

**Ф. А. Ушев**

канд. экон. наук, ст. преподаватель кафедры экономической кибернетики и экономико-математических методов Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

**Д. Ю. Поляков**

аспирант кафедры экономической теории и мировой экономики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

## **МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОПОЛНЕНИЯ СЧЕТОВ ТРЕЙДЕРАМИ НА РЫНКЕ FOREX**

### **Введение**

Валютный рынок FOREX (Foreign Exchange Operations) — один из наиболее развитых сегментов современного финансового рынка. Существенным отличием FOREX от других сегментов финансового рынка является отсутствие определенного места проведения торгов. Международный валютный рынок FOREX представляет собой сеть соединенных между собой посредством средств телекоммуникаций валютных дилеров, рассредоточенных по всем ведущим мировым финансовым центрам. В силу того, что эти центры располагаются в различных часовых поясах, работа на валютном рынке не прекращается круглые сутки (принято выделять европейскую, американскую и азиатскую торговые сессии). В отличие от других рынков здесь нет необходимости ждать, чтобы прореагировать на то или иное событие, время осуществления сделки минимально, и это является существенной привлекательной силой FOREX для инвесторов. Нельзя не отметить также тот факт, что в связи с отсутствием организующего и управляющего органа в виде конкретной биржи, на рынке FOREX отсутствуют комиссионные. Инвестор не несет никаких дополнительных расходов, связанных с исполнением его распоряжений, кроме естественной рыночной разницы между ценами спроса и предложения.

### **Эффективность рынков**

Современные подходы к анализу финансовых и, в частности, валютных рынков в значительной степени базируются на понятии эффективности рынка, а одной из ключевых задач такого анализа считается эконометрическое тестирование соответствующей гипотезы и различных ее модификаций. Смысл понятия эффективности заключается в том, что информация о состоянии рынка максимально полным образом отражена в ценах на торгуемые активы и мгновенно учитывается рациональными инвесторами.

В настоящей работе принят другой подход. С точки зрения авторов, наиболее естественным способом выявления несовершенства механизмов любого сегмен-

та финансового рынка, даже такого развитого, как FOREX, является анализ факторов поведения агентов и идентификация источников неоднородности этого поведения. Почему одни трейдеры постоянно пополняют свои счета, а другие уходят с рынка при первом же значительном проигрыше? Как объяснить, что некоторые трейдеры осуществляют пополнения сравнительно часто и небольшими порциями, в то время как другие делают это гораздо реже, но предпочитают вносить более крупные суммы? Ответы на эти вопросы позволят получить представление о психологии трейдеров, об их предпочтениях, о возможных причинах поведения, которое подчас кажется нерациональным. В работе предложен подход к моделированию явлений такого рода, основанный на применении эконометрических моделей цензурированной выборки к статистическим данным о сделках на рынке FOREX. Построена конкретная модель, которую можно использовать в качестве инструментов прогнозирования поведения трейдеров.

### Описание данных

При проведении настоящего исследования в качестве массива исходных данных использовалась клиентская база данных компании E-Capital, которая открыла пункт приема депозитов в 2003 г. За четыре года существования фирмы в нее обратилось примерно 500 трейдеров. Часть трейдеров получила знания «с нуля», в то время как другие трейдеры уже имели опыт ведения торгов на рынке FOREX.

При анализе поведения трейдеров на основе данных, представленных в договорах, заключенных с компанией E-Capital, использовались следующие переменные:

- *Dep* — размер первоначального депозита трейдера;
- *Sum* — общая сумма пополнений счета, осуществленных трейдером за все время его сотрудничества с компанией (в случае если пополнений не производилось, значение этой переменной принимается равным нулю);
- *R* — число пополнений счета, осуществленных трейдером за все время его сотрудничества с компанией;
- *Int* — индикаторная переменная, принимающая значение 1, если в контракте об открытии счета трейдер указал электронный адрес, и 0 в противном случае.

Переменная *Int* использовалась как косвенный показатель того уровня владения компьютером (в частности, технологией Internet), которым обладает данный трейдер. Естественно ожидать, что трейдер со сравнительно высоким уровнем компьютерной грамотности при прочих равных условиях будет играть более успешно, нежели трейдер, плохо владеющий компьютером.

### Построение модели

Задача заключается в том, чтобы построить модель, которую можно было бы использовать для объяснения переменной *Sum*, используя в качестве объясняющих переменных *Dep*, *R* и *Int*.

