

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РЫНКАХ КАПИТАЛА

А. А. МУСАЕВ¹, И. А. БАРЛАСОВ²

¹Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, ²НОУ «Международный Банковский Институт»

¹СПИИРАН, 14-я линия ВО, д. 39, Санкт-Петербург, 199178; ²НОУ «МБИ», Невский пр., д., 58, Санкт-Петербург, 191023

¹<amusaev@szma.com>, ²<barlasov@yandex.ru>

УДК 681.3.01

Мусаев А. А., Барласов И. А. **Моделирование хаотических процессов на рынках капитала** // Труды СПИИРАН. Вып. 7. — СПб.: Наука, 2008.

Аннотация. В статье рассматривается задача выбора групп рабочих инструментов и способа коррекции смещения для улучшения технологии группового анализа динамики котировок на валютном рынке. — Библ. 6 назв.

UDC 681.3.01

Musayev A. A., Barlasov I. A. **Chaos processes modeling for market of capitals** // SPIIRAS Proceedings. Issue 7. — SPb.: Nauka, 2008.

Abstract. The article is devoted to selection of currency tools groups and bias correction manners for group analysis technology improvement.

Bibl. 6 items.

Очевидным и терминальным показателем эффективности работы на рынках капитала является прибыль, получаемая за заданный промежуток времени при фиксированном уровне риска. При этом получаемая прибыль формируется в процессе протекания и взаимодействия сложных экономических процессов, находящихся под воздействием среды влияния и управленческих решений. Следовательно, эффективность работы на рынках капитала может быть в существенной степени отождествлена с эффективностью системы формирования управленческих решений и их реализации.

В то же время любое управленческое решение всегда носит прогностический характер. Реализация процесса получения прибыли находится в будущем времени по отношению к моменту формирования решения. Иными словами, процесс выработки управляющего решения всегда базируется на разработке прогностического сценария развития ситуации, включающей в себя как сам объект инвестиций (например, покупка акций какой-то компании), так и среду взаимодействия данного объекта (рынки капитала, отрасль, мировая динамика et cetera). Если прогностический сценарий окажется в достаточной степени адекватным последующему развитию экономической ситуации, то можно надеяться на получение ожидаемой прибыли. В противном случае, как правило, неизбежны существенные материальные потери.

Таким образом, центральным элементом подготовки управленческих решений оказывается разработка прогностических сценариев развития экономической ситуации. При этом ожидаемые риски будут определяться степенью неадекватности прогностической математической модели реальным процессам. Отсюда непосредственно вытекает очевидный вывод: для получения ожидаемой прибыли необходимо научиться строить эффективные прогностические сценарии, обеспечивающие описание развития экономической ситуации с необходимым уровнем адекватности, и соответствующие им управления.

Классическая статистическая динамика теоретически позволяет выявлять тренды и строить формализованные математические модели наблюдаемых динамических процессов. При этом точность апостериорной аппроксимации рядов наблюдений может быть достаточно высока. Тем не менее вопрос о пригодности данных моделей для прогнозирования котировок активов остается открытым. Основная проблема состоит в том, что динамика временных рядов наблюдений котировок представляет собой реализацию случайного процесса, описание которого содержит заведомо неопределенные компоненты. Генезис неопределенности динамики котировок, как и большинства других открытых нелинейных систем, определяется двумя интегральными факторами: фактором неполноты знаний и фактором параметрической неустойчивости.

Фактор неполноты знаний достаточно очевиден и связан с отсутствием у трейдеров достаточной информации для построения достоверного прогноза.

Базовой предпосылкой описания динамических процессов является гипотеза лапласовского детерминизма, в соответствии с которой любые изменения состояния любого изучаемого объекта (в том числе и рыночных активов) определяется множеством причинно-следственных связей. При этом наличие божественной полноты всеобъемлющих знаний о динамике рынков капитала и среде их погружения (среда взаимодействия) в сочетании с Аристотелевой логикой, позволяет абсолютно достоверно предсказать их в любой момент времени в будущем. Проблема качественного прогнозирования (и однозначно связанная с ней проблема оптимального управления) в этом случае состоит лишь в недостаточной полноте знаний о характере возмущающих факторов. В более полной формулировке не хватает знаний, определяющих:

- полный перечень факторов влияния;
- интенсивности и характер их парциальных влияний на рынки капитала;
- время начала актуализации отдельных факторов;
- продолжительности воздействия факторов и их сочетаний;
- характер изменения собственных значений факторов во времени;
- характер взаимосвязи факторов влияния;
- характер группового воздействия на рынки капитала при условии возможности различных сочетаний взаимосвязанных и независимых факторов;
- характер группового воздействия на рынки капитала в сочетаниях с различными управляющими воздействиями и т.п.

