

# Проведение совместных исследований преподавателей ГУ-ВШЭ и филиалов «Количественные меры неэффективности и предсказуемости финансовых временных рядов в рамках гипотезы эффективности рынка»

## Пермский филиал ГУ ВШЭ

*Архипов Валерий Михайлович*, зам. директора ПФ ГУ-ВШЭ, доцент каф.фин.менеджмента ПФ ГУ-ВШЭ.

*Ведерников Сергей Михайлович*, студент 4 курса ПФ ГУ-ВШЭ, ЦЭМИ

*Евдокимов Александр Николаевич*, инженер кафедры финансового менеджмента ПФ ГУ-ВШЭ

*Миндубаев Шамиль Ринатович*, студент 4 курса ПФ ГУ-ВШЭ

*Захаров Игорь Юрьевич*, преподаватель кафедры финансового менеджмента ПФ ГУ-ВШЭ

## Задачи ТЗ:

- Анализ подходов к определению и тестированию гипотезы эффективности финансовых рынков.
- Анализ требований и разновидностей тестирования слабой формы эффективности рынка с использованием торговых стратегий.

- *Эволюция ГЭР.*
- *Определения (формулировки) ГЭР.*
- *Математические модели формулировки ГЭР.*
- *Математические модели равновесного ценообразования и предсказательные модели.*
- *Формы ГЭР и классификация методов тестирования.*
- *Современное состояние и перспективы ГЭР.*
- *Альтернативные гипотезы ГЭР.*
- *Количественные меры неэффективности.*

Хронология развития ГЭР.

<p>1900</p>	<p><i>Л.Башелье “Теория спекуляции”.</i> Предложил математическую модель для описания рыночных цен акций в рамках теории вероятности. Заложил основы: модель броуновского движения (1905 А.Эйнштейн) модель случайного блуждания (Random Walk, RW, 1905 К.Пирсон) гипотеза эффективности рынков (1965, П. Самуэльсоном и Ю. Фама)</p>
<p>1955</p>	<p>Savage обнаружил забытую диссертацию Башелье и разослал ее копии коллегам.</p>
<p>1964 1965 1966 1972</p>	<p>Capital Asset Prices Model (CAPM) <i>Sharpe. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk.</i> <i>Lintner. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Budgets.</i> <i>Mossin. Equilibrium in a Capital Asset Market.</i> <i>Black. Capital Market Equilibrium with restricted borrowing.</i></p>
<p>1965</p>	<p><i>Fama. The Behavior of Stock Market Prices.</i> - обобщение многочисленных эмпирических исследований рыночных цен - обоснование RW модели - вызовы специалистам технического анализа</p>
<p>1965</p>	<p><i>Samuelson. Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly.</i> - доходности цен непредсказуемы, если полностью включают всю информацию и ожидания всех участников. - проблема динамического распределения ресурсов и сбережения-потребления. - анализ варрантов и опционов, предтеча модели Black и Scholes. - более универсальная мартингальная постановка.</p>
<p>1971 1985</p>	<p>Рыночная микроструктура. Роль информированного дилера (market maker). <i>Jack L. Treynor. (pseudonym “Walter Bagehot”). The Only Game In Town.</i> <i>Kyle. Continuous Auctions and Insider Trading.</i></p>

Хронология развития ГЭР.