Можно было бы применить к имеющимся данным обычную процедуру регрессионного анализа, т. е. оценивать методом наименьших квадратов линейную модель следующего вида

$$SUM_i = b_0 + b_1 DEP_i + b_2 R_i + b_3 INT_i + \varepsilon_i, \varepsilon_i \in N(0, \sigma^2).$$

Однако задача осложняется тем, что значительная доля трейдеров (точнее говоря, ровно половина) вовсе не пополняла свои счета за период с 2003 по 2007 гг. Как показывает опыт, такое положение дел может иметь место в силу различных причин. Одна из наиболее естественных причин заключается в том, что пополнение счета новыми игровыми долларами чаще всего производится именно тогда, когда трейдер полностью проигрывает сумму первоначального депозита и не может продолжать ведение сделок без дополнительных вложений. Поэтому трейдеры с достаточно крупными начальными депозитами пополняют счета значительно реже, чем те трейдеры, первоначальный депозит которых был сравнительно мал.

Статистическая трудность работы с данными такого рода заключается в том, что объясняемая переменная (в нашем случае это сумма пополнений счета) носит смешанный количественно-качественный характер. Рассматривая конкретную единицу совокупности (в нашем случае это трейдер), мы сначала отвечаем на вопрос, осуществлялось ли пополнение счета в течение рассматриваемого периода, и только потом уточняем сумму пополнений в том случае, если они имели место. Таким образом, имеет место цензурирование данных.

### Предварительный анализ

Проведем оценивание базовой модели прогнозирования пополнений счета, имеющей вид

$$SUM_i = \alpha_0 + \alpha_1 DEP_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \in N(0, \sigma^2), \quad (1)$$

с помощью обычного МНК.

На рис. 1 приведена диаграмма рассеяния. По горизонтальной оси отложены первоначальные значения депозита  $DEP$ , а по вертикальной оси — общая сумма пополнений  $SUM$ .

Также на рис. 1 представлены линии регрессии общей суммы пополнений на первоначальный депозит, оцененных обычным методом наименьших квадратов

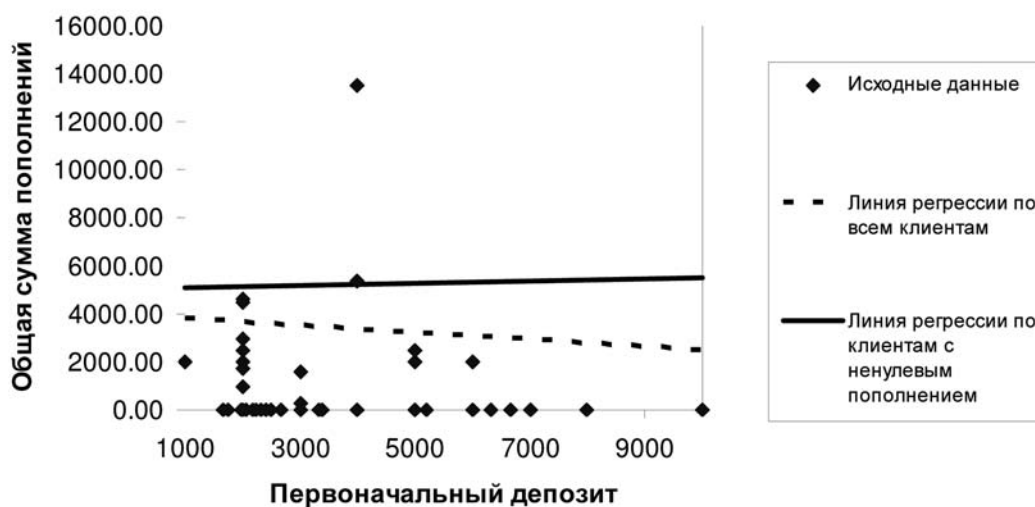


Рис. 1. Диаграмма рассеяния «депозит — сумма пополнений» и линии регрессии

на основе данных по счетам всех трейдеров (пунктирная линия) и на основе данных только по счетам тех трейдеров, которые осуществили хотя бы одно пополнение.

Результаты оценивания уравнения (1) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценивания регрессионной зависимости суммы пополнений от первоначального депозита

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
<i>C</i>	3296,785	709,6331	4,645760	0,0000
<i>DEP</i>	-0,179125	0,156718	-1,142976	0,2552

Из табл. 1 видно, что оценка коэффициента при переменной *DEP* приняла, как и ожидалось, отрицательное значение, однако этот коэффициент незначим. Кроме того, при оценивании уравнения (1) только по данным о тех трейдерах, которые осуществили хотя бы одно пополнение счета за рассматриваемый период, оценка коэффициента по-прежнему незначима и имеет противоположный знак. Этот результат приведен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценивания регрессионной зависимости суммы пополнений от первоначального депозита по данным трейдеров, осуществивших хотя бы одно пополнение

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>C</i>	4449,3203	1382,41972	3,2185	0,0029
<i>DEP</i>	0,2212	0,3230	0,684736813	0,4984

Таким образом, используя стандартные средства регрессионного анализа, по имеющимся данным нельзя сделать никакого однозначного вывода относительно характера зависимости суммы пополнений счета от размера первоначального депозита. Если предположить, что причиной такого положения дел является эффект цензурирования, то следует использовать специальные методы, предназначенные для работы с такими данными.

