

1.1. Введение

В данном разделе представлено теоретическое обоснование предлагаемой методики управления активами на рынке ценных бумаг. Некоторые из приводимых в этом разделе утверждений определены как гипотезы (или – аксиомы). Очевидно, что выбранный набор допущений может быть оспорен как в целом, так и в частности. Однако, в любом случае, для построения сколь-нибудь серьезно теоретически обоснованной методики, сделать такой шаг необходимо. Эффективность же выбора определяется только практической эффективностью результатов.

1.2. Основные допущения

Наиболее часто используемым общим описанием исследуемых структур (технических, физических и биологических в большей, социальных и экономических в меньшей степени) является их представление в виде динамических систем. По существу это представление позволяет структурировать исследуемый объект (рис.1.а).

В рамках проводимого исследования динамическая система может быть определена следующим образом:

- Динамическая система есть оператор \tilde{R} , осуществляющий преобразование входных переменных $s(t)$ в выходные переменные $y(t)$. При этом значение выхода $y(t)$ в какой-либо момент времени t^* однозначно определяется входными значениями $s(t)$ (для всех $t < t^*$) и внутренним состоянием оператора $\tilde{R}(t^*)$ в текущий момент времени.

В нашем случае $s(t)$ – новости, влияющие на динамику рынка, $y(t)$ – цена товара (либо его объем, либо их комбинация), \tilde{R} – неизвестная модель рынка.

Рассмотрим, прежде всего, особенности входных переменных $s(t)$. Их оценка тесно связана с определением ценовой эффективности рынка, которая в свою очередь влияет на формирование стратегии управления портфелями корпоративных ценных бумаг. Используя в качестве исходного описания $s(t)$ работу Ф.Д.Фабозци (F.J.Fabozzi) «Управление инвестициями», сформируем свое представление о возможности учета влияния новостей на стратегию управления.

Ценовая эффективность рынка подробно рассматривается в 13 главе указанной выше работы. Обращает на себя внимание следующая особенность изложения:

Приемлимым для Фабозци определением ценовой эффективности является определение (стр.253) данное Фама (E.F.Fama). В нем под эффективностью рынка подразумевается некоторая функциональная зависимость между ценовой эффективностью рынка и информацией. Следуя тексту, эту зависимость можно представить в виде, показанном на рис.2.а.

Как видно из рисунка, сильная эффективность по Фама – есть лишь предельное состояние, представленное на графике одной точкой. Несимметричность графика сама по себе вызывает сомнения в «удачности» принятого определения.

Значительно лучше, например, выглядит график типа рис.2.б, поскольку в этом случае для анализа принятой зависимости можно было бы использовать активно развивающуюся теорию нечеткой логики. Но дело даже не в этом. Само определение ценовой эффективности рынка по степени использования информации рынком представляется неточным (может быть, конечно, это неточность перевода, однако...).

Принимаемое в данной работе представление о ценовой эффективности рынка и об особенностях учета влияния новостей на стратегию управления обосновывается следующим образом.

Представляется очевидной теоретическая возможность разделения динамической модели рынка на два последовательно соединенных блока (рис.1.б):

- блок принятия решений \mathcal{K} (реакция участников на информацию) и
- блок осуществления действий R (реакция Рынка на реакцию участников).

Входным воздействием для первого блока является многомерный поток $S(t)$ информации о событиях. Выходом является скалярная (интегральная - по участникам) оценка событий участниками рынка $x(t)$. Входом второго, по построению, является реакция участников рынка на события $x(t)$, выходом - цена $y(t)$. В качестве примера такого рода системы можно представить движение качелей (блок R) в которых находятся люди, обеспечивающие их движение (блок \mathcal{K}). На рис.1.в все участники, обеспечивающие движение объекта, интегрировано разделены на две группы: гр.А - стремится к негативному смещению объекта, гр.В - к позитивному («медведи» и «быки» соответственно ?!).

Примечание: оценка событий участниками рынка $x(t)$ рассматривается здесь как интегральная, поскольку в ординарной ситуации воздействие отдельно взятых участников рынка на его динамику - незначительно. Однако при этом следует иметь в виду, что история Рынка знает примеры управления движением рынка (управляемый рынок) отдельными его субъектами (Ротшильд, Сорос, ЦБ РФ). Обозначим это воздействие через $x_{\text{субъектное}}(t)$ и учтем его при формировании стратегии управления активами.

Теперь, используя выбранное описание рынка, определим понятие его ценовой эффективности. Допустим, что в момент t_0 произошло событие $s(t_0)$. Этот факт выглядит так, как показано на рис.3.а. Информация о событии $s(t_0)$ представляется в виде рис. 3.б (фама останавливается именно на этом представлении). Продвигаясь далее можно увидеть, что существенной является не сама информация о событии, а оценка её участниками рынка (рис.3.в, г, д). Предполагая реакцию участников рынка на событие $s(t_0)$ «оптимальной» (рис.3.д) нетрудно заметить, что ценовая эффективность рынка более полно может быть определена через скорость обработки участниками рынка поступающей информации.

Это подтверждается в частности тем, что здесь «кинсайд» уже не влияет на определение ценовой эффективности рынка – он может иметь место на любом рынке.

Обозначим итоговую реакцию участников рынка на события $s_i(t_0)$ через $x_i^*(t_0)$, и допустим, что реакция $y_i^*(t_0)$ рынка R на $x_i^*(t_0)$ аддитивна. Данное допущение носит исключительно теоретическое значение и необходимо здесь лишь для того, чтобы получить ясное графическое представление о характере ценовой эффективности рынка через зависимость $y^*(t_0) = R\{x^*(t_0)\}$. На рис.4.а,б представлены графики изменения цены, являющиеся реакцией динамической системы R на воздействие $x^*(t_0)$ (рис.3.д.) и указаны предлагаемые уровни ценовой эффективности рынка. Отдельно, на рис.4.в, показана оценка времени Q реакции рынка на рассматриваемое воздействие. Очевидно, что оценка Q является линейной функцией от определяемой здесь ценовой эффективности рынка и поэтому с точностью до нормирующего множителя может считаться оценкой ценовой эффективности рынка. Что и требовалось получить.

В теории систем процесс $x(t)$ называется управляющим воздействием для модели R рынка. Полное движение рынка $y(t)$ представляет собой сумму

$$y(t) = y_{x(t)} + y_{\text{свободное}}(t) \quad (1.1)$$

реакции рынка на управляющее воздействие $x(t)$ и свободное движение рынка, определяемое текущим его состоянием.

В свою очередь формализованное представление $x(t)$, порождающее движение рынка $y_{x(t)}(t)$, может выглядеть следующим образом

$$x(t) = \sum_i c_i \cdot x_i(t, \tau_i) + x_{\text{субъектное}}(t), \quad \text{где} \quad (1.2)$$

$x_i(t, \tau_i)$ – реакция участников рынка на одиночное событие, пик значимости которой пришелся на момент времени τ_i и она либо позитивна ($c_i = 1$), либо негативна ($c_i = -1$),

$x_{\text{субъектное}}(t)$ – уникальное воздействие на динамику рынка, определяемое не информационным потоком, но волей некоторого участника.

Рассматриваемые реакции участников рынка на события, в целом обладают следующими свойствами:

- Могут прогнозироваться только значимые реакции (события),
- Вероятность прогноза реакции (события) не равна единице,
- Малозначимые реакции (события) не прогнозируемы,
- Существует вероятность возникновения значимой реакции из совокупности незначимых и, по определению, непрогнозируемых реакций (т.е. при отсутствии значимого события).

- Эффективное «субъектное» воздействие на динамику рынка не может быть незначительным.

Прогнозирование событий $s(t)$ с большими амплитудами (значимые события) относится к классу задач, решаемых в рамках фундаментального анализа. Допустим, что указанный прогноз произведен и его значимость актуальна. И, более того, будем считать, что разрабатываемая стратегия всегда учитывает результаты, получаемые методами фундаментального анализа.

Тогда (1.2) можно уже представить в виде

$$x_T(t) = \sum_i c_i \cdot x_i(t, \tau_i) - \tilde{X}(t) + x_{\text{субъективное}}(t), \quad \text{где} \quad (1.3)$$

$\tilde{X}(t)$ – прогноз значимых реакций (событий), а остаток $x_T(t)$ с высокой степенью достоверности может быть отнесен к классу сигналов типа «шум».

Полученное формально представление входной переменной $x(t)$ в виде совокупности $\tilde{X}(t)$ значимых реакций (событий), шума $x_T(t)$ от малозначимых реакций (событий) и выделенного $x_{\text{субъективное}}(t)$

$$x(t) = \tilde{X}(t) + x_T(t) + x_{\text{субъективное}}(t) \quad (1.4)$$

позволяет представить (1.1) в виде

$$y(t) = y_{\tilde{X}(t)}(t) + y_{x_T(t)}(t) + y_{\text{субъективное}}(t) + y_{\text{свободное}}(t), \quad \text{где} \quad (1.5)$$

$y_{\tilde{X}(t)}(t)$, $y_{x_T(t)}(t)$, $y_{\text{субъективное}}(t)$, $y_{\text{свободное}}(t)$ – соответствующие реакции рынка.

Подробнее:

$y_{\tilde{X}(t)}(t)$ – реакция рынка на события $s(t)$ с большими амплитудами. Движения рынка данного класса прогнозировать средствами технического анализа не представляется возможным.

$y_{x_T(t)}(t)$ – реакция рынка на шум $x_T(t)$ от малозначимых реакций (событий). Поскольку $y_{x_T(t)}(t)$ по существу также является шумом и существенного влияния на динамику рынка не оказывает, то теоретически возможно эту реакцию сгладить.

$y_{\text{субъективное}}(t)$ – реакция рынка на значимое воздействие $x_{\text{субъективное}}(t)$, осуществляемое уникальным участником.

$y_{\text{свободное}}(t)$ – собственное движение рынка. Данное движение определяется из решения уравнения

$$R[y(t); q(t); t] = 0, \quad \text{где} \quad (1.6)$$

R – функционал, зависящий от текущего состояния выхода $y(t)$, собственных параметров $q(t)$ и времени t . В качестве простейшего представления можно предположить, что функционал (1.6) может быть, например, представлен в виде однородного, нестационарного, линейного дифференциального уравнения вида

$$q_2(t) \cdot \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + q_1(t) \cdot \frac{d y(t)}{dt} + q_0(t) \cdot y(t) = 0. \quad (1.7)$$

Полученное описание (1.4)–(1.7) позволяет сформулировать ряд утверждений, соблюдение которых является необходимым при использовании разрабатываемой в данной работе стратегии «технического» управления портфелем акции.

Утверждение 1. Любые технические системы и индикаторы не позволяют предсказывать события.

Поэтому прогноз процесса (1.4) техническими средствами принципиально невозможен. Противодействие не просчитываемым движениям рынка можно осуществить только одним способом – формированием “stop” сигналов.

Утверждение 2. Существуют длительные интервалы времени, между которыми не происходит значимых событий $\tilde{X}(t)$.

В этом случае процесс (1.4) может быть представлен в виде

$$x(t) \approx 0 + x_T(t) + x_{\text{субъективное}}(t). \quad (1.8)$$

Утверждение 3. Рынок, в котором работает техническая система, не должен быть управляемым – $x_{\text{субъективное}}(t) = 0$.