<p>1970</p>	<p><b>Fama. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определение ГЭР: Рынок, в котором цены всегда полностью отражают доступную информацию, называют эффективным.</li> <li>- Совместная гипотеза (joint hypothesis) тестирования: Эффективный рынок будет всегда “полностью отражать” доступную информацию, но чтобы определить, как рынок должен “полностью отразить” эту информацию, мы должны определить функцию предпочтения риска инвесторов (модель, меру и т.д.). Поэтому, любое испытание EMH - испытание и рыночной эффективности и предпочтения риска инвесторов.</li> <li>-Классификация форм ГЭР: Слабая. Полусильная. Сильная.</li> <li>-Модель ГЭР = Модель совершенного рынка: равновесность, отсутствие арбитража, отсутствие предсказуемости, отсутствие транзакционных издержек + модель рационального инвестора и рациональных ожиданий (RE – rational expectations). (полный список допущений – см. Шарп У., Александер Г. и Бэйли Дж., 2001)</li> <li>- индивидуальные инвесторы формируют ожидания рационально (RE – rational expectations)</li> <li>- рынки агрегируют и отражают информацию эффективно (OR - orthogonality property)</li> <li>- и равновесные цены включают всю доступную информацию мгновенно (ГЭР)</li> </ul>
<p>1980</p>	<p><b>Grossman and Stiglitz. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рынки не могут быть полностью информационно эффективными, если существуют затраты на сбор и обработку информации.</li> <li>- частично разрешен парадокс отсутствия стимулов к работе инвесторов при наличии неэффективностей ценообразования и информационной асимметрии.</li> <li>- цены не всегда равновесны.</li> <li>- соотношение “информированных” и “неинформированных” инвесторов зависит от стоимости сбора, обработки информации и транзакционных издержек.</li> <li>- чем больше “информированных” инвесторов, тем цены ближе к равновесным.</li> </ul>
<p>1986</p>	<p><b>Black. Noise.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие шумовых торговцев (noise traders) и обязательность их наличия.</li> </ul>

Хронология развития ГЭР.

1988	Отклонение гипотезы случайных блужданий. <i>Lo and MacKinlay. Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test.</i>
1989 1998 1999 2000 2005 2007	Обзоры ГЭР. <i>LeRoy. Efficient Capital Markets and Martingales.</i> <i>Dimson and Mussavian. A brief history of market efficiency.</i> <i>Farmer and Lo. Frontiers of finance: Evolution and Efficient Markets.</i> <i>Beechey, Vickery and Gruen. The Efficient Market Hypothesis: A Survey.</i> <i>Pesaran. Market Efficiency today.</i> <i>Lo. EMH.</i>
1991	<i>Fama. Efficient Capital Markets: II.</i> Предсказуемость доходностей рыночных цен. Переменная во времени премия за риск и ожидаемая доходность. Окончательная формулировка совместной гипотезы (joint hypothesis). Новая пересмотренная классификация форм ГЭР (2 формы прежних): Испытания на предсказуемость (ортогональность по отношению к любой измеряемой информации). Испытания реакции на общедоступную информацию (event-studies). Испытания на частную информацию.
1996	<i>Учебник по ГЭР. Классификация от RW к субмартингалам.</i> <i>RW1 – - iid - identically and independently distributed. Чистое случайное блуждание.</i> <i>RW2 - - inid – independent but not identically distributed. Отсутствие любой зависимости между остатками при переменной плотности вероятности.</i> <i>RW3 - - ninid – not independent but not identically distributed. Остатки могут быть зависимыми, но некоррелированными.</i> <i>Campbell, Lo and MacKinlay. The Econometrics of Financial Markets.</i>
1998	<i>Fama. Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance.</i> Защита ГЭР от аномалий: поведенческие аномалии, долгосрочные аномалии.