Традиционный подход к оценке состояния активов в условиях неопределенности данного типа связан с использованием статистической методологии. Предполагается, что в тех случаях, когда совокупность воздействующих факторов удовлетворяет набору известных ограничений (определяемых, например, условием Линденберга для центральной предельной теоремы [1]), динамику рынка капитала удастся описать комфортной моделью стационарного нормального процесса либо ее аддитивным сочетанием с моделью полиномиального тренда заданного порядка. При этом исследуемый процесс эволюции состояния рынка капитала описывается с вычисляемым уровнем точности своей усредненной динамикой и позволяет получить прогнозы с известным уровнем достоверности. Достаточность данного уровня достоверности прогноза определяется содержательным аспектом задачи управления.

К сожалению, в условиях реального функционирования рынка капитала данные ограничения, как правило, не выполняются. Тем не менее некоторые методы статистического анализа удастся использовать и получать хотя и не-

корректные, но полезные результаты, используемые при решении локальных задач исследования качества торговых стратегий.

Для рынков капитала фактор неполноты знаний обусловлен в основном неопределенностью относительно внешней (по отношению к этому рынку) среды взаимодействия. Однако сами рынки капитала как открытые нелинейные системы обладают и собственным источником неопределенности, связанным с наличием неустойчивости процесса изменения котировок к незначительным воздействиям в точках бифуркаций.

Одним из видов возможных описаний динамики эволюции открытых нелинейных систем, к которым относятся и рынки капитала, являются модели, основанные на системе неоднородных дифференциальных уравнений. Данный подход носит вполне детерминистический характер. Тем не менее в процессе их решения возникают особые точки — так называемые точки бифуркаций, в которых система является параметрически неустойчивой. Это значит, что даже самые незначительные изменения параметров правых частей уравнений, вызванные малыми вариациями показателей состояния рынка или среды взаимодействия, качественно меняют вид интегральной кривой, получаемой в процессе решения этой системы. Данное явление с физической точки зрения соответствует эффекту параметрической неустойчивости открытых нелинейных динамических систем. В соответствии с классической теорией устойчивости А. Ляпунова [2] любые, даже самые слабые, возмущающие воздействия, оказываемые на систему, проходящую через точку параметрической неустойчивости (в данном случае, через точку бифуркации), могут привести к существенному изменению ее фазовой траектории.

Очевидно, что наличие параметрической неустойчивости неизбежно ведет к возникновению существенной неопределенности относительно динамических свойств рынков капитала. Результатом этой неопределенности является появление дополнительной составляющей в модели наблюдаемого процесса, которую в современной литературе принято называть хаотической.

Типичным примером хаотического движения является колебательный непериодический процесс. В газовой динамике модель хаотической динамики часто оказывается доминирующей, что существенно затрудняет возможность долгосрочного прогноза погоды. В гидродинамике модель хаотического движения является существенной компонентой при описании турбулентного движения жидкости. В экономических, социальных и этнических процессах прохождение точек бифуркаций соответствует локальным и глобальным кризисным явлениям с набором плохо предсказуемых вариантов сценариев дальнейшего развития ситуаций.

В конечном счете наличие указанных источников неопределенности приводит к тому, что стохастическая динамика рынка капитала является нестационарной и неэргодической. Эффективной математики, позволяющей построить хотя бы допустимое управление, для таких ситуаций пока что не существует. Традиционные подходы к построению систем управления для реальных процессов обычно представлены одним из трех базовых вариантов статистического синтеза, а также их сочетаниями.

1. *Вариант использования априорных допущений и предположений.* Например, разработчик априори предполагает, что прогнозируемый процесс является гауссовским (обычно ссылаясь на центральную предельную теорему), или стационарным в рамках локальных интервалов наблюдения (проверяя гипотезу о стационарности процесса), или допускающим линеаризацию с прием-

лемой потерей в точности описания и т.п. Подобные предположения позволяют получить упрощенную модель реального процесса эволюции состояния рынка капитала и использовать готовые методы и алгоритмы количественного анализа рынка.

