

докторант ВЛАДИМИР ЦЕНКОВ
ЮЗУ „НЕОФИТ РИПСКИ“, БЛАГОЕВГРАД

**ОБОБЩЕНИ ФАКТИ ОКОЛО КАПИТАЛОВАТА ВЪЗВРЪЩАЕМОСТ:
ПО ПРИМЕРА НА ИНДЕКСА SOFIX**

**SUMMARIZED FACTS ON THE CAPITAL RETURN:
BY THE EXAMPLE OF THE SOFIX INDEX**

PhD Student VLADIMIR TSENKOV
SOUTH-WEST UNIVERSITY "NEOFIT RILSKI", BLAGOEVGRAD

Abstract: The present research shows summarized data on the statistical properties of return and volatility of the Bulgarian capital market following the example of the SOFIX index. We recognized facts, such as the existence of autocorrelations, non-linear dependences, distributions with kurtosis and fat tails and nonstationarity of volatility, that characterize return and volatility. Upon examining the results from those indicators, we discarded the applications of the efficient-market hypothesis and the random walk hypothesis regarding the dynamics of the examined index. The results' presentation is related to the tendencies displayed by other emerging and developing markets.

Key Words: Financial Time Series, Financial Market, Efficient-Market hypothesis, Random Walks hypothesis, Autocorrelation

Емпиричните изследвания при финансовата иконометрия са базирани на анализ на времеви редове от данни. Това позволява, фокусирайки се на количествени заключения, да се моделират и тестват иконометрични модели, описващи определени финансови зависимости. Но за бъде този подход успешен, трябва да открийм две особености на финансовите процеси, оказващи съществено влияние върху тяхното моделиране, а именно допуснато случайно блуждаене и нестационарност на променливостта. Теорията за случайното блуждаене допуска, че изменението на цените $P_t - P_{t-1}$ и, следователно, възвръщаемостта - P_t/P_{t-1} следва процес на динамика, определен като случайно блуждаене, който не може да бъде прогнозиран на база исторически данни. Важно следствие от тази теория е приемането, че цените и възвръщаемостите от тях са нормално разпределени. Наличието на такова разпределение макар и удобно от теоретична гледна точка е емпирично доказано нереалистично. Широко

известен и установен при изследвания на времеви редове от финансови данни е фактът в лицето на високоексцесно разпределение на безусловната възвръщаемост. Високоексцесните разпределения са важен аспект при анализирани и моделирани динамичното поведение на фондовите пазари. Характерно за тези разпределения е наличието на т.нар. дебели опашки, отразяващи реализацията на екстремни стойности при измененяемата възвръщаемост - екстремни стойности, които не могат да бъдат обхванати при прилагането на нормално разпределение. Друг важен факт около статистическите свойства на финансовите времеви редове от данни е наличието на нелинейни връзки между отделните сегменти на тези редове. Липсата на линейни корелации между тях не изключва нелинейни такива. Установените нелинейни зависимости ще разколебаят допускането за случайно блуждаене на възвръщаемостта и ще определи финансовия пазар като ниско информационно ефективен съгласно хипотезата за ефективните пазари. Следователно извършването само на

проверки за автокорелационни коефициенти, близки до нула, не е достатъчно. Възниква необходимост от тестване за нелинейни зависимости при възвръщаемостта.

Един процес е нестационарен, когато в своето изменение не се стреми да се върне към някаква константна стойност, т.е. не се наблюдава връщане към средна стойност. Това е често срещано явление при финансовите времеви редове от данни. Статистическата теория и практика, която изгражда статистически модели, обхващащи финансовите процеси, приема, че променливите в тези модели са стационарни. Проблемът идва с това, че статистическите заключения, получени при допускане на стационарен процес, не са валидни за финансови данни, идващи от реализацията на нестационарен процес. Изследванията показват, че финансови процеси като измененията на променливостта на стокови цени, фондови индекси, валутни курсове не проявяват характеристики на стационарен процес. Що се отнася до анализа и моделирането на променливостта до осемдесетте години на миналия век анализаторите както от академичните, така и от търговските среди, изготвят своите анализи, базирани на статистически модели, приемащи променливостта за константна в целия анализируем период. Но, както емпиричните изследвания показват, променливостта може да варира значително през периода на изследването. Не само това, но и се забелязва зависимост малките (големи) изменения да бъдат последвани също от малки (големи) изменения. Представена от Манделброт (**Mandelbrot, 1963**), зависимостта става известна като клъстери на променливостта. Ако към така представените характеристики на променливостта прибавим и нейната нестационарност, се вижда, че използваните модели, интерпретиращи променливостта като константна, не могат да дадат задоволителни

резултати, акуратно моделиращи и обясняващи изследваните финансови процеси.