В этом случае (см. (1.5)) внутри указанного в утверждении 2 временного интервала на модель рынка воздействует только сигнал шума $x_T(t)$

$$x(t) \approx 0 + x_T(t) + 0 \quad \text{так, что} \quad (1.9)$$

$$y(t) \approx 0 + y_{x_T(t)}(t) + 0 + y_{\text{свободное}}(t), \quad (1.10)$$

и на основе корректно примененных методов фильтрации

$$y(t) \approx 0 + 0 + 0 + y_{\text{свободное.фильтр}}(t) \quad (1.11)$$

можно провести так называемый технический анализ состояния рынка и дать текущую оценку его динамики.

Утверждение 4. Рынок, в котором работает техническая система, должен быть малозффективным.

Под эффективностью рынка понимается время Q полной реакции рынка на событие. Если это время равно нулю – рынок абсолютно эффективен (т.е. безынерционен) и любые попытки использования на нем технического анализа недопустимы.

Утверждение 5. Инерционность собственного движения $y_{\text{свободное}}(t)$ рынка R сопоставима со временем Q полной реакции рынка на события. Процедуры фильтрации сигнала $y(t)$ на частотах близких к $\omega = 2 \cdot \pi / Q$ корректны.

В заключение определим понятие идеального управления. Для формального определения идеальной стратегии управления допустим, что ценовая кривая представляет собой синусоиду $A \cdot \sin(\omega \cdot t)$. Очевидно, что идеальные покупки должны

быть осуществлены в точках минимума $t = \frac{3}{2} \cdot \frac{\pi}{\omega} + 2 \cdot \pi \cdot k$, идеальные продажи в точках

максимума $t = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{\omega} + 2 \cdot \pi \cdot k$. Обычно предполагается, что операция продажи – это

закрытие длинных позиций. Такая стратегия не является идеальной, поскольку в

этом случае доход обеспечивается лишь ростовыми участками ценовой кривой. Поэтому всегда в дальнейшем считается, что выполняется следующее утверждение:

Утверждение 6. Идеальная стратегия соответствует переходу в длинную позицию (long) в точках минимума ценовой кривой и переходу в короткую позицию (short) в точках максимума ценовой кривой.

Как было показано ранее, определение экстремальных точек ценовой кривой при использовании технического анализа невозможно, поэтому упоминаемые в Утверждении 6 экстремальные точки следует понимать в более широком толковании. А именно, как критические точки перехода в противоположную позицию.

В дальнейшем, при разработке методики управления активами на рынке ценных бумаг и ее практическом использовании следует учитывать, что

- достоверность проводимого технического анализа обеспечивается только в том случае, когда ограничительные условия, сформулированные в утверждениях 1-6, соблюдены.

1.3. Индикатор МА. Математическое описание.

В данной работе в качестве возможных технических средств управления активами на рынке корпоративных ценных бумаг в принципе будут рассмотрены индикаторы Moving Average (MA), Moving Average Convergence-Divergence (MACD) и Relative Strength Index (RSI). Рассмотрим, прежде всего, индикатор МА, его новую модификацию и технологию его построения.

Применение указанных индикаторов есть динамическое преобразование входных сигналов в выходные (рис.1.1.a). Однако здесь (в отличие от раздела 1.1) в качестве входа $s(t)$ используются совершенно определенные ряды данных. В частности это могут быть сами цены, средневзвешенные (по объему) цены, разного рода котировки цены, собственно сделки и т.д. При этом квантование по времени входного сигнала (выборка данных) может быть различным – минутным, часовым, недельным и т.д. Оператор \tilde{R} , осуществляющий преобразование входной переменной $s(t)$ в выходную переменную $y(t)$ также полностью определен. Детерминированность $s(t)$ и \tilde{R} позволяет однозначно определять $y(t)$. Правила применения индикатора определяются в зависимости от возникающих после выполненного преобразования взаимных соответствий между $s(t)$ и $y(t)$.

Как известно экспоненциальная скользящая средняя (МА) есть решение неоднородного линейного дифференциального уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами

$$T \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = s(t), \quad \text{где} \quad (1.12)$$

T – постоянная времени МА (иначе – окно МА),

$y(t)$ - кривая МА,

$s(t)$ - ценовая кривая.

Полное решение такого рода уравнения есть сумма общего решения соответствующего однородного уравнения (рис.5а)

$$T \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 0, \text{ т.е.} \quad (1.13)$$

$$y_{св}(t) = \frac{y(0)}{T} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T}\right) \quad (1.14)$$

и частного решения неоднородного уравнения (1.12).

В (1.12)-(1.14):

- Из физических соображений ясно, что $T > 0$,
- В силу (1.14) существует $t_r > 0$, такое, что для всех $t > t_r$, решением $y_{св}(t)$ можно пренебречь.
- При построении итоговой кривой следует помнить, что на интервале $(0, t_r)$ она может быть искажена вследствие неточности определения начального значения $y(0)$.

Решение уравнения (1.12) можно осуществить в виде известной итеративной процедуры «припасовывания» начальных условий следующим образом. Пусть по определению $y(0) = s(0)$, постоянная времени фильтра T - задана и ΔT - шаг квантования выборки входного сигнала по времени также задан. Тогда на интервале $(0, \Delta T)$ решение уравнения (1.12) имеет вид

$$y(t) = \frac{y(0)}{T} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T}\right) + s(0) \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{T}\right)\right). \quad (1.15)$$

В конце интервала

$$y(\Delta T) = \frac{y(0)}{T} \cdot \exp\left(-\frac{\Delta T}{T}\right) + s(0) \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta T}{T}\right)\right). \quad (1.16)$$

После смещения начала отсчета в точку ΔT и припасовывания конечного значения $y(t)$ на интервале $(0, \Delta T)$ в начальное значение для интервала $(\Delta T, 2 \cdot \Delta T)$ процедура (1.15)-(1.16) повторяется. Построенная таким образом кривая при $t > t_r$ будет являться искомой траекторией МА (рис.5б).

Проведем теперь оценку общих свойств преобразования (1.12).

Более компактно (1.12) можно представить в операторной форме, сводящей дальнейшие преобразования к алгебраическим

$$y(p) = W(p) \cdot s(p), \text{ где } W(p) = \frac{1}{(1 + p \cdot T)}. \quad (1.17)$$

В частотной области (1.17) представляется в виде

$$y(j \cdot \omega) = W(j \cdot \omega) \cdot s(j \cdot \omega), \quad (1.18a)$$

$$W(j \cdot \omega) = \frac{1}{(1 + j \cdot \omega \cdot T)}. \quad (1.18б)$$

Из (1.18а) видно, что, при заданном входном сигнале $x(j \cdot \omega)$, свойства спектральных характеристик выходного сигнала $y(j \cdot \omega)$ (и, следовательно, самого сигнала $y(t)$) однозначно определяются характером преобразования (1.18б). Данное преобразование является простейшим линейный фильтром с амплитудной и фазовой характеристиками вида (рис.6а)

$$A_{MA}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{(1 + \omega^2 \cdot T^2)}}, \quad (1.19а)$$

$$\varphi_{MA}(\omega) = -\arctg(\omega \cdot T). \quad (1.19б)$$

Функционально этот фильтр гасит высокочастотные компоненты ценовой кривой ($\omega \gg 1/T$) и на любой частоте дает фазовое запаздывание (1.19б) компонентов сигнала. На рис.6 б-г представлены результаты преобразования трех типов сигналов фильтром (1.19):

- На рис.6.б построена МА в случае, когда ценовая кривая является синусоидой. Разумеется, предположение о гармоническом характере ценовой кривой условно и необходимо лишь в целях выявления общих закономерностей в взаимодействии цены $x(t)$ и индикатора $y(t)$. Известны две стратегии принятия решения при работе с МА – либо совершение операций в точках пересечения $x(t)$ и $y(t)$, либо совершение операций при изменении знака производной $y(t)$. Вторая стратегия более ущербна в силу значительного запаздывания в принятии решения и поэтому здесь не рассматривается. Как видно из рисунка смещение во времени точки принятия решения относительно идеальной стратегии определяется не только постоянным запаздыванием процесса $y(t)$ относительно $x(t)$, но и амплитудными искажениями (1.19 а). В силу особенностей фильтра (1.19) – его примитивности – на последнее обстоятельство никто внимания не обращает.
- На рис.6.в построена МА в случае, когда ценовая кривая является двухкомпонентной гармонической кривой. Здесь показано, что устранение амплитудных искажений на интервале частот $(0, \frac{1}{T})$ дает значительное улучшение в принятии решения о перемене позиции (кривая $y1(t)$).
- На рис.6.г построена МА в случае, когда к гармонической одночастотной ценовой кривой добавлен сигнал шума с размахом до 15% от амплитуды $x(t)$. Здесь также видно, что предлагаемая в данной работе техника определения перемены позиции имеет явные преимущества перед классической.

Назовем предлагаемый вариант индикатора модифицированной скользящей средней – Modified Moving Average (ММА). Его можно получить за счет повышения порядка дифференциального уравнения. Форсирование сглаженной кривой МА можно получить, если вместо уравнения (1.12) использовать уравнение

$$T_1^2 \cdot \frac{d^2 y_1(t)}{dt^2} + 2 \cdot T_1 \cdot \frac{dy_1(t)}{dt} + y_1(t) = \tau \cdot \frac{dc(t)}{dt} + c(t), \quad \text{где дополнительно} \quad (1.20)$$

τ - коэффициент форсажа.

Частотные характеристики для (1.20) имеют вид

$$A_{FMA}(\omega) = \frac{\sqrt{(1 + \omega^2 \cdot \tau^2)}}{(1 + \omega^2 \cdot T^2)}, \quad (1.21a)$$

$$\varphi_{FMA}(\omega) = -2 \cdot \arctg(\omega \cdot T) + \arctg(\omega \cdot \tau). \quad (1.21б)$$

Из (1.21a) видно, что, при $\omega = \frac{1}{T}$ и $\tau = \sqrt{3} \cdot T$, получим $A_{FMA}(\frac{1}{T}) = 1$. При этом

$\varphi_{FMA}(\frac{1}{T}) \approx 30^\circ$, в отличие от $\varphi_{MA}(\frac{1}{T}) \approx 45^\circ$, получаемых для простой скользящей средней согласно (1.19). Таким образом, фильтрация (1.20), позволяет, при той же степени сглаженности ценовой кривой, получить индикаторную кривую с уменьшенным на треть запаздыванием и полтора раза увеличенной амплитудой на заданной частоте.

На рис.7 показана последовательность выборки данных $x(t)$ и кривые МА и FMA. Здесь также видно, что FMA более эффективна по сравнению с традиционной МА.

Предложения по построению «эффективной» кривой, т.е. выбору параметра T в соответствующих уравнениях, будут рассмотрены ниже.

1.4. Индикатор "MACD line". Математическое описание.

Принцип управления, основанный на определении точек пересечения ценовой кривой $x(t)$ со сглаженной $y_{*MA}(t)$, по существу представляет собой идеологию построения кривых MACD. Действительно, для получения MACD-структуры достаточно в паре $\{x(t), y_{*MA}(t)\}$ заменить ценовую кривую на какую-либо скользящую среднюю.