## Хронология развития ГЭР.

2001	Учебник теории ценообразования с использованием SDF подхода. <i>Cochrane. Asset Pricing.</i>
2003	<i>Malkiel. The Efficient Market Hypothesis and Its Critics.</i>
2004	Прогнозирование в рамках EMH. Определение ГЭР: Рынок эффективен относительно информационного набора $\Omega_t$ , технологий поиска $St$ , и предсказывающих моделей $Mt$ , если невозможно получить экономическую прибыль, торгуя на основе сигналов, произведенных от моделей прогнозов в $Mt$ , определенных в информационном наборе $\Omega_t$ и отобранных с использованием технологий поиска $St'$ . Особенности трейдингового тестирования ГЭР. <i>Granger and Timmermann. Efficient Market Hypothesis and Forecasting.</i>
2004	Лучшая книга по ГЭР и эмпирическим исследованиям ценообразования. <i>Cuthbertson and Nitzsche. Quantitative financial economics. Stocks, bonds and foreign exchange.</i>
2004	Наиболее профессиональное изложение ГЭР отечественными специалистами. <i>Энтов. Курс лекций. Теория финансов.</i>
2005	Современная математическая модель ГЭР. <i>Pesaran. Market Efficiency today.</i>
2005	<i>Malkiel. Reflections on the Efficient Market Hypothesis: 30 Years Later.</i>
2006	Измерение эффективности. Свидетельства нарастания эффективности на американских фондовых рынках. <i>Tóth and Kertész. Increasing market efficiency: Evolution of cross-correlations of stock returns.</i>
2007	Попытка примирить ГЭР с поведенческими финансами в AMH. <i>Lo. EMH.</i>

### “Предельный переход”:

- “Переход” формулировок ГЭР: Идеальная - Прикладная.
- “Переход” моделей ГЭР: Random Walk – Модель Песарана (2005).
- “Переход” математической платформы ГЭР : MV – SDF (Mean-Variance – Stochastic Discount Factor).
- “Переход” форм классификации ГЭР и методов тестирования.

### Идеальная – Прикладная формулировка ГЭР.

Определение Фама (Fama 1970): “Рынок, в котором цены всегда полностью отражают доступную информацию, называют эффективным”.

Определение Дженсена (Jensen 1978): “Рынок является эффективным в отношении информационного множества  $\Omega_t$ , если невозможно регулярно получать экономическую прибыль, действуя на основе  $\Omega_t$ . Под экономической прибылью мы понимаем скорректированную на риск норму доходности, за вычетом всех издержек”.

Трейдинговое определение Грэнжера и Тиммерманна (Granger and Timmermann 2004), расширяющее определение Дженсена: “Рынок эффективен относительно информационного набора  $\Omega_t$ , технологий поиска  $St$ , и предсказывающих моделей  $Mt$ , если невозможно получить экономическую прибыль, торгуя на основе сигналов, произведенных от моделей прогнозов в  $Mt$ , определенных в информационном наборе  $\Omega_t$  и отобранных с использованием технологий поиска  $St$ ”.

**Допущения определяют Свойства ценообразования в рамках ГЭР.**

**Допущения ГЭР: Рациональный инвестор + Совершенный рынок.**

Допущения прикладного определения гипотезы эффективности.

**Рациональный инвестор**

- Гетерогенные инвесторы.
- Различные затраты на сбор и обработку информации.
- Информированные и не информированные инвесторы.
- Различные инвестиционные модели ценообразования и сроки инвестирования.
- Присутствие нерациональных поведенческих свойств.

**Совершенный рынок**

- Асимметричность информации.
- Комиссионные издержки (различные для различных инвесторов).
- Налоги.
- Ограниченная ликвидность.
- Ограничения по операциям “короткие продажи”, кредитование.
- Дискретность при делимости активов.
- Отсутствие единой безрисковой ставки.



Проведение совместных исследований преподавателей ГУ-ВШЭ и филиалов 2007  
«Количественные меры неэффективности и предсказуемости финансовых временных рядов в рамках гипотезы эффективности рынка»

Свойства ценообразования в зависимости от определения ГЭР.

**Идеальное определение ГЭР**

- Равновесное ценообразование без арбитражных возможностей. Каждый момент времени биржевая цена равна равновесной цене.
- Постоянство ожидаемой доходности и премии за риск.
- Ожидаемые доходности рыночных цен непредсказуемы.
- Инвесторы не могут получить аномальную прибыль.
- Цены подчиняются модели случайного блуждания (random walk, RW).