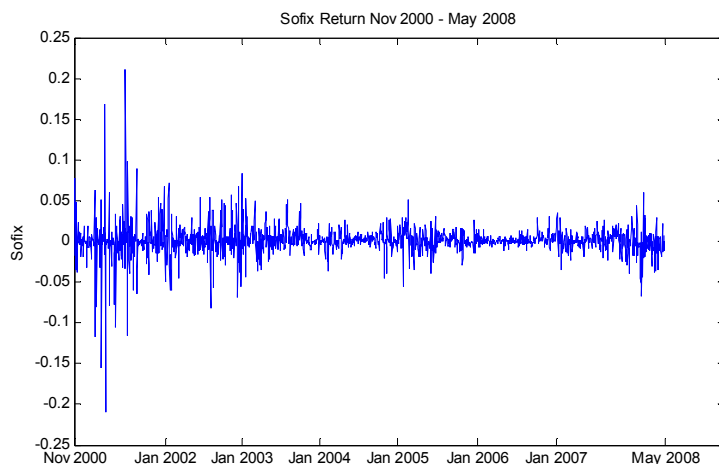
Възможността за прогнозиране изменението на възвръщаемост и променливост на финансовите пазари стои в основата на развитието на статистически и иконометрични модели. Повечето от тях, за да сторят това, се базират на прилагани регресионни зависимости. Класическият регресионен модел често се оказва неподходящ за моделиране на времеви редове от данни за фондовите пазари. Причината е в остатъците - ε_t на това уравнение, които отразяват непредвидимостта в модела. Често тези остатъци показват свойства, които се отклоняват от базовите допускания на метода на най-малките квадрати. Наличните такива явления като високо ексцесно разпределение, статистически значими автокорелации и хетероскедастичност се превръща в проблем за класическите регресионни модели, тъй като те не могат да ги отразят адекватно. Това поставя въпроса за адекватен анализ на данните от финансовите времеви редове като предварително условие за статистически значими резултати от иконометричното моделиране.

Данни за възвръщаемостта

Данните, използвани при това изследване, обхващат дневните стойности на борсовия индекс Софикс (SOFIX) за периода 24. 10. 2000г. - 30. 04. 2008г. и получената на тяхна база възвръщаемост по формулата

$$r_t = \log \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right), \text{ където } I_t \text{ е стойността}$$

на индекса за деня t . Разглежданият период е разделен на три подпериода със следната продължителност: Период 1 - от 24. 10. 2000г. до 29. 12. 2004г.; Период 2 - от 04.01.2005г. до 22. 12. 2006г. и Период 3 - от 02. 01. 2007г. до 30. 04. 2008г. Общо за периода са използвани 1817 наблюдения (Период 1 - 992, Период 2 - 490, Период 3 - 335).



Фиг.1 – Динамика на възвръщаемостта от индекса SOFIX за периода 24.10.2000г.-30.04.2008г.

Графическото представяне на възвръщаемостта от изследвания индекс - r_t ясно показва наличието на клъстери на променливостта, наблюдаеми през целия изследван период с различна честота и амплитуда. Съществува взаимна обвързаност между тях и наличието на т.нар. дебели опашки при разпределенията на възвръщаемостта на финансовите активи. По-високият ексцес на разпределението на r_t може да се обясни със случайното блуждаене на променливостта, т.е. не приемане на допускането за нейна стационарност, по-висок ексцес на условното разпределение на смущенията ε_t или влияние чрез двата фактора, тъй като смущенията ε_t формират

променливостта. И, приемайки, че големи или малки промени при ε_t е вероятно да бъдат последвани от подобни по степен и знак (**Mandelbrot, 1963**), схващаме, че едно натрупване в стойностите на остатъците, предавано от период на друг, би довело до натрупване и в променливостта. По този начин клъстерите при променливостта ще са свидетелство за поддържане и натрупване на променливост, което като резултат ще бъде представено в разпределения с по-дебели опашки.

Представянето на характеристиките в индексовото движение SOFIX продължава с дескриптивна статистика на дневната доходност - r_t за разглеждания период:

	Период 1 /11.2000 01.2005г./	Период 2 /01.2005 01.2007г./	Период 3 /01.2007 05.2008г./
Средна стойност	0.0018	0.0014	-2.1715e-004
Медиана	0.0