Формально "MACD line" (А.Элдер, подробности стр. 153) есть решение следующей системы уравнений:

$$T_1 \cdot \frac{dy_1(t)}{dt} + y_1(t) = c(t), \quad T_2 \cdot \frac{dy_2(t)}{dt} + y_2(t) = c(t), \quad y_3(t) = y_1(t) - y_2(t), \quad (1.22)$$

$$T \cdot \frac{dy_4(t)}{dt} + y_4(t) = y_3(t), \quad y(t) = y_3(t) - y_4(t), \quad \text{или компактно}$$

$$y(s) = W_{MACD}(s) \cdot c(s), \quad \text{где} \quad W_{MACD}(s) = \frac{T_3 \cdot (T_1 - T_2) \cdot s^2}{(1 + s \cdot T_1) \cdot (1 + s \cdot T_2) \cdot (1 + s \cdot T_3)} \quad \text{и} \quad (1.23a)$$

$T_1 > T_2 > T_3$ - например, соответствующие 26-, 12- и 9-дневные ЭСС.

Таким образом MACD - это линейный фильтр с понятными амплитудной

$$A_{MACD}(\omega) = \frac{T_3 \cdot (T_1 - T_2) \cdot \omega^2}{\sqrt{(1 + \omega^2 \cdot T_1^2) \cdot (1 + \omega^2 \cdot T_2^2) \cdot (1 + \omega^2 \cdot T_3^2)}} \quad (1.24a)$$

и фазовой характеристикой

$$\varphi_{MACD}(\omega) = \pi - \arctg(\omega \cdot T_1) - \arctg(\omega \cdot T_2) - \arctg(\omega \cdot T_3). \quad (1.24б)$$

Следовательно, фильтр MACD может быть отнесен к классу полосовых фильтров, который, во-первых, гасит низкочастотные и высокочастотные компоненты ценовой кривой и, во-вторых, до точки ω^* , пока $\varphi(\omega) > 0$, (низкие частоты) дает фазовое упреждение компонентов сигнала.

Рассматривая MACD чуть более детально по рис.8, в его структуре можно обнаружить каскад последовательно соединенных, однотипных модулей. Каждый из них реализует принцип управления принятыми решениями, основанный на определении точек пересечения двух кривых. Более того, классическая трактовка операции $\psi(t) = \langle \psi_{\text{контрольное}}(t) - \psi_{\text{базисное}}(t) \rangle$ заключается в том, что оценивается не собственное движение $\psi_{\text{контрольное}}(t)$, но его отклонение от базисной кривой $\psi_{\text{базисное}}(t)$. При этом точка $\psi(t) = \langle \psi_{\text{контрольное}}(t) - \psi_{\text{базисное}}(t) \rangle = 0$ соответствует точке, в которой эти кривые пересекаются. Записав (1.24) в каскадной форме

$$A_{MACD}(\omega) = \frac{(T_1 - T_2) \cdot \omega}{\sqrt{(1 + \omega^2 \cdot T_1^2) \cdot (1 + \omega^2 \cdot T_2^2)}} * \frac{T_3 \cdot \omega}{\sqrt{(1 + \omega^2 \cdot T_3^2)}} \quad (1.25a)$$

$$\varphi_{MACD}(\omega) = (\pi/2 - \arctg(\omega \cdot T_1) - \arctg(\omega \cdot T_2)) + (\pi/2 - \arctg(\omega \cdot T_3)), \quad (1.25b)$$

можно заметить, что первый модуль есть дифференцирование дважды сглаженного входного для него сигнала, а второй - дифференцирование однократно сглаженного соответствующего входного сигнала.

Проанализируем теперь (1.23a). Эта формула построена в рамках классической операции формирования разности двух сглаженных ценовых кривых. Получающаяся в этом случае амплитудная характеристика фильтра (1.24a) в явной форме зависит от постоянных времени T_1, T_2, T_3 . И более того - от разности $(T_1 - T_2)$. Это обстоятельство приводит к тому, что, во-первых, форма кривой MACD зависит от $(T_1 - T_2) \cdot T_3$ как от масштабного коэффициента, и, во-вторых, не допускает сближения T_1 и T_2 в силу наличия разности $(T_1 - T_2)$. Приведение (1.23a) к виду

$$W_{MACD}(s) = \frac{s^2}{(1 + s \cdot T_1) \cdot (1 + s \cdot T_2) \cdot (1 + s \cdot T_3)} \quad (1.23b)$$

позволяет снять оба указанных выше ограничения.

Обобщение, которое можно сделать, анализируя (1.19) и (1.25), сводится к следующему:

- Индикаторы типа MA, MACD, TRIX и проч. относятся к классу линейных сглаживающих фильтров.
- В случае, когда основное движение рынка (иначе - частотный диапазон значимых сигналов) известно, возможно построение фильтра с заданными амплитудными $A_{\text{желаемое}}(\omega)$ и фазовыми $\varphi_{\text{желаемое}}(\omega)$ характеристиками. Разумеется, что построенный таким образом индикатор будет давать достоверные оценки текущего состояния рынка только в том случае, если исходные оценки динамики рынка (т.е. оценки параметров индикатора) также достоверны. Вариант решения этой проблемы будет рассмотрен ниже.

1.5. Индикатор "RSI". Математическое описание.

Индекс относительной силы в первоисточнике описывается в виде

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}, \quad \text{где} \quad (1.26)$$

RS - отношение экспоненциально сглаженного скользящего среднего (ЭСС) прироста цены к ЭСС падений цены за n периодов.

Пусть $x(t)$ - ЭСС цены. Тогда «прирост» и «падение» ЭСС цены есть ни что иное, как ее производная $x'(t)$ соответствующего знака. «Прирост» ЭСС цены определяется выражением $(x'(t) + |x'(t)|)/2$, а «падение» выражением $(-x'(t) + |x'(t)|)/2$. «Прирост (падение) за n периодов» суть определенные интегралы от представленных выше выражений:

$$z^+(t) = \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} (x'(t) + |x'(t)|) dt = \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt + \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} x'(t) dt, \quad (1.27a)$$

$$z^-(t) = \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} (-x'(t) + |x'(t)|) dt = \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt - \frac{1}{2} \cdot \int_t^{t+n\tau} x'(t) dt, \quad (1.27б)$$

где n - число периодов,

τ - длительность периода.

Подстановка (1.27а,б) в (1.26) дает

$$RSI(t) = 50 \cdot \left\{ 1 + \frac{\int_t^{t+n\tau} x'(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt} \right\}. \quad (1.27в)$$

Единица в скобках выражения (1.27в) определяет смещение графика относительно оси ординат, нормирующий множитель «50» масштабирует его по этой же оси. Поскольку оба эти параметра принципиального значения при использовании данного индикатора не имеют, то его поведение определяется только отношением

$$R(t) = \frac{\int_t^{t+n\tau} x'(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt}. \quad (1.28)$$

Прежде чем перейти к анализу (1.28), отметим, что замечание сделанное в работе Р.В.Колби и Т.А.Мейерса «Энциклопедия технических индикаторов рынка» ошибочно. Авторы утверждают, что «Однако благодаря использованию отношений в расчете индекса, RSI подвержен колебаниям и случайным изменениям, не свойственным сглаженным индикаторам, не основанных на отношениях.» Ошибочность данного утверждения следует непосредственно из (1.28). Действительно, знаменатель выражения (1.28) является интегралом от знакопостоянной функции и,

более того, всегда больше или равен числителю этого выражения. Следовательно, никаких колебательных эффектов и случайных изменений такая дробь не вызывает.

Далее. Из (1.28) следует, что $R(t)$ меняется в диапазоне $[-1;+1]$. Минимальное значение соответствует случаю падающего тренда длиной большей $(n \cdot \tau)$, максимальное – аналогичному растущему тренду. Заметим, что в случае применения базовой формулы (1.27в) абсолютно аналогичные изменения будут происходить в диапазоне $[0;100]$.

Допустим теперь, что кривая ЭСС цены $x(t)$ является проинтегрированной функцией Уолша $Iwal(t) = \int wal(l,T)dt$ (или иначе – «пилой», рис. 9 а,б)

$$x(t) = Q + A \cdot Iwal(t), \text{ где } Q > A > 0. \quad (1.29)$$

Для заданной ЭСС цены $x(t)$ единственным варьируемым параметром в (1.28) (следовательно, и в (1.26)–(1.27)) является величина $(n \cdot \tau)$ – окно определенного интеграла. Поэтому для анализа поведения RSI в случае (1.29) необходимо и достаточно определить особенности изменения характера $RSI(t)$ в зависимости от изменения соотношения $\frac{\text{окно_интеграла}}{\text{Период_процесса}} = \frac{(n \cdot \tau)}{T}$. Здесь возможны следующие случаи:

- $(n \cdot \tau) \leq \frac{T}{2}$ – Окно интеграла не больше полупериода процесса $x(t)$. На рис.9г представлен график изменения числителя оценки индекса (1.28).

Особенности:

- амплитуда равна $\frac{4A}{T} \cdot n \cdot \tau$;
- начало наклонного участка (в принятых терминах – выход из зоны перекупленности/перепроданности (ПП)) совпадает с экстремальными точками «ценовой» функции $Iwal(t)$.

- $(n \cdot \tau) = \frac{T}{2}$ – Окно равно полупериоду (рис.9д). Особенности:

- амплитуда равна $\frac{4A}{T} \cdot n \cdot \tau$;
- Отсутствуют зоны ПП. Экстремумы совпадают с экстремумами «ценовой» функции $Iwal(t)$.

- $\frac{T}{2} \leq (n \cdot \tau) \leq T$ – Окно больше полпериода и меньше периода (рис.9е).

Особенности:

- амплитуда уменьшается и равна $\frac{4A}{T} \cdot (\frac{T}{2} - \varepsilon)$, где $\varepsilon = n \cdot \tau - \frac{T}{2}$;
- выход из зоны перекупленности/перепроданности (ПП) происходит с запаздыванием по отношению к экстремальным точкам «ценовой» функции $Iwal(t)$.
- $(n \cdot \tau) = T$ – амплитуда равна нулю – кривая индекса исчезает.

- $(n \cdot \tau) = q \cdot T + \varepsilon > q \cdot T$ - Окно больше q периодов (рис.9ж). Особенности:

о В силу равенства $\int_t^{t+q \cdot T + \varepsilon} x'(t) dt = \int_t^{t+q \cdot T} x'(t) dt + \int_{t+q \cdot T}^{t+q \cdot T + \varepsilon} x'(t) dt = 0 + \int_{t+q \cdot T}^{(t+q \cdot T) + \varepsilon} x'(t) dt$ свойства изменения числителя оценки индекса (1.28) в данном диапазоне совпадают с рассмотренными выше.