*В формулировках эффективности ценообразования экономическая (анормальная) прибыль - это характеристика относительно сравнительного индекса (benchmark) рыночного равновесного портфеля или некоторого расчетного фондового индекса (в отсутствие равновесной модели ценообразования) при учете премии за риск (необходимо взвешивать доходность с учетом меры риска).*

**Прикладное определение ГЭР**

- Возможная предсказуемость доходностей рыночных цен.
- Переменные во времени доходности и премии за риск.
- Инвесторы не могут на регулярной основе получать аномальную прибыль.
- Степень близости реальных биржевых цен равновесным значениям и характеристики возможного арбитража при сохранении ГЭР в ценообразовании может определяться количественно и зависит от количественной степени ослабления допущений биржевого ценообразования в рамках идеальной формулировки Фама. Гроссман и Стиглиц (Grossman, Stiglitz 1980) указывают, что косвенной количественной мерой эффективности ГЭР – мерой близости реальных биржевых цен равновесным значениям, может являться соотношение информированных и не информированных рыночных участников (число агентов, умноженное на величину управляемых ими активов).

## “Переход” от идеального определения ГЭР (Fama 1970) к прикладному определению ГЭР (Jensen 1978) и “трейдинговому” определению Грэнжера и Тиммерманна.

Уточненное определение Грэнжера и Тиммерманна с учетом введенных совместных моделей:

*“Рынок эффективен относительно информационного набора  $\Omega_t$ , технологий поиска  $St$ , и предсказывающих моделей  $Mt$ , если невозможно получать регулярную экономическую прибыль, при учете премии за риск относительно модели  $ERt$ , торгуя на основе сигналов, произведенных от моделей прогнозов в  $Mt$ , определенных в информационном наборе  $\Omega_t$  и отобранных с использованием технологий поиска  $St$ , при действии информационной асимметрии и затрат на поиск и обработку информации  $At$  по  $\Omega_t$ , при понесенных транзакционных затратах и ограничениях ликвидности  $Lt$ , в условиях истощения  $GOt$  моделей предсказания  $Mt$ ”.*

- $\Omega_t$  - информационное множество публично доступной информации, включая все биржевые цены и доступные результаты биржевой работы фондов и частных инвесторов;
- модель равновесных цен и, соответственно, модель премии за риск ( $ERt$ );
- набор моделей предсказания, доступных в любой момент времени, включая метод их оценки ( $Mt$ );
- технология поиска для выбора лучшей модели прогнозирования из набора  $Mt$  (или набора лучших моделей) ( $St$ );
- модель доступности информации (асимметрии), включая публичные версии частной информации, стоимости такой информации и затрат на ее преобразование в модели принятия решения  $Mt$  и  $St$  во времени ( $At$ );
- модель изменения во времени стоимости транзакций, ликвидности и доступных технологий торговли и т.д. ( $Lt$ );
- модель истощения (старения) ( $GOt$ ) моделей предсказания  $Mt$  (моделей рыночной неэффективности).

## “Переход” моделей ГЭР от Random Walk к Модели Персарана (2005).

Теоретическое обоснование ГЭР в рамках средне-дисперсионного подхода (MV) и идеального определения гипотезы эффективности Фама.

Модель «случайного блуждания» (random walk) частный случай мартингальной модели.

$$X_{t+1} = X_t + \delta + \varepsilon_{t+1}$$

$$E_t \varepsilon_{t+1} = 0$$

$$\text{Var}_t \varepsilon_{t+1} = \sigma^2$$

$$\text{Cov}_t \varepsilon_i \varepsilon_j = 0, \text{ при } i \neq j$$

$\varepsilon_{t+1}$  - IID – identically and independently distributed. НОР – независимы одинаково распределены.

При  $\delta = 0$ ,  
процесс  $X_t$  - есть мартингал,

а переменная  $\Delta X_{t+1} = X_{t+1} - X_t$  - процесс справедливой игры.

## “Переход” моделей ГЭР от Random Walk к модели Песарана (2005).

Теоретическое обоснование ГЭР в рамках подхода стохастического дисконтирующего фактора (СДФ) и прикладного определения гипотезы эффективности Дженсена.

Эмпирические парадоксы волатильности рыночного ценообразования.

