нового долга.

При этом мы получаем новую матрицу, в которой по сравнению со старой по крайней мере один из долгов обратился в ноль. Для новой матрицы мы повторяем ту же процедуру и т.д.

Поскольку при каждом переходе к новой матрице обязательно исключается хотя бы один из долгов, а число долгов конечно, мы за конечное число итераций определим все интересные для Ресурспрома цепочки.

Далее наступает этап анализа полученных цепочек.

- 1) Прежде всего необходимо обеспокоиться **визуализацией** полученных результатов и удобством их представления для ЛПР.
- 2) В случае получения циклов с помощью **векселей** осуществляется операция погашения долгов, как правило не меняющая существа долговых обязательств для Ресурспрома, но полезная как операция, уменьшающая риски невозврата и объем бумажных записей.
- 3) В случае проводки **"живых" денег** решается основная проблема. Здесь возможна модификация исходной постановки задачи о генерации, когда в интересах Ресурспрома в исходной матрице оставляются только крупные неплатежи. После проведения операций по полученным цепочкам в модифицированной матрице часть исключенных долгов восстанавливается и т.д.

**Замечания.**

- 1) Прежде всего в предложенном проекте явно не учитывается временной фактор, который может существенно исказить характер как неплатежей, так и последовательностей их "расшивки".
- 2) Процедура наполнения матрицы информацией может столкнуться с активным противодействием должников, незаинтересованных в решении проблемы неплатежей.
- 3) Количество цепочек может оказаться либо слишком малым и очевидным, либо слишком большим и необозримым.

Эти и другие проблемы могут решаться постепенно в процессе приспособления данного инструмента к традиционным процедурам, используемым в интересах Ресурспрома.

Я полагаю, что в случае, если для решения проблемы неплатежей будут использоваться рыночные механизмы, например, эмиссия облигаций, описанная процедура может использоваться как инструмент мониторинга для слежения и за процессом "расшивки" неплатежей.

Замечу, наконец, что данная процедура может быть использована как в межрегиональном, так и в межотраслевом разрезе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Я хочу завершить свое выступление опять цитатой из Кристины Рэй:

*"До недавних пор почти все трейдеры в торговых отделах были маркет-мейкерами. Сейчас есть трейдеры, которые не специализируются на конкретном секторе рынка, а просто ищут хорошие торговые идеи. Часто это трейдеры, большие опирающиеся на математический аппарат и занимающиеся долгосрочным арбитражем (игрой на расхождении цен между рынками или ценными бумагами). Поскольку*

*клиентский бизнес составляет лишь 40% объема всех сделок, дилеры нуждаются в трейдерах, занимающихся поиском новых идей извлечения прибыли. Несомненно, это одна из причин, по которой за последние несколько лет лишь немногие дилеры получили прибыль, так как торговля с другими дилерами представляет собой игру с нулевой суммой и большими накладными издержками.*

*... трейдеры не только делают математические расчеты, но и наблюдают за рыночным потоком"*

Я хотел бы, чтобы это понимание все больше овладевало нашим уважаемым финансовым сообществом.