- Знаменатель оценки индекса (1.28) равен

$$\int_t^{t+n \cdot \tau} |x(t)| dt = \frac{4A}{T} \cdot n \cdot \tau, \text{ при } (n \cdot \tau) \leq T \quad (1.30a)$$

$$\int_t^{t+n \cdot \tau} |x(t)| dt = 4 \cdot A \cdot q + \frac{4A}{T} \cdot \varepsilon, \text{ при } (n \cdot \tau) = q \cdot T + \varepsilon > q \cdot T \quad (1.30б)$$

Особенности:

- В случае (1.30а) кривые $RSI(t)$ и $R(t)$ достигают зон насыщения ПП.
- В случае (1.30б) кривые $RSI(t)$ и $R(t)$ не достигают зон насыщения ПП, поскольку, по сравнению с (1.30а), знаменатель увеличивается на величину $4 \cdot A \cdot q$, кратную числу q дополнительных включенных в расчет периодов.
- В любом случае, для заданного (τ) знаменатель оценки индекса (1.28), равно как и знаменатель в формуле самого индекса RSI (1.27в), не зависит от времени (см. (1.30)). Т.е. является нормирующей константой в динамике RSI . Следовательно поведение RSI определяется в рассматриваемом случае только числителем в (1.27в) и в (1.28).

Приведенное выше описание поведения составляющих индикатора RSI показывает, что наиболее достоверно RSI фиксирует условия выхода из зоны ПП (перекупленность/перепроданность) в том случае, когда ширина окна интегрирования меньше полупериода колебания цены. Во всех остальных случаях имеет место искажение в оценке поведения цены.

Выдвинутое на начальном этапе анализа предположение о периодичности движения цены (1.29) в дальнейшем может быть снято. Действительно, допустим, что цена $x(t)$ представлена теперь индикатором ZigZag $x_{ZigZag}(t)$ (рис.10а). В отличие от процесса рис. 9а, для которого в каждый текущий момент может быть стандартно определена фаза процесса (внутри периода фаза процесса непрерывно меняется от 0 до $2 \cdot \pi$), для $x_{ZigZag}(t)$ фаза процесса может быть задана лишь в дискретные моменты времени ($0, \pi$ и $2 \cdot \pi$ - в соответствующих точках излома кривой $x_{ZigZag}(t)$). В этом случае также можно ввести понятие «полупериода» $\Pi/2$ рассматриваемого движения цены $x_{ZigZag}(t)$ - им является длительность тренда, минимальная среди наблюдаемых в процессе.

Если варьируемый параметр RSI задать исходя из условия

$$(n \cdot \tau) \leq \frac{\Pi}{2}, \quad (1.31)$$

то очевидно, что на рассматриваемом участке индикатор RSI при равной скорости изменения трендов не сформирует ни одного ложного сигнала. В случае не выполнения приведенного условия число ошибочно сформированных сигналов будет в точности равно числу нарушения условия $(n \cdot \tau) \leq L_i$ (где L_i - длительность i -го тренда).

Переход от индикативной кривой $x_{ZigZag}(t)$ к реальной $x(t)$ осуществляется достаточно просто, если представить последнюю в виде

$$x(t) = x_{ZigZag}(t) + x_{шума}(t), \quad \text{где} \quad (1.32)$$

$x_{шума}(t)$ - невязка между $x(t)$ и $x_{ZigZag}(t)$.

Подстановка (1.31) в (1.28) дает

$$R(t) = \frac{\int_t^{t+n\tau} x'_{ZigZag}(t) dt + \int_t^{t+n\tau} x'_{шума}(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt} = \frac{\int_t^{t+n\tau} x'_{ZigZag}(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt} + \frac{\int_t^{t+n\tau} x'_{шума}(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt}. \quad (1.33)$$

Поведение первого слагаемого в (1.33) подробно проанализировано выше. Второе слагаемое относится к случаю, когда $(n \cdot \tau)_{шума} \ll (n \cdot \tau)$ (т.е. «полупериод» $(\Pi/2)_{шума} \ll (\Pi/2)_{ZigZag}$) и, следовательно, интеграл числителя существенно меньше интеграла знаменателя. Формула (1.33) подтверждает целесообразность использования заниженных уровней ПП (в классической технике применения индикатора RSI это уровни 30 и 70), компенсирующих ошибки, вызываемые наличием второго слагаемого в выражении $R(t)$.

Таким образом, проведенное исследование позволяет дать обоснованное объяснение особенностям поведения RSI отмеченным в работе Р.В.Колби и Т.А.Мейерса «Энциклопедия технических индикаторов рынка». Колебания и случайные изменения RSI вызваны:

- либо нарушениями условия $(n \cdot \tau) \leq L_i$ (где L_i - длительность i -го тренда) нормальной работы индикатора, характерных для «больших» значений параметра $(n \cdot \tau)$;

- либо наличием значительной компоненты $\frac{\int_t^{t+n\tau} x'_{шума}(t) dt}{\int_t^{t+n\tau} |x'(t)| dt}$ в (1.33),

характерной для «малых» значений параметра $(n \cdot \tau)$.

Выполнение условия (1.31) имеет принципиальное значение при анализе сигналов формируемых индикатором RSI. Действительно, допустим, что условие не выполнено. В этом случае нарушение условия (1.31) может привести как к нечувствительности RSI к возникновению нового тренда

$\{RSI_{\text{Сценарий1}}(t \in (t_1, t_2)) = const\}$ (рис.10а, сценарии 1), так и к невосприимчивости этого индикатора к новизне тенденции $\{RSI_{\text{Сценарий2}}(t_{\phi}) = RSI_{\text{Сценарий3}}(t_{\phi})\}$ (рис.10а, сценарии 2-3). Указанные особенности неустранимы, поскольку обусловлены спецификой самого индикатора (1.28) – порядок суммирования в интегралах не имеет значения, а сам RSI может быть специфицирован как интегральная оценка процесса изменения цены.

Более того, нетрудно показать, что в общем случае произвольной скорости изменения цены в начале и в конце окна RSI (рис.10б), индикатор может выдавать ложные сигналы не только по уровню но и по направлению изменения. Введем следующие обозначения

$$A_1 = \int_a^b |x'(t)| dt, \quad R = \int_b^c x'(t) dt, \quad A_2 = \int_c^d |x'(t)| dt = K \cdot A_1, \quad Q = \int_b^c |x'(t)| dt.$$

Тогда вариация индикатора

$$R(d) - R(c) =$$

$$\frac{R + A_2}{Q + A_2} - \frac{A_1 + R}{A_1 + Q} = \frac{A_1 \cdot (Q - R) \cdot (K - 1)}{(Q + K \cdot A_1) \cdot (Q + A_1)}, \quad (1.34a)$$

$$\frac{R + A_2}{Q + A_2} - \frac{-A_1 + R}{A_1 + Q} = \frac{A_1 \cdot (Q - R) \cdot (K - 1)}{(Q + K \cdot A_1) \cdot (Q + A_1)} + \frac{2 \cdot A_1}{(Q + A_1)}, \quad (1.34б)$$

$$\frac{R - A_2}{Q + A_2} - \frac{A_1 + R}{A_1 + Q} = - \left\{ \frac{A_1 \cdot (Q + R) \cdot (K - 1)}{(Q + K \cdot A_1) \cdot (Q + A_1)} + \frac{2 \cdot A_1}{(Q + A_1)} \right\}, \quad (1.34в)$$

$$\frac{R - A_2}{Q + A_2} - \frac{-A_1 + R}{A_1 + Q} = - \frac{A_1 \cdot (Q + R) \cdot (K - 1)}{(Q + K \cdot A_1) \cdot (Q + A_1)}. \quad (1.34г)$$

Из (1.34) видно, что

- при $K = 1$, как и было отмечено выше, RSI не изменяет своего значения при равномоном и синхронном изменении цены на (a, b) и (c, d) . RSI изменяется в том же направлении, что и цена, если движение цены на (a, b) и (c, d) асинхронно.
- при $K > 1$ (изменение цены на (c, d) больше чем на (a, b)) RSI изменяется синхронно с ценой на (c, d) .
- при $K < 1$ (изменение цены на (c, d) меньше чем на (a, b)) RSI изменяется в асинхронно с ценой на (c, d) .

Следовательно, как в первом, так и в последнем случае RSI формирует недостоверную информацию.

Итак,

1. RSI – нормированная интегральная оценка (1.27в), (1.28) качества ценовой кривой;
2. RSI может сформировать ложные сигналы даже на этапе анализа известной ценовой характеристики.

3. Наиболее эффективно RSI должен работать в режиме, при котором соблюдаются следующие ограничения:

- $(n \cdot \tau) \gg (d - c)$, когда с достаточной для практических приложений можно считать что $K=1$ и
- $(n \cdot \tau) < (\Pi/2)$, когда окно суммирования в (1.27в), (1.28) меньше «полупериода» колебания цены, который качественно может быть определен как последний нединамический участок индикатора ZigZag $(\Pi/2)_{ZigZag}$.

4. По характеру преобразования и целям построения альтернативным индикатором по отношению к RSI является линейная регрессия ценовой кривой, которая позволяет получать более устойчивые сигналы управления активами.

1.6. Стратегия управления активами. Формальные построения.

Траектория движения цены обладает общим, пока никем не оспариваемым свойством – она колебательная. Правила принятия решений при управлении активом должны формироваться в первую очередь именно на использовании этого характерного признака.

Как известно, традиционными для участников рынка являются два определения его типовых движений. Это – тренд (trend) и флат (flat), направленное и боковое движение рынка соответственно. На рисунке 11а эти движения представлены таким образом, чтобы было видно, что единственным различием между ними является отношение размаха движения к спреду. Поэтому для определения основных правил принятия решений достаточно (на уровне формальных построений) рассмотреть движение рынка в режиме простых гармонических колебаний (рис.11б), а затем в режиме колебаний в классе функций Уолша (рис.11а)

Итак, пусть исходное движение описывается гармоническим законом

$$C(t) = Q + A \cdot \sin(\omega \cdot t) = Q \cdot (1 + \xi \cdot \sin(\omega \cdot t)), \text{ где} \quad (1.35)$$

$Q > A; \xi < 1$, т.к. цена не может быть отрицательной.

Как отмечалось выше, в разделе 1.1, идеальные покупки должны быть осуществлены

в точках минимума $t = \frac{3}{2} \cdot \frac{\pi}{\omega} + 2 \cdot \pi \cdot k$, идеальные продажи в точках максимума

$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{\omega} + 2 \cdot \pi \cdot k$ рассматриваемой ценовой кривой. Поскольку торговые операции

осуществляются при наличии спреда, ценовую кривую необходимо представить в виде

рис.11б. В этом случае цена при идеальной покупке равна $C_{покупка} = Q \cdot (1 - \xi) + \delta$, при

идеальной продаже $C_{продажи} = Q \cdot (1 + \xi) - \delta$. Здесь $\Delta = 2 \cdot \delta$ – спред. Профит, при

начальном капитале $P=1$ (здесь и далее – без учета потери на комиссионных и проч.), равен

$$P_{\text{var}} = 2 \cdot \frac{(Q \cdot \xi - \delta)}{Q \cdot (1 - \xi) + \delta} \quad (1.36)$$

Из (1.35) видно, что $P_{\text{var}} = 0$ только при $Q \cdot \xi - \delta = 0$. Обозначив через $L_{\text{тренда}} = 2 \cdot Q \cdot \xi$ - размах монотонного участка полувольты процесса (1.35), последнее условие можно представить в виде

$$P_{\text{var}} = 0 \quad \text{при} \quad L_{\text{тренда}} = \Delta. \quad (1.37)$$

Интересно, что

$$\frac{d(P_{\text{var}})}{d\delta} = -2 \cdot \frac{Q}{(Q \cdot (1 - \xi) + \delta)^2} \quad (1.38)$$

строго отрицательна и, следовательно, с ростом спреда P_{var} монотонно убывает, а

$$\frac{d(P_{\text{var}})}{d\xi} = 2 \cdot \frac{Q^2}{(Q \cdot (1 - \xi) + \delta)^2} \quad (1.39)$$

строго положительна и с ростом амплитуды колебания P_{var} монотонно возрастает.