Кластеры волатильности.

Расширение процесса случайного блуждания.

Дисперсия процесса  $\varepsilon_{t+1}$  (обозначенная  $\sigma_{t+1}^2$ ) может быть связана со своим предыдущим значением,  $\sigma_t^2$ , без нарушения свойств мартингалности (например, модели ARCH – авторегрессионная модель условной гетероскедастичности (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, Engle 1982) и GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, Bollerslew 1986).

*Campbell, Lo, and MacKinlay 1996 The Econometrics of Financial Markets.*

- **RW1 – Random walk 1** случайное блуждание с ограничениями поведением остатков  $\varepsilon_t$  (IID).
- **Random Walk 2** учитывает, что финансовые временные ряды, являются нестационарными во времени, часто это описывается переменной во времени плотностью распределения, то есть остатки  $\varepsilon_t$  могут быть независимыми, но неодинаково распределенными случайными величинами (INID – independent but not identically distributed).
- **Random Walk 3** позволяет остаткам  $\varepsilon_t$  быть зависимыми, но некоррелированными, и является самой слабой формой случайного блуждания.



## “Переход” моделей ГЭР от Random Walk к модели Песарана (2005).

### Требования к модели ГЭР:

- Несмещенность.  $\varepsilon_{t+1} = R_{t+1} - E(R_{t+1} | \Omega_t)$
- Ортогональность к информационному набору.  $E(\varepsilon_{t+1} \Omega_t | \Omega_t) = 0$
- Правило итеративных ожиданий.  $E_t[E_{t+1}(R_{t+2})] = E_t[R_{t+2}]$
- Принцип рациональных ожиданий (rational expectations, RE) (Мут, Muth 1961).

$$E_i(R_{t+1} - R_f | \Omega_{it}) = \lambda_{it} + \delta_{it}$$

$\lambda_{it} > 0$  - премия за риск  $i$  участника,  $\delta_{it}$  - информационные и транзакционные издержки  $i$  участника.

$\Omega_{it} = \Phi_{it} \cup \Omega_t$  где  $\Omega_{it}$  - персональный информационный набор, относительно публичной информации  $\Omega_t$  и частной информации  $\Phi_{it}$

$$\lambda_{it} = E_i(R_{t+1} - R_f | \Omega_{it}) = \frac{-\text{cov}_i(m_{i,t+1}, R_{t+1} - R_f | \Omega_{it})}{E_i(m_{i,t+1} | \Omega_{it})}$$

$c_t$  - реальные расходы участника на потребление.

$m_{i,t+1} = \beta_i u_i'(c_{i,t+1}) / u_i'(c_{it})$  - стохастический дисконтирующий фактор (stochastic discount factor – SDF).

$u_i'(\cdot)$  - первая производная функции потребления.

$\text{cov}_i(m_{i,t+1}, R_{t+1} | \Omega_{it})$  - субъективная условная ковариация доходности актива с общим для всех активов дисконтирующим фактором  $m_{i,t+1}$

$E(R_{t+1} - R_f | \Omega_t) = E(\lambda_{it} + \delta_{it} | \Omega_t) = \rho_t$  степень предсказуемости доходностей зависит от существования устойчивых корреляционных связей между премией за риск  $\lambda_{it}$  и макроэкономическими факторами.

## “Переход” математической платформы ГЭР. MV – SDF (Mean-Variance – Stochastic Discount Factor).

Совместная гипотеза (joint hypothesis, JP, Fama 1970, 1991).

Невозможность тестирования ГЭР без модели равновесного ценообразования.

Хронология развития моделей равновесного биржевого ценообразования, как составной части ГЭР.

### 1991 (Fama)

#### Классификация равновесных моделей:

- **CAPM SLB** (Capital Asset Prices Model, (Sharp 1964), (Lintner 1965), (Black 1972)).
- **Многофакторная модель** арбитражного ценообразования APT – arbitrage-pricing theory ( (Merton 1973), (Ross 1976)).
- **Межвременные модели оценки активов на основе потребления** ( (Rubinstein 1976), (Lucas 1978), (Breedon 1979)).