2. *Вариант построения адаптивных схем управления активами.* Предполагается, что рынки капитала и среда взаимодействия обладают определенной инерционностью и их свойства сохраняются в течение определенного времени. В этом случае анализ их динамических и статистических свойств на скользящем интервале наблюдения позволяет корректировать структуру и/или параметры соответствующих алгоритмов управления.

3. *Вариант построения устойчивых (робастных) схем управления активами.* Формируются алгоритмы управления, обладающие пониженной чувствительностью к отклонениям свойств реальных процессов от совокупности базовых моделей и предположений, использованных в качестве базовых категорий в процессе синтеза управляющих воздействий.

Достоинства и недостатки данных подходов достаточно очевидны и подробно изучены в литературе по теории управления и обработке данных [3–6]. В конечном итоге, допустимость того или иного подхода определяется критериями и показателями качества управляющих решений, формируемых на основе требований метасистемы, а также совокупностью внешних (по отношению к системе управления) ограничений. Для трейдеров рынков капитала естественной целью является получение прибыли в условиях явно выраженной нестационарной динамики, что приводит к существенному ограничению возможности применения перечисленных выше вариантов построения управлений.

Так, априорные гипотезы и предположения о статистической структуре котировок активов, как уже отмечалось выше, обычно просто не соответствуют реальности, что приводит к существенной неадекватности базовых моделей и, как следствие, к существенному снижению эффективности управления. Изменение динамических и статистических свойств могут происходить столь стремительно (что особенно характерно для безынерционных процессов рынков капитала), что контур адаптации не успевает их отслеживать и вводит дополнительные ошибки за счет некорректной деформации базовой структуры системы управления. Устойчивые схемы могут давать устойчивые, но крайне низкоэффективные результаты, ориентированные на излишне пессимистические сценарии развития ситуации.

Тем не менее в результате трейдерской практики были найдены частные подходы, позволяющие с эффективностью 60–65% решать задачи управления рыночными активами на основе различных сочетаний методов фундаментального и технического анализов. Один из таких подходов основан на взаимосвязности отдельных групп активов, позволяющих представить рынок капитала в виде когерентной динамической стохастической системы. При этом оценка и исследование степени взаимосвязи элементов рынка, как правило, осуществляются на основе методов корреляционного анализа данных. В связи с указанной выше проблемой существенной нестационарности рядов наблюдений за котировками активов, оценки корреляционных структур являются некорректными. Тем не менее, они позволяют составить некоторые общие представления о линейной стохастической взаимосвязи между изучаемыми активами и получить достаточно полезную информацию о структуре и сегментации рынка.

В качестве базового примера рассмотрим ряды наблюдений за изменениями котировок валютных пар (так называемые «инструменты») на электрон-

ном валютном рынке «Форекс» за период в 225 рабочих дней, с апреля 2008г. по январь 2009г. На рис. 1 приведен график изменения 16 наиболее часто используемых инструментов, а на рис. 2 — такой же график для соотношений трех ведущих мировых валют — EURUSD, EURJPY и USDJPY.

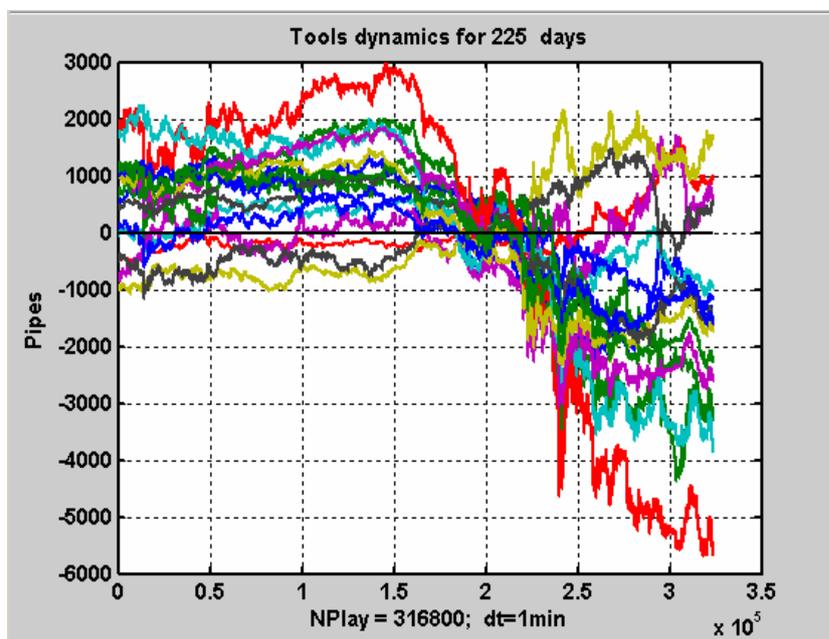


Рис. 1. Изменения котировок 16 валютных пар.