Таким образом, непосредственно из (1.37)-(1.39) следуют основные правила оценки статических свойств актива:

- В том случае, когда величина спреда сопоставима с размахом колебаний цены - получение прибыли по выбранной акции невозможно.
- Рост спреда уменьшает доход.
- Относительный рост амплитуды увеличивает доход.

Поскольку относительная амплитуда колебания, в отличие от значения спреда, в текущий момент неизвестна, то можно предложить в качестве сравнительной оценки различных акций формулу (1.36) в которой предполагается, что эта амплитуда обеспечивает одинаковое относительное приращение цены.

Например, на момент 17:30 21.06.2001

эмитент	Bid	Ask	Spread	Q	ξ									
					0.1000	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000	
eesr	3.315	3.317	0.002	3.316	0.1104	0.2491	0.4273	0.6650	0.9976	1.4962	2.3266	3.9850	8.9400	
rtkm	27.16	27.2	0.04	27.18	0.1093	0.2477	0.4256	0.6626	0.9941	1.4908	2.3171	3.9635	8.8550	
lkoh	389.02	389.6	0.58	389.31	0.1093	0.2477	0.4255	0.6625	0.9941	1.4907	2.3169	3.9630	8.8532	
sngs	7.95	7.967	0.017	7.9585	0.1085	0.2467	0.4242	0.6608	0.9915	1.4867	2.3098	3.9472	8.7909	
иркутскэнерго	2.248	2.264	0.016	2.256	0.1024	0.2390	0.4142	0.6472	0.9720	1.4564	2.2564	3.8288	8.3377	

Из таблицы видно, что, независимо от величины ξ , относительное качество бумаги достаточно стабильно (акции в верхней части таблицы лучше расположенных ниже).

Выше предполагалось, что индикаторная кривая пересекается с ценовой в её экстремальных точках. Однако реально (см. раздел 1.1), в рамках технического анализа, такая индикация фазового изменения цены невозможна. Как видно из рис.11в запаздывание, характерное для сглаженных индикаторных кривых, может быть учтено за счет введения в (1.36) величины фазовой коррекции $\xi = \xi \cdot \cos(\theta)$

$$P_{\text{var}} = 2 \cdot \frac{(Q \cdot \xi - \delta)}{Q \cdot (1 - \xi) + \delta} \quad (1.40)$$

и сведено таким образом к некоторому снижению ожидаемой амплитуды движения. Таким образом все утверждения, справедливые для идеальной индикации, верны и для реальной. А плохой индикатор плох (равно как и хороший - хорош) вне зависимости от выбора типа акции.

Рассмотрим теперь движение рынка, которое представляется трендовыми линиями (индикатор "Zigzag"), т.е. описывающееся модулированной функцией Уолла (рис.12а). Для формирования стратегии управления достаточно рассмотреть участок ценовой кривой, содержащий две узловых точки изменения направления движения (как показано на рис.12б). На этом рисунке отмечены:

- $2 \cdot A$ - размах движения - непредсказуем.
- $\Delta = 2 \cdot \delta$ - спрэд - известен.
- $R_{\text{роста}}$ - время жизни тренда - непредсказуемо.
- $dR_{\text{индикатора}}$ - запаздывание, характеризующее качество индикатора - может быть оценено только приблизительно. Здесь, в силу не существенности, предполагается, что запаздывания при переходе в позицию равны друг другу.
- M_0 - точка перехода в позицию "Long" - определяется.
- M_1 - точка перехода на линию продажи - определяется.
- M_2 - точка безубыточности - определяется.
- M_3 - точка максимума дохода - непредсказуема.
- M_4 - точка перехода в позицию "Short" - определяется.

В том случае, когда при разработке стратегии управления активом в качестве целевой функции выбирается максимизация дохода (а не доходности), от рис.11 можно перейти к рис.12, где

- $P_0 = \frac{M_0}{M_0} \cdot P - P = 0$ - стартовый доход от начального капитала P .
- $P_1 = \frac{M_1}{M_0} \cdot P - P < 0$ - доход в случае закрытия позиции на уровне M_1 . Здесь и далее предполагается возможность частичного закрытия позиции.
- $P_2 = \frac{M_2}{M_0} \cdot P - P = 0$ - доход в случае закрытия позиции на уровне M_2 .

- $P_3 = \frac{M_3}{M_0} \cdot P - P > 0$ - доход в случае закрытия позиции на уровне M_3 .

Максимально возможный доход в случае полного закрытия позиции.

- $P_4 = \frac{M_4}{M_0} \cdot P - P$ - > 0 , либо < 0 - в зависимости от качества индикатора и величины размаха движения - доход в случае закрытия позиции на уровне M_3 .

Время τ нормируется таким образом, что интеграл от рассматриваемой функции на интервале (τ_2, τ_4) равно единице.

Анализ функции $P(t)$ показывает, что, в рамках заданной условиями задачи неопределенности, проблема максимизации прибыли связана с определением условий принятия решения о моментах и объеме закрытия позиции.

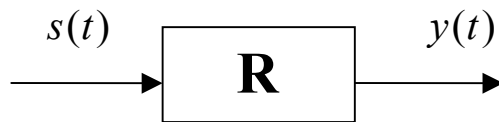


Рис. 1.а Общее представление динамической системы.

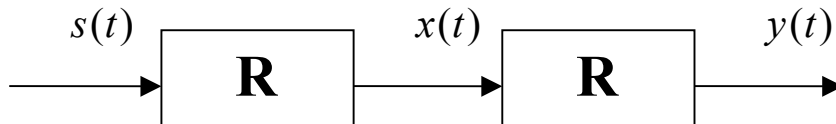


Рис. 1.б Представление динамической системы в виде последовательного соединения блока принятия решений и блока осуществления действий.

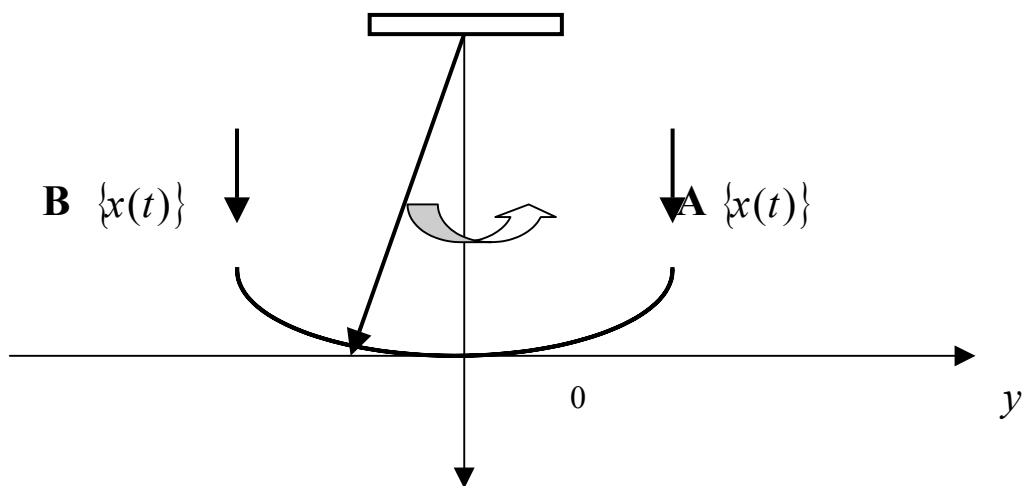


Рис. 1.в Механистическая аналогия ценовой динамики.

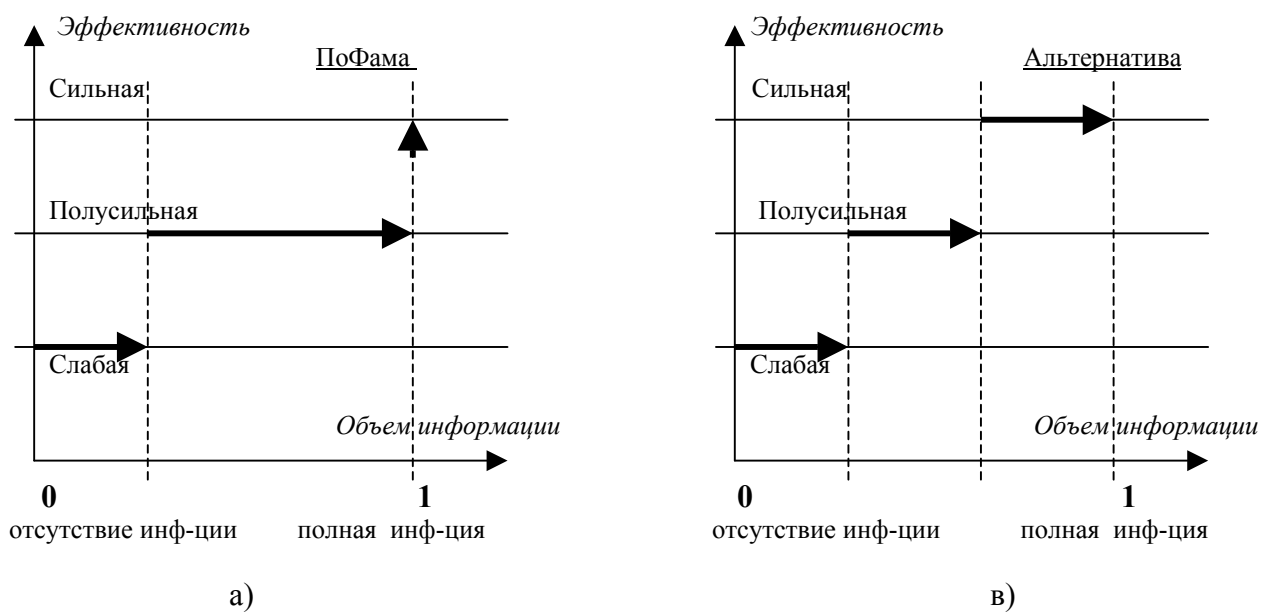


Рис. 2. Ценовая эффективность рынка по Фама и возможная альтернатива.