#### Проблемы и перспективы равновесных моделей :

- **CAPM.** Данный класс моделей не объясняет парадокса статистически значимых зависимостей доходности от фундаментальных факторов, например, отношение “Цена/Прибыль” (Басу, Basu 1977 и 1983).
- **Многофакторные модели.** В “борьбе” с аномалиями данный класс моделей проявил себя наилучшим образом. Недоверие вызывает технология эконометрической настройки модели и поиска факторов, напоминающая процесс “подгонки” к историческим данным, что входит в противоречие даже со слабой формой эффективности рынка, определение которой Фама дал в 1970 году. Многофакторные модели не обладают фундаментальной экономической значимостью.
- **Межвременные модели оценки активов на основе потребления.** Данный класс моделей не объяснил аномалий CAPM SLB и породил новый набор парадоксов, первый из которых, загадка избыточной премии за риск (equity premium puzzle - Мейра и Прескотт (Mehra and Prescott 1985)). Перспективный класс моделей ценообразования, позволяющий согласовать биржевые цены с реальными экономическими процессами, в зависимости от которых, экономический агент принимает решения о потреблении и сбережении.

## “Переход” математической платформы ГЭР. **MV – SDF (Mean-Variance – Stochastic Discount Factor).**

Хронология развития моделей равновесного биржевого ценообразования, как составной части ГЭР.

**2007**

### Проблемы и перспективы равновесных моделей :

“Непотопляемость” CAPM. “Бета мертва?”

*Lettau u Ludvigson 2002 “Comparing Consumption-Based Asset-Pricing Models” .*

ССАРМ и ICАРМ приближаются к показателям качества CAPM по описательным свойствам (in-sample) и обладают неустойчивостью по предсказательным свойствам в режиме out-of-sample верификации.

Сдерживающее противоречие межвременных моделей оценки активов: с одной стороны, необходимо описать аномалии и выразить взаимосвязь финансовых и экономических процессов, что требует сложных теоретических и математических конструкций, с другой стороны, чем сложнее модель ценообразования, тем меньшими показателями робастности она обладает на участках верификации OOS.

Эмпирические испытания демонстрируют, что корреляция между доходностью активов фондового рынка и совокупным уровнем экономической активности очень низка и тонка, по крайней мере, в сравнении с корреляциями между доходностями и рыночным портфелем средне-дисперсионной парадигмы.

## “Переход” форм классификация методов тестирования.

### Форма 1970

Слабая (weak)  
Умеренная (полусильная, средняя)  
Сильная

### Форма 1991

Первая форма эффективности - *тесты предсказуемости доходности (test for return predictability)*.

“...У второй и третьей формы я предлагаю заменить только названия на более содержательные, смысл же оставить тем же. Вместо «средней формы» я теперь предлагаю использовать термин *изучение событий (event studies)*, а для сильной – *тесты частной информации (tests for private information)*.”

### Назначение форм ГЭР и подходов к тестированию ГЭР по первоисточникам.

- Dimson and Mussavian 2000
- Dacorogna, Muller, Olsen and Pictet 2001
- Malkiel 2003
- Дамодаран 2004
- Cuthbertson and Nitzsche 2004
- Lo 2007

“Переход” назначения форм ГЭР и классификации методов тестирования.

”Рынки эффективны? Да? Нет?”

“Насколько рынки эффективны?”

Первая классификация тестирования эффективности рынков позволила структурировать накопление свидетельств работоспособности ГЭР в целом. Новая классификация тестирования ГЭР должна стимулировать поиски определения степени эффективности рыночного ценообразования.