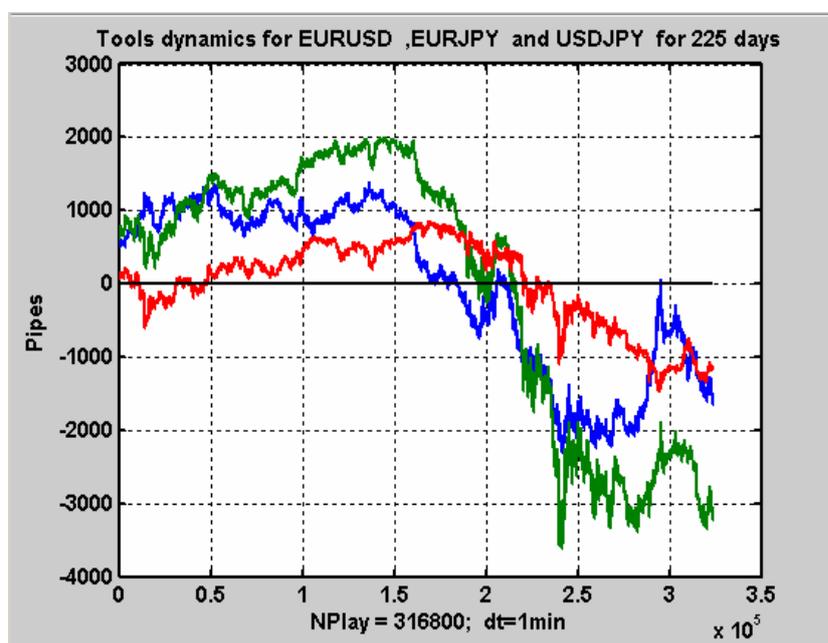


Рис. 2. Изменения котировок ведущих мировых валют — EURUSD, EURJPY и USDJPY.

Нетрудно видеть два явно выраженных участка — докризисный с относительно небольшой вариабельностью относительно среднего (примерно до середины графика) и кризисный с резким падением значений основной группы инструментов. При этом базовая группа валют EURUSD, EURJPY и USDJPY достаточно репрезентативно представляет динамику основной группы инструментов.

Существенными звеньями технологии группового анализа является выбор групп рабочих инструментов на основе некоторого набора критериев селекции и сравнение эффективности работы этих групп на одних и тех же временных интервалах функционирования валютного рынка.

Выбор рабочих групп осуществлялся на основе анализа оценок корреляционной матрицы и среднеквадратических отклонений (ско) всех 16 инструментов, позволяющих сформировать следующие критерии селекции валютных пар:

Таблица 1

Анализ показателя эффективности выбранной стратегии игры

1 0	6571	42560	6 0	1601	48640
1 1	6550	39520	6 1	1570	49400
1 2	6677	36480	6 2	1528	64600
1 3	6710	34960	6 3	1589	22040
1 4	6692	27360	6 4	1631	21280
1 5	6520	36480	6 5	1711	30400
2 0	1601	48640	7 0	6571	42560
2 1	1570	49400	7 1	6550	39520
2 2	1528	64600	7 2	6677	36480
2 3	1589	22040	7 3	6710	34960
2 4	1631	21280	7 4	6692	27360
2 5	1711	30400	7 5	6520	36480
3 0	3987	65360	8 0	3985	80560
3 1	4023	72960	8 1	3996	76760
3 2	4105	51680	8 2	4110	41800
3 3	4135	41800	8 3	4002	51680
3 4	4139	34960	8 4	4098	39520
3 5	3797	42560	8 5	4167	41040
4 0	3755	64600	9 0	5155	45600
4 1	3783	67640	9 1	5159	47120
4 2	4003	38000	9 2	5249	38760
4 3	4018	38760	9 3	5237	49400
4 4	4028	50160	9 4	5264	49400
4 5	3899	56240	9 5	4998	44080
5 0	1142	34960	10 0	4291	107920
5 1	1135	34200	10 1	4289	116280
5 2	1264	25840	10 2	4446	60800
5 3	1245	25840	10 3	4438	56240
5 4	1222	25840	10 4	4474	40280
5 5	1214	25840	10 5	4355	57760