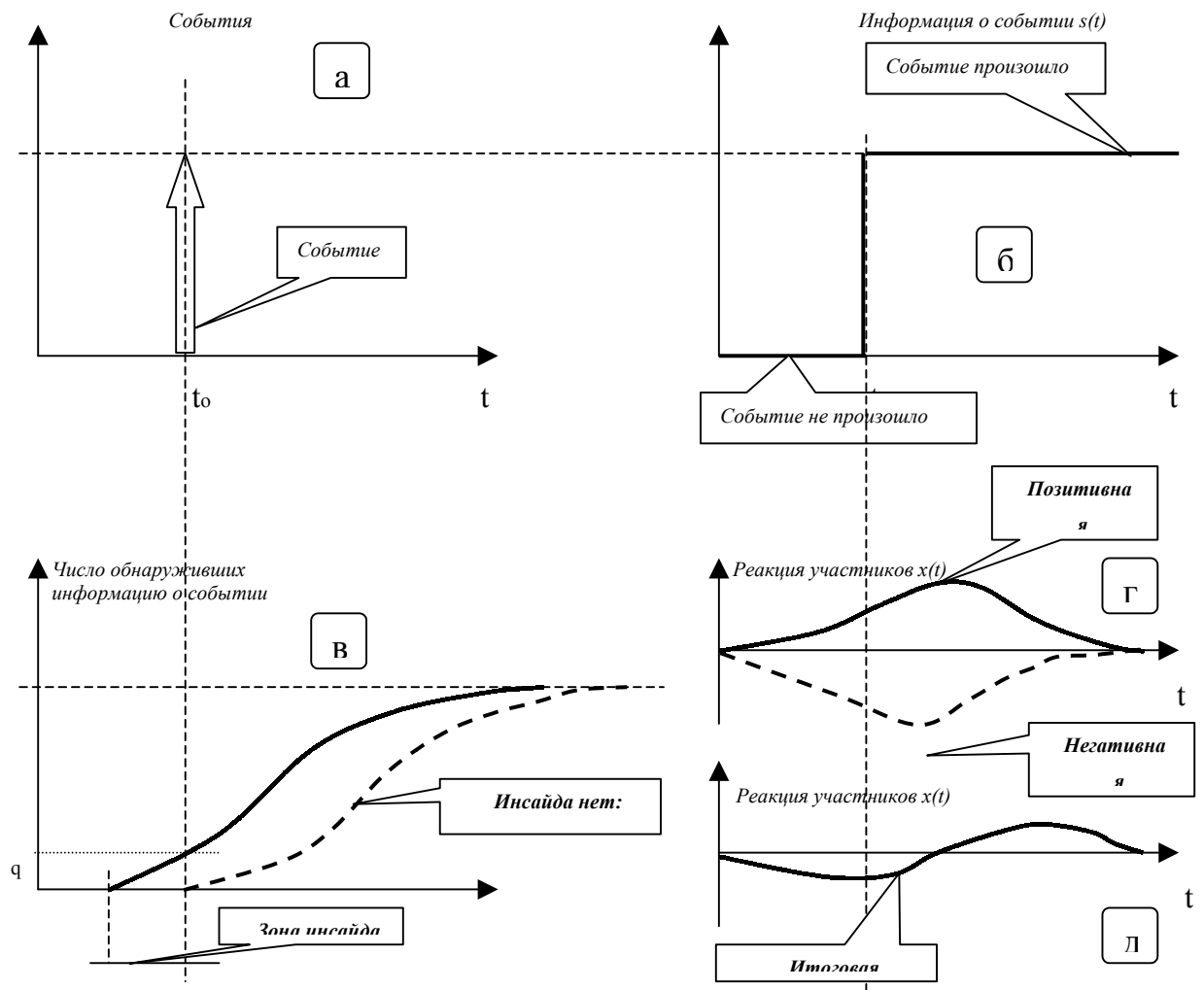


Рис. 3. Трансформация события в блоке принятия решений.

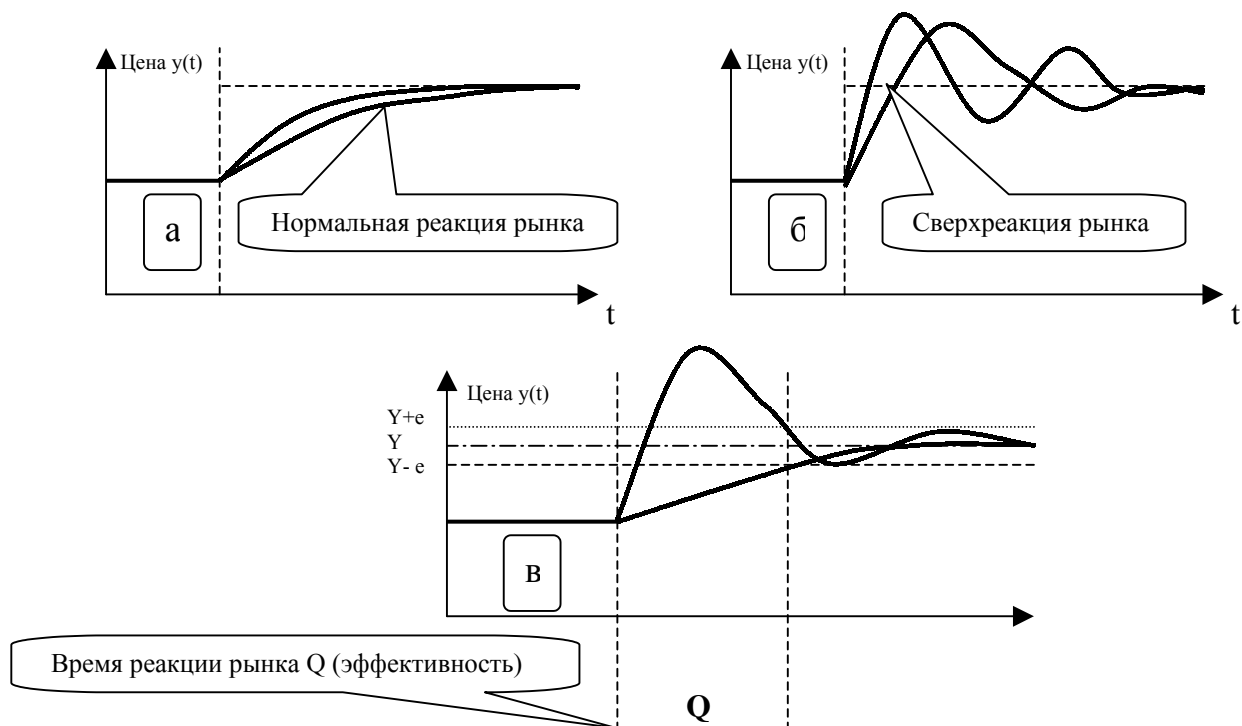


Рис. 4. Оценка эффективности рынка по времени Q его реакции на событие.

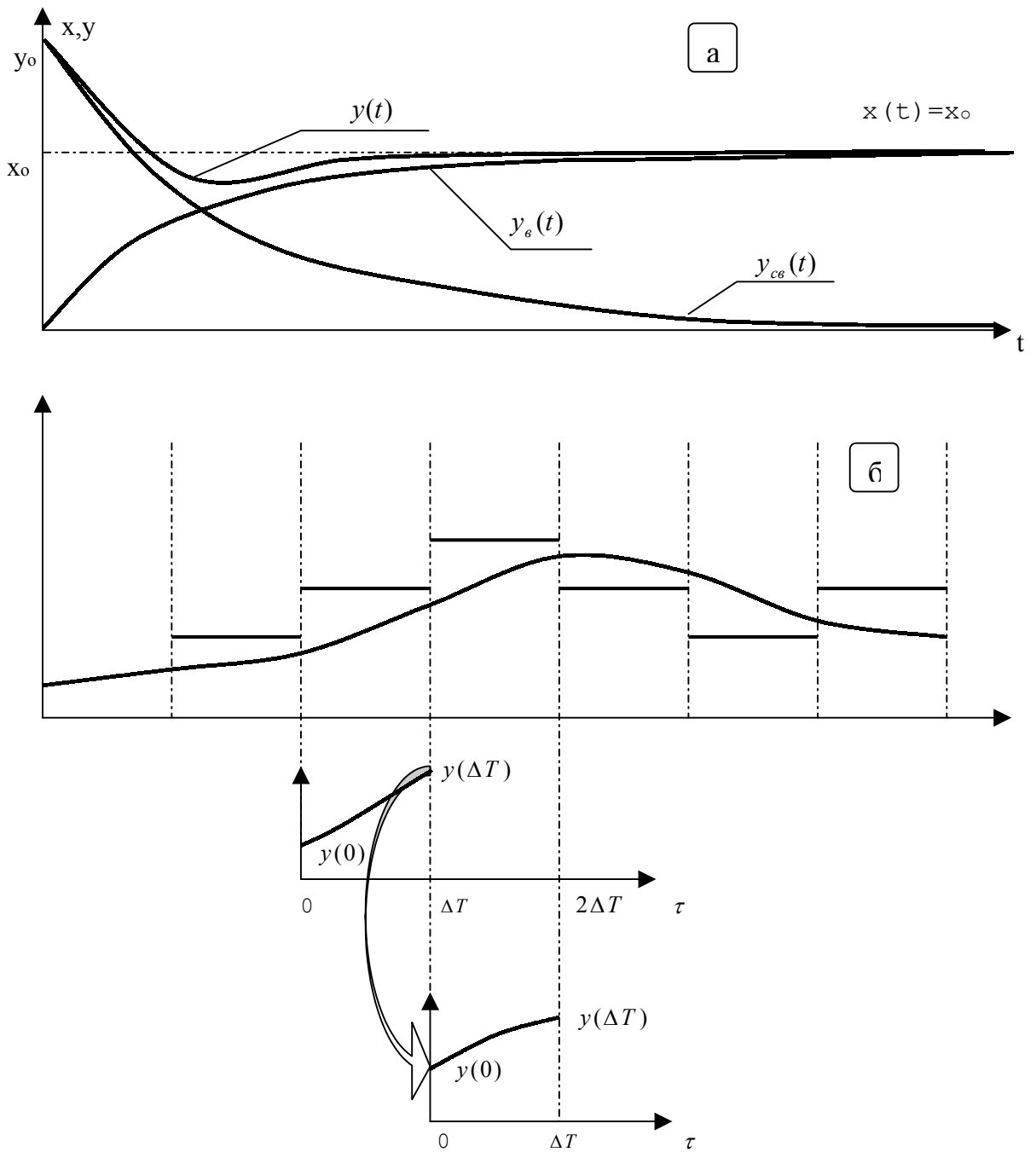


Рис. 5. Построение МА методом припасовывания. а) компоненты решения уравнения (1.12), б) техника метода припасовывания.

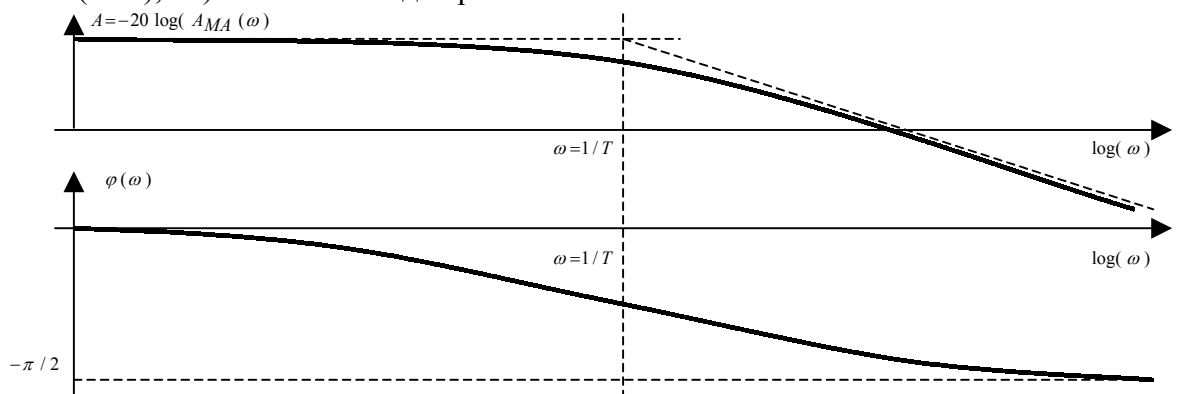


Рис. 6.а Амплитудная и фазовая характеристики фильтра МА.