## “Насколько рынки эффективны?”

### Количественные меры эффективности.

- **Fama** (1991) указывает, на то, что инвестиционные менеджеры, которые применяют пассивные стратегии с низкими комиссионными, были неизвестны в 1960-х годах; сейчас они - важная часть бизнеса портфельного управления и доля пассивно управляемых средств нарастает.
- **Уоррен Баффет** - самый цитируемый инвестор, нарушающий и идеальное и реальное определение ГЭР, в части длительного получения аномальной прибыли советует: «Большинство инвесторов, как институциональных, так и индивидуальных, поймут, что лучший способ владения обыкновенными акциями – через покупку и владение индексными фондами, требующими минимальной комиссии. Те, кто последует этому совету, убедятся в том, что по чистому результату (с учётом комиссии и издержек) они обойдут абсолютное большинство профессиональных инвесторов».
- **Бенджамин Грэхэм**: «Я больше не защитник изощренных методов анализа фондового рынка с целью получить избыточную доходность. Это было благодарным делом примерно 40 лет назад, когда наша с Доддом работа была впервые опубликована, но ситуация изменилась... Сегодня я сомневаюсь, смогут ли значительные усилия принести повышенную доходность, превышающую издержки этих усилий... Я на стороне школы «эффективного рынка»».
- **Malkiel** (2003) заявляет: “К чему доказывать существование аномалий, отклонений от ГЭР и наличие свойств предсказуемости, если Вы не можете на них регулярно зарабатывать больше индексов?”
- Насколько устойчив саморегулирующийся процесс эффективности – информированных и не информированных инвесторов?
- Ликвидность FOREX. Регулируемый процесс - эффективности ценообразования?

## “Насколько рынки эффективны?”

**Количественные меры эффективности.**

**Способы определения количественных мер эффективности рыночного ценообразования.**

Прямой замер эффективности. Использовано предположение Фама о том, что степень эффективности ГЭР определяется по отношению модели идеальной формулировки ГЭР, т.е. по отношению к модели случайного блуждания. При действии прикладного определения эффективности Дженсена, вместо модель случайного блуждания необходимо рассматривать равновесную модель ценообразования. Характеристики процесса разницы между динамикой равновесной ( $ER_t$ ) и реальной биржевой цены определяет степень эффективности рыночного ценообразования.

Косвенный замер эффективности Гроссмана и Стиглица. Степень эффективности ценообразования определяется соотношением и степенью асимметрии информации между информированными и не информированными рыночными участниками (модель информационной асимметрии  $At$ ).

Замер эффективности при определении ГЭР по Дженсену. Возможны две модификации определения степени эффективности ценообразования. Первая, использует характеристики экономической прибыли, относительно равновесной модели ( $ER_t$ ). Вторая, использует характеристики экономической прибыли, относительно реальной биржевой цены.

Возможным способом решения проблемы замера эффективности является введение производных инструментов на исторические равновесные цены. Рынок сам определит значение прошлых равновесных цен – это дает шанс воспользоваться наблюдаемой переменной, характеризующей эффективность ценообразования в рамках ГЭР.

## “Насколько рынки эффективны?”

### Количественные меры эффективности.

Для получения количественной оценки степени рыночной эффективности необходим совместный анализ следующих информационных множеств и моделей:

- $\Omega_t$  - информационное множество публично доступной информации, включая все биржевые цены и доступные результаты биржевой работы фондов и частных инвесторов;
- модель равновесных цен и, соответственно, модель премии за риск ( $ER_t$ );
- набор моделей предсказания, доступных в любой момент времени, включая метод их оценки ( $Mt$ );
- технология поиска для выбора лучшей модели прогнозирования из набора  $Mt$  (или набора лучших моделей) ( $St$ );
- модель доступности информации (асимметрии), включая публичные версии частной информации, стоимости такой информации и затрат на ее преобразование в модели принятия решения  $Mt$  и  $St$  во времени ( $At$ );
- модель изменения во времени стоимости транзакций, ликвидности и доступных технологий торговли и т.д. ( $Lt$ );
- модель истощения (старения) ( $GOt$ ) моделей предсказания  $Mt$  (моделей рыночной неэффективности).