1. Критерий наибольшей антикорреляции: CodCorr=1;
2. Критерий наибольшей корреляции: CodCorr=2;
3. Критерий наименьшей абсолютной корреляции: CodCorr=3;
4. Критерий наименьшей суммарной дисперсии: CodCorr=4;
5. Критерий наибольшей суммарной дисперсии: CodCorr=5;
6. Критерий наибольшей корреляции & наименьшего ско: CodCorr=6;

7. Критерий наибольшей антикорреляции & наименьшего ско: CodCorr=7.
8. Критерий наибольшей корреляции & наибольшего ско: CodCorr=8.
9. Критерий наибольшей антикорреляции & наибольшего ско: CodCorr=9;
10. Критерий наименьшей абсолютной корреляцией & наибольшего ско: CodCorr=10.

Исходный массив данных представляет собой выборку наблюдений котировок валютных пар (инструментов) за период в 225 дней, из которых пять дней используются для начального обучения, а остальные 220 — для тестирования. Дискрет отсчета составляет одну минуту, таким образом, за сутки имеем 1440 отсчетов.

Период наблюдения захватил этапы возникновения и развития мирового экономического кризиса, так что динамика котировок является весьма высокой.

Оценка корреляционной матрицы строилась для всего периода наблюдения. Для каждого критерия выбирались 15 инструментов, сортированных в порядке роста критериального показателя. В случае использования сложных критериев задача решалась в два этапа. На первом этапе формировался список длиной в 1/3 от полного списка, в который входили инструменты, наиболее отвечающие первому критерию. Далее полученный список упорядочивался в соответствии со вторым критерием и из него выбирались 15 инструментов, наиболее ему соответствующих.

В процессе работы с группой валютных пар (инструментов) осуществлялась коррекция их смещения в соответствии с одним из шести возможных вариантов:

0. Смещение оценивалось единожды как величина среднего по результатам наблюдений котировок валют на интервале в 5 дней, предшествующих началу игры. Данная начальная оценка производилась для всех вариантов, но только для данного случая она сохранялась неизменной на всем протяжении игры и не корректировалась;

1. Коррекция смещения осуществлялась каждый раз после закрытия позиции. Данное правило сохраняется и для всех нижеперечисленных схем коррекции; различие состоит лишь в интервале наблюдения предшествующих данных, используемых для корректировки. В данном случае коррекция осуществлялась без усреднения по значению инструмента на момент закрытия позиции.

2. Коррекция осуществлялась по п.1, корректирующее смещение оценивалось как среднее на интервале наблюдения 2.5 суток до момента коррекции.

3. Коррекция осуществлялась по п.1, корректирующее смещение оценивалось как среднее на интервале наблюдения 5 суток до момента коррекции.

4. Коррекция осуществлялась по п.1, корректирующее смещение оценивалось как среднее на интервале наблюдения 10 суток до момента коррекции.

5. Коррекция осуществлялась по п.1, корректирующее смещение оценивалось как среднее по выборке нарастающего объема от начала наблюдения до момента коррекции.

Анализ показателя эффективности выбранной стратегии игры осуществлялся для вычислительных схем, определяемых двумя показателями:

номером варианта выбора группы рабочих инструментов $i = 1, \dots, 10$;

номером алгоритма расчета и применения корректирующего смещения $j = 0, \dots, 5$.

Для удобства будем обозначать указанные номера в виде структуры $\langle i, j \rangle$.

Результаты указанного анализа представлены в табл. 1 (для всего интервала наблюдения) и табл. 2 (раздельно для докризисного и кризисного участков

Таблица 2

Анализ показателя эффективности выбранной стратегии игры.
Докризисный период.