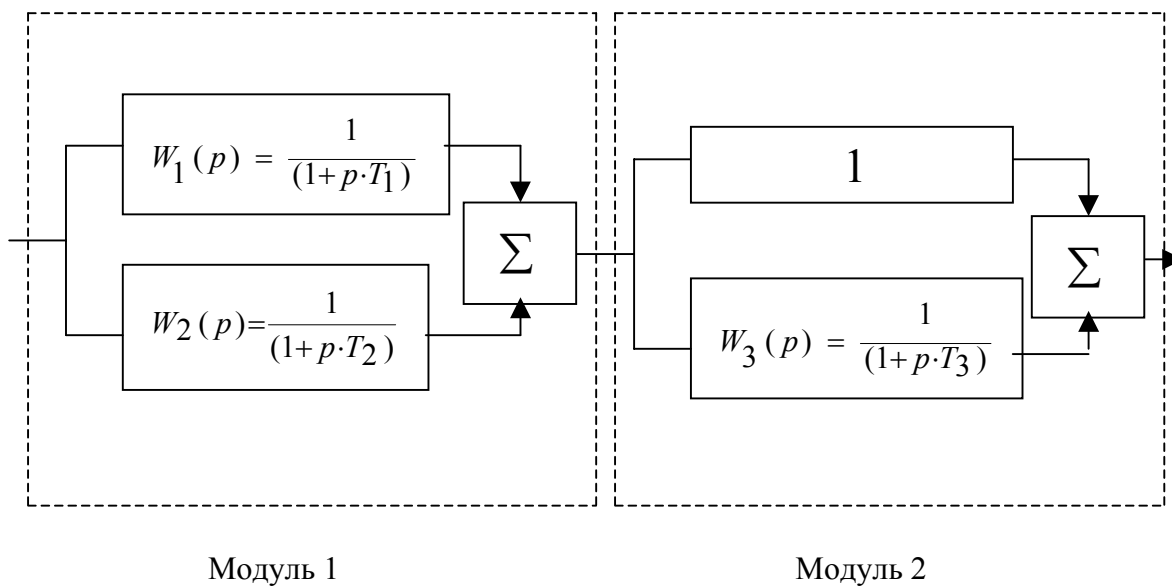


Рис.8 Модульная структура MACD.

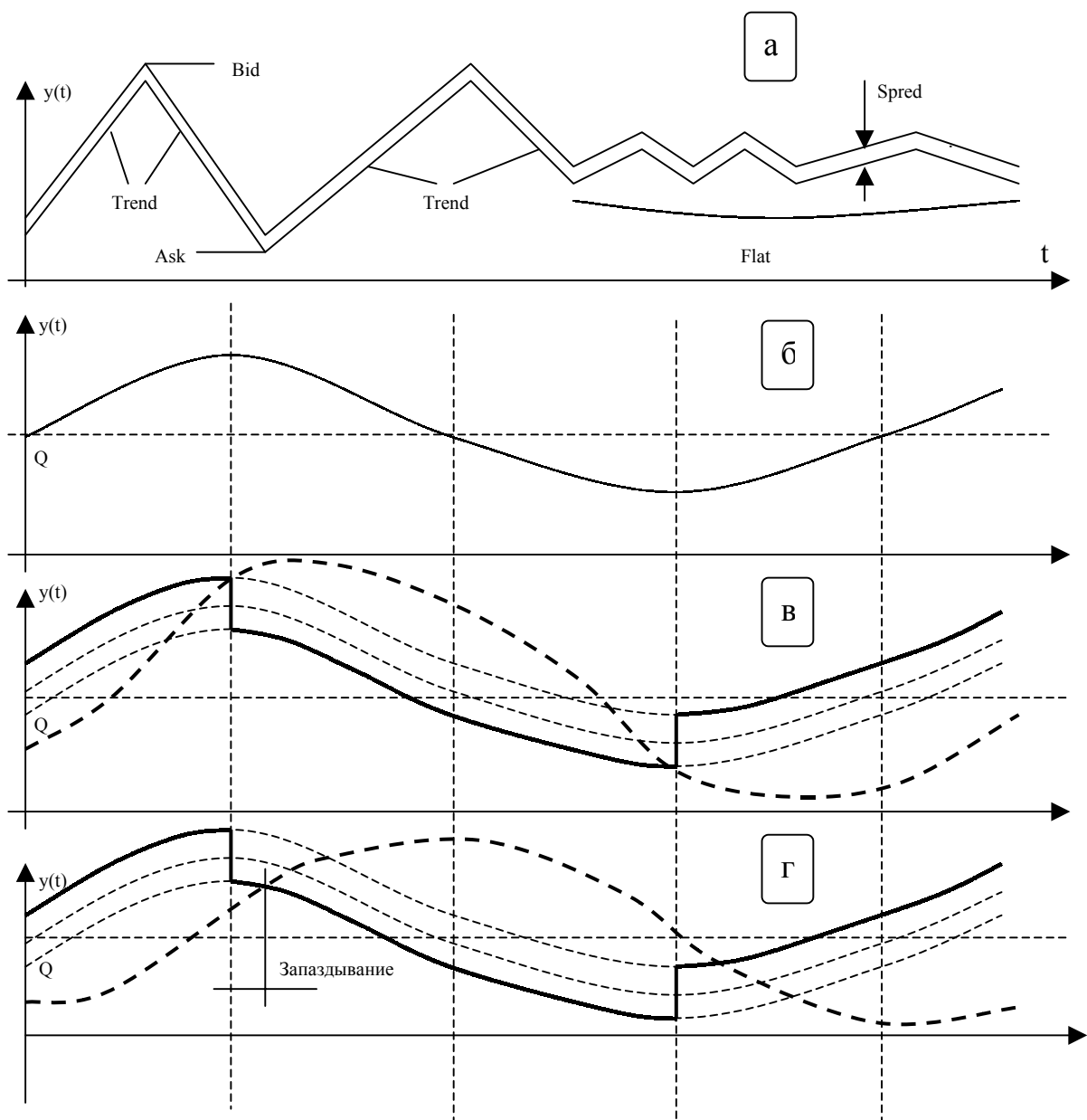


Рис.11 Типовые движения рыночной цены.

- а) Соотношение размаха движения цены к спреду определяющее тип движения цены.
- б) Гармоническое движение цены.
- в) Идеальная индикация.
- г) Реальная индикация.

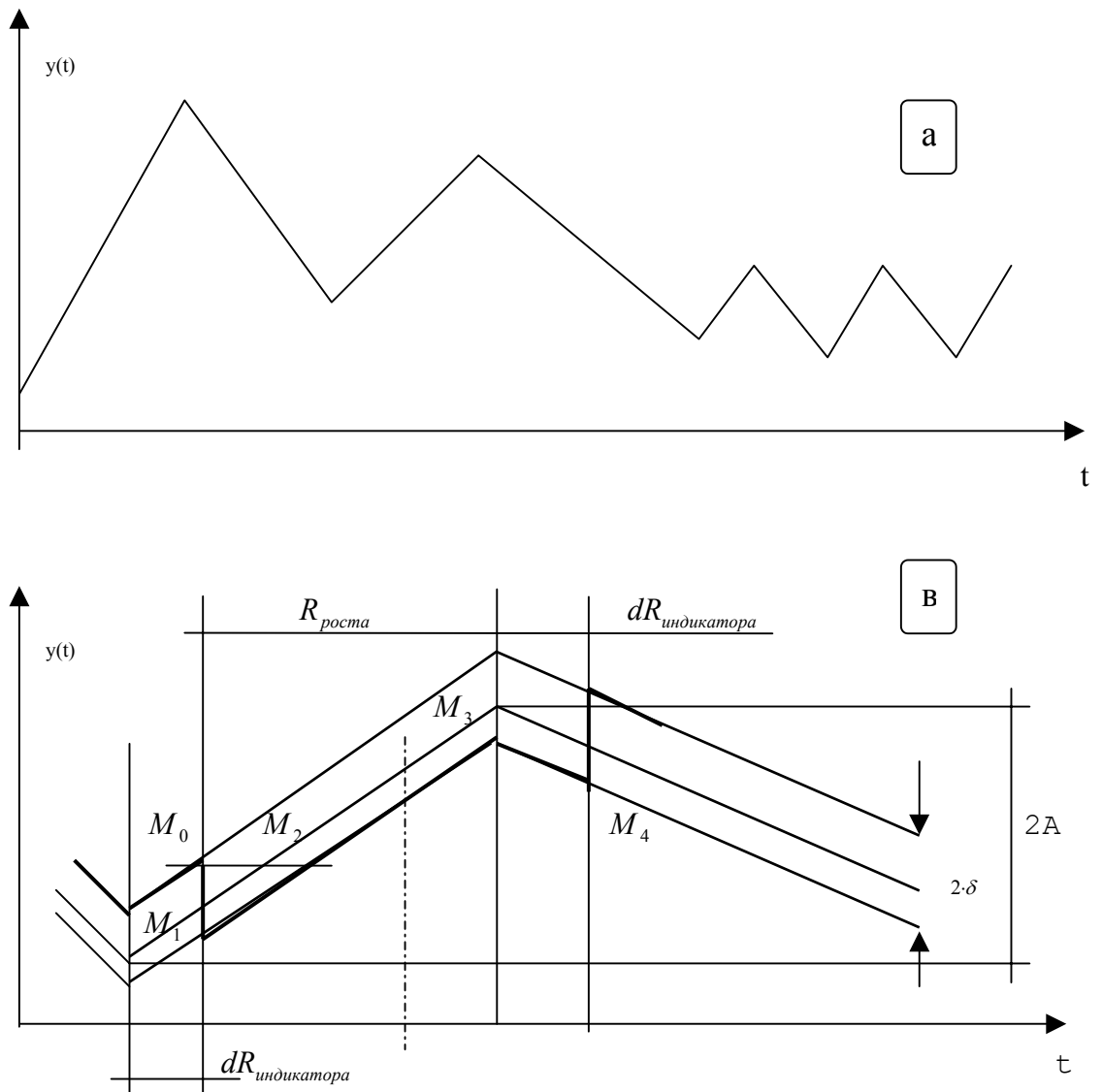


Рис.12 Формирование стратегии управления.

- а) Движение цены представленное трендовыми линиями.
- б) Узловые точки изменения направления цены.