### Построение tobit-модели

Известно (Maddala, 2002, Магнус, Катышев, Пересецкий, 2004), что для моделей, построенных на основе цензурированной выборки, МНК-оценки являются, вообще говоря, смещенными и несостоятельными. Для изучения регрессионных зависимостей на основе цензурированных выборок разработан более тонкий инструментарий, основу которого составляют так называемые tobit-модели.

Основное отличие tobit-моделей от обычных регрессионных моделей состоит в предположении о том, что наблюдаемая зависимая переменная (в нашем случае это *FORINV*) не совпадает с «истинной» зависимой переменной. Говоря более точно, при построении tobit-модели предполагается, что существует некоторая латентная переменная  $SUM^*$ , связанная с наблюдаемой переменной *SUM* следующим образом:

$$SUM_i = \begin{cases} SUM_i^*, & SUM_i^* > 0, \\ 0, & SUM_i^* \leq 0. \end{cases}$$

При этом перед исследователем стоит задача оценивания по наблюдениям переменной  $SUM$  следующего уравнения

$$SUM^* = b_0 + b_1 DEP_i + \omega_i.$$

Для решения такой задачи обычно пользуются методом максимума правдоподобия.

Оценивание tobit-модели было проведено нами в двух вариантах. В первом варианте оценивалась модель, основанная на предположении, что ошибки подчинены нормальному закону распределения,  $\omega_i \in N(0, \sigma_\omega^2)$ , а во втором — логистическому, т. е. характеризующемуся функцией распределения следующего вида

$$F\left(\frac{\omega}{\sigma_\omega}\right) = \frac{\exp\left(\frac{\omega}{\sigma_\omega}\right)}{1 + \exp\left(\frac{\omega}{\sigma_\omega}\right)}.$$

Результаты оценивания первого варианта модели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты оценивания tobit-модели с нормально распределенными ошибками

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
<i>DEP</i>	-0,526431	0,310487	-1,695499	0,0900
<i>C</i>	1730,135	1342,761	1,288490	0,1976
Error Distribution				
SCALE:C(3)	<b>7005,182</b>	682,8516	10,25872	0,0000

Доверительные интервалы коэффициентов строятся с учетом асимптотической нормальности оценок максимального правдоподобия. Видим, что *P-value* коэффициента при переменной *DEP* оказалось ниже 0,1. Жирным шрифтом в последней строке табл. 3 выделена оценка стандартного отклонения ошибок.

Результаты оценивания модели, в которой ошибки подчиняются логистическому закону распределения, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты оценивания tobit-модели с ошибками, подчиненными логистическому закону распределения

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
<i>DEP</i>	-0,433802	0,269461	-1,609886	0,1074
<i>C</i>	1689,981	1129,854	1,495752	0,1347
Error Distribution				
SCALE:C(3)	3615,936	402,9168	8,974399	0,0000

В этой модели коэффициент при переменной *DEP* оказался значимым на десятипроцентном уровне значимости.

Расчет прогнозного значения суммы пополнений на основе tobit-модели осуществляется следующим образом:

$$\hat{E}(SUM) = \Phi\left(\frac{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \overline{DEP}}{\hat{\sigma}}\right) (\beta_0 + \beta_1 \overline{DEP}) + \hat{\sigma} \phi\left(\frac{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \overline{DEP}}{\hat{\sigma}}\right).$$

Отметим, что коэффициенты tobit-модели уже нельзя интерпретировать как предельные эффекты объясняющих переменных. Предельный эффект рассчитывается по следующей формуле

$$\frac{\partial E(SUM)}{\partial DEP} = F\left(\frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 \overline{DEP}}{\hat{\sigma}_\omega}\right) \hat{b}_1,$$

где  $F$  — функция распределения ошибок. Для tobit-модели с нормально распределенными ошибками, что вполне согласуется с нашими предположениями, предельный эффект оказался равным 0,0493. Таким образом, степень влияния первоначального депозита на сумму пополнений счета статистически значима, но численное значение эффекта достаточно мало.

### Источники

- Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А.* Эконометрика. Начальный курс. М., 2004.  
*Maddala G. S.* Limited-dependent and qualitative variables in econometrics. Cambridge, 2002.