Таблица 3

Анализ показателя эффективности выбранной стратегии игры.
Кризисный период

1 0 1303 42560	6 0 675 31160	1 0 6571 0	6 0 1596 17480
1 1 1283 39520	6 1 659 31920	1 1 6571 0	6 1 1613 15960
1 2 1363 36480	6 2 712 35720	1 2 6571 0	6 2 1562 28880
1 3 1423 34960	6 3 717 30400	1 3 6571 0	6 3 1621 20520
1 4 1400 27360	6 4 716 40280	1 4 6571 0	6 4 1715 15960
1 5 1318 36480	6 5 681 30400	1 5 6571 0	6 5 1759 18240
2 0 675 31160	7 0 1303 42560	2 0 1596 17480	7 0 6571 0
2 1 659 31920	7 1 1283 39520	2 1 1613 15960	7 1 6571 0
2 2 712 35720	7 2 1363 36480	2 2 1562 28880	7 2 6571 0
2 3 717 30400	7 3 1423 34960	2 3 1621 20520	7 3 6571 0
2 4 716 40280	7 4 1400 27360	2 4 1715 15960	7 4 6571 0
2 5 681 30400	7 5 1318 36480	2 5 1759 18240	7 5 6571 0
3 0 1402 28120	8 0 1104 60800	3 0 3987 37240	8 0 3972 19760
3 1 1389 31160	8 1 1106 54720	3 1 4027 41800	8 1 3953 21280
3 2 1384 24320	8 2 1260 27360	3 2 4090 32680	8 2 4106 5320
3 3 1447 21280	8 3 1276 28880	3 3 4118 22800	8 3 4073 12920
3 4 1442 17480	8 4 1244 28120	3 4 4126 20520	8 4 4263 3040
3 5 1367 33440	8 5 1195 34960	3 5 4058 33440	8 5 4319 3040
4 0 996 63080	9 0 1058 29640	4 0 3755 1520	9 0 5155 15200
4 1 1005 63840	9 1 1074 32680	4 1 3758 1520	9 1 5172 12920
4 2 1144 37240	9 2 1132 31920	4 2 3801 8360	9 2 5174 1520
4 3 1160 38760	9 3 1113 42560	4 3 3761 9880	9 3 5201 1520
4 4 1152 56240	9 4 1073 51680	4 4 3815 3040	9 4 5203 8360
4 5 1050 59280	9 5 1062 47120	4 5 3755 6080	9 5 5181 9120
5 0 720 19760	10 0 1064 57760	5 0 1127 15200	10 0 4291 50160
5 1 698 22800	10 1 1057 60800	5 1 1161 15960	10 1 4294 53200
5 2 777 22800	10 2 1307 39520	5 2 1197 15200	10 2 4371 34960
5 3 707 22800	10 3 1344 31920	5 3 1229 10640	10 3 4572 17480
5 4 704 23560	10 4 1247 43320	5 4 1266 5320	10 4 4733 24320
5 5 694 25840	10 5 1207 30400	5 5 1281 6840	10 5 4572 35720

наблюдения). Первые два столбца таблицы представляют собой наборы вариантов структур $\langle i, j \rangle$. Эффективность игры оценивалась терминальным выигрышем в USD, приведенным в четвертой строке таблиц. В третьей строке представлены средние значения максимальных просадок по всем шести используемым инструментам.

Из полученных результатов видно, что наибольшей эффективностью обладает 10-я группа инструментов, в которой собраны наименее коррелированные пары с максимальной дисперсией. Однако их просадки достаточно существенны.

Естественно, что наименьшие просадки оказались во второй и шестой группах с положительно коррелированными парами инструментов. И почему-то у группы 5 — с наибольшей ско.

Хорошие результаты неожиданно продемонстрировала группа со слабо-коррелированными парами.

С точки зрения коррекции смещения наилучшие результаты имеют: коррекция по текущему состоянию на момент закрытия позиции (вариант 1);

коррекция средним по короткому интервалу в 12 часов, предшествующих закрытию позиции (вариант 2);

отказ от коррекции (вариант 0), что не вполне понятно. Базовое смещение, оцененное по 5 суткам, предшествующим началу игры, не может претендовать на постоянную пригодность при долгосрочном наблюдении. Смущают результаты выбора инструментов по критериям 2 и 6. Они совпадают. В принципе это возможно, если на первом шаге селекции в сохраняемую треть списка (40 позиций из 120) попали все 15 инструментов, обладающих сильной взаимной корреляцией.

Далее возникает вопрос, сколько мы теряем на универсальном использовании одного и того же набора инструментов на всем интервале наблюдений.

Повторим те же самые исследования отдельно на двух участках тестового полигона — докризисном и кризисном. Рассмотрим результаты работы программы оценки эффективности игры на этих двух участках.

Сравнивая с предыдущей таблицей, построенной для непрерывной игры на всем интервале наблюдения, можно делать следующие выводы:

1. Наилучший результат игры обеспечивается 10-й схемой выбора инструментов с первой или нулевой схемой коррекции смещения. При этом результат обладает аддитивностью (то есть сумма отдельной игры на двух участках приблизительно равна сумме сквозной игры на обоих участках), что указывает на устойчивость функционирования программы торгового робота при работе на структурах $\langle 10, 1 \rangle$ и $\langle 10, 0 \rangle$

2. Предварительная гипотеза о возможности повышения эффективности игры путем переключения структур при переходе к кризисному состоянию валютного рынка не оправдалась. Структура $\langle 10, 1 \rangle$ дала результат, близкий к наилучшему на обоих тестируемых интервалах. Строго говоря, сочетание структур $\langle 4, 1 \rangle$ на первом участке игры и $\langle 10, 1 \rangle$ — на втором дает несколько лучший результат, чем сквозная работа на обоих участках на структуре $\langle 10, 1 \rangle$. Однако разница для этих двух вариантов столь не существенна, что ее вполне можно отнести к флуктуационной компоненте погрешностей оценки игры.

3. Неожиданным явлением предстает тот факт, что структуры выбора типа $\langle *, 0 \rangle$, для которых смещение определяется лишь в начале игры путем оценки среднего на 5-дневном интервале предварительного наблюдения, для большинства вариантов выбора инструментов дает стабильный положительный результат. Иными словами, динамическая коррекция смещения в лучшем случае дает небольшой выигрыш. В частности, небольшой выигрыш в некоторых ситуациях дают варианты с коррекцией по текущему значению инструмента на момент закрытия позиции или с коррекцией по оценке среднего значения инструмента на коротком временном интервале (порядка 2–3 суток), предшествующем закрытию позиции. Данный эффект можно объяснить лишь крайне высокой значимостью хаотической компоненты в исходной модели динамики, разрушающей традиционные статистические представления о работе с временными рядами наблюдений.

4. Особое внимание следует уделить значениям максимальных просадок, возникающих в процессе игры на различных ее участках. Нетрудно видеть, что просадки на кризисном участке существенно, в 3–5 раз, больше, чем на докризисном интервале наблюдения. Причиной этого является, с одной стороны, естественный рост волатильности валютных инструментов в период финансового кризиса, а с другой – возникновение заведомо патологических соотношений между валютами, вызванных неадекватной психологической реакцией участников рынка на те или иные финансовые и экономические новости. Естественным следствием роста просадок является необходимость в существенно большем начальном капитале игры для обеспечения требуемого запаса устойчивости. В случае, если данный капитал находится в пределах 50–70 тыс. USD и при игре одновременно на 5–6 инструментах, рекомендуется пользоваться наборами коррелированных инструментов, обеспечивающими меньшую прибыль, но имеющими максимальные просадки, не превышающие 1200–1300 пипсов на инструмент.

Литература

1. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Том 2 / Пер. с англ. под ред. *Ю. В. Прохорова*. М.: Мир, 1967. 752 с.
2. *Леонов Г.* Хаотическая динамика и классическая теория устойчивости движения / Институт компьютерных исследований. М.: 2006. 168 с.
3. Статистические методы обработки результатов наблюдений / *Р. М. Юсупов, Г. Б. Петухов, В. Н. Сидоров и др.* / Под ред. *Р. М. Юсупова*. М.: МО СССР, 1984. 564 с.
4. *Мусаев А. А.* Устойчивые методы определения движения М.: МО СССР, 1989. 172 с.
5. Устойчивость адаптивных систем / *Б. Д. Андерсон, Р. Р. Битмид, К. Р. Джонсон и др.* / Пер. с англ. под ред. *Е. Г. Коваленко* М.: Мир, 1989. 263 с.
6. Устойчивые статистические методы оценки данных / Пер. с англ. под ред. *Н. Г. Волкова*. М.: Машиностроение, 1984. 232 с.