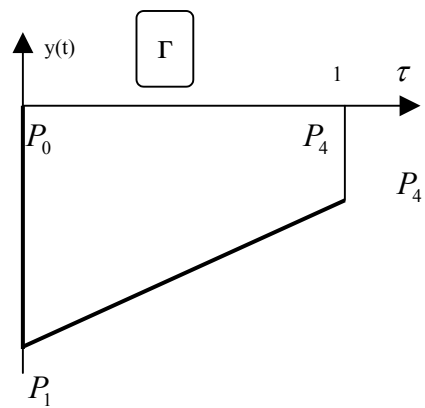
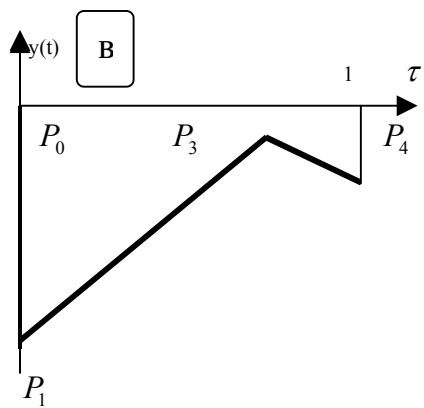
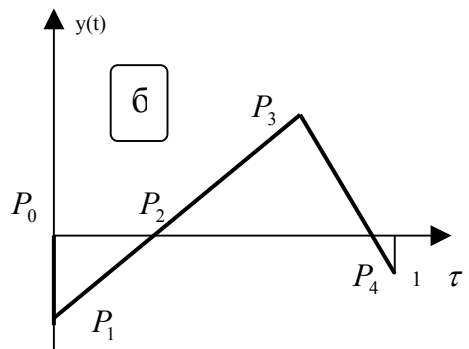
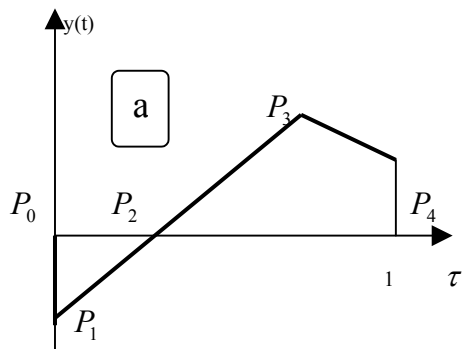
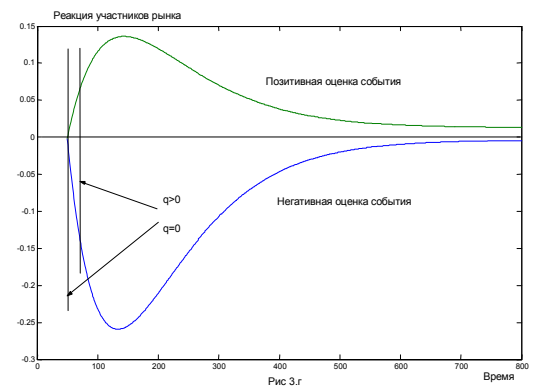
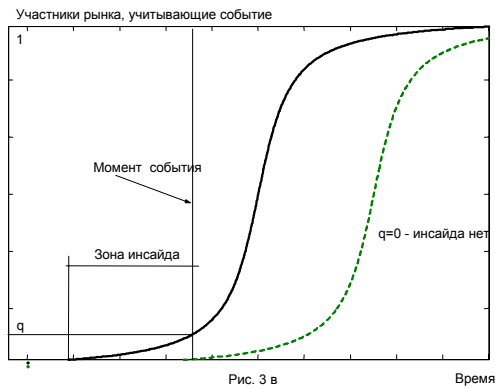
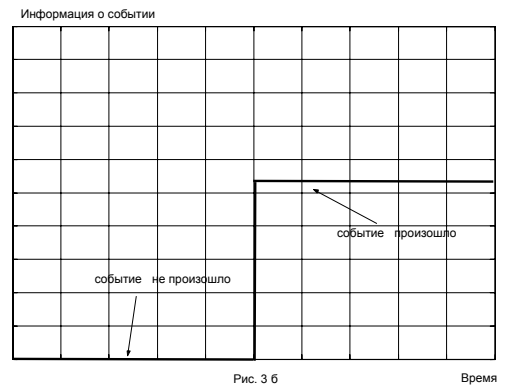
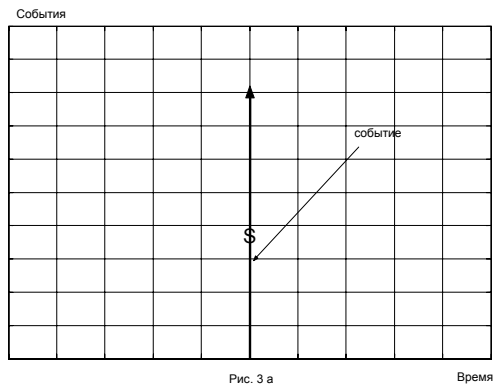
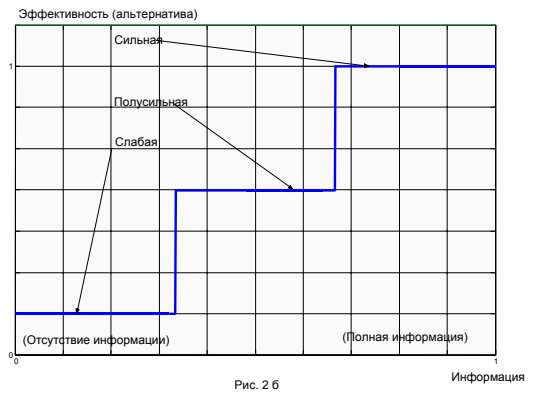
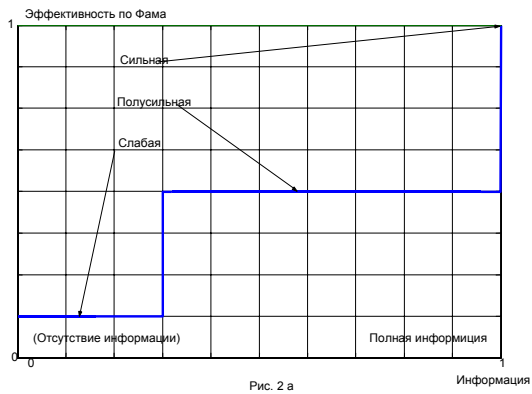


Рис.13. Формирование стратегии управления (продолжение).
а-г) Варианты расположения узловых точек.



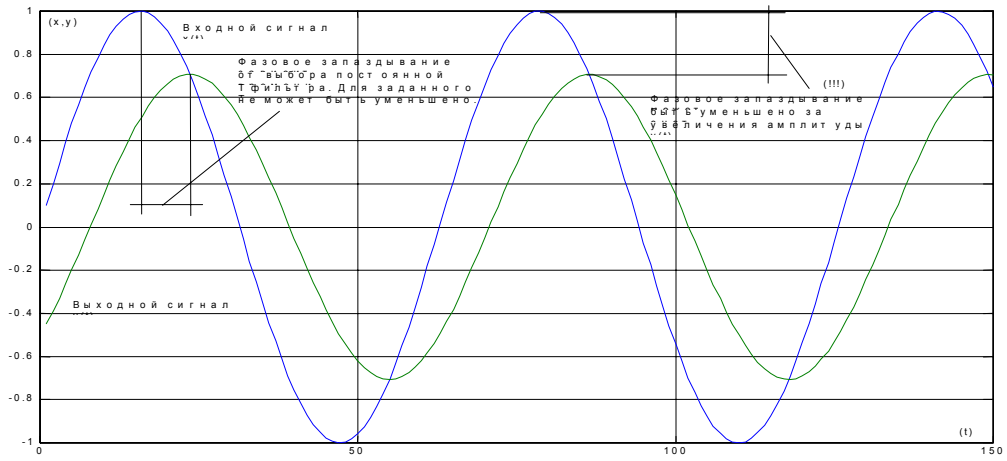


Рис. 6 б

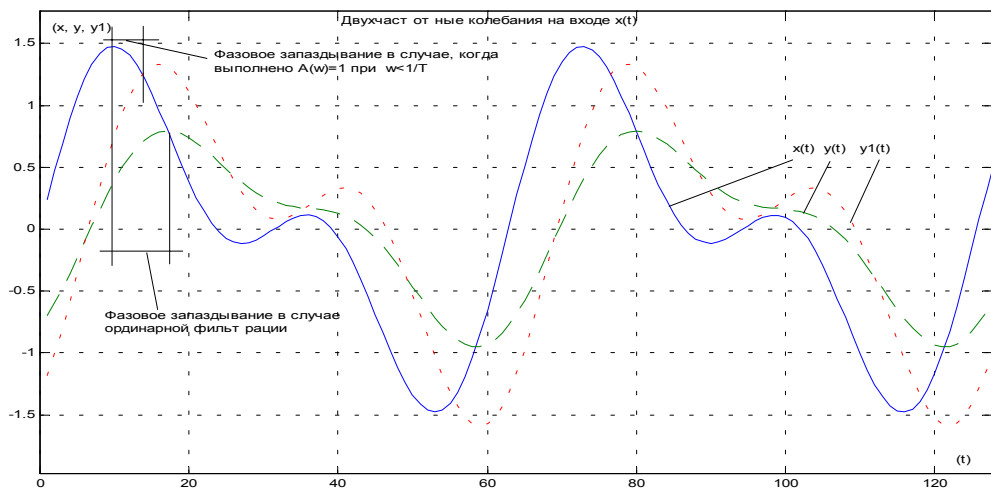


Рис. 6 в

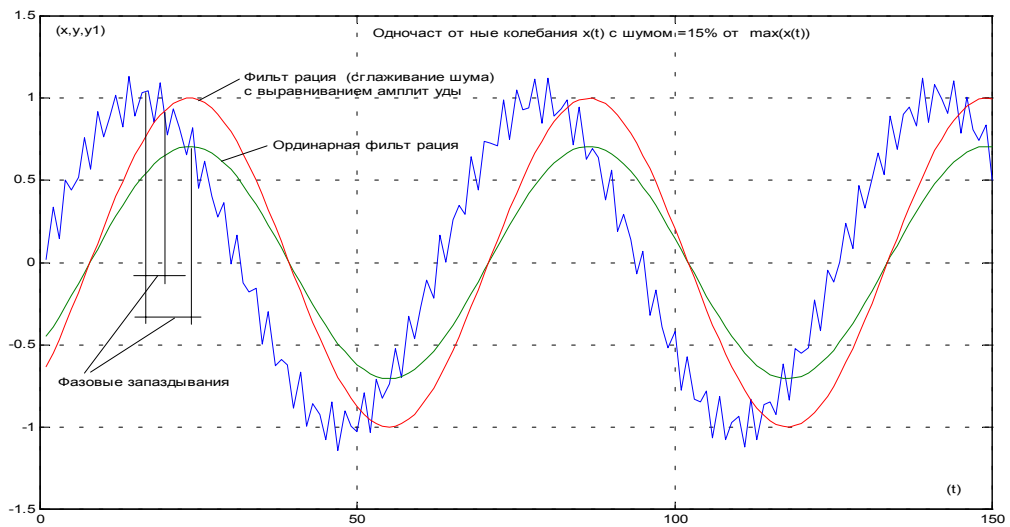


Рис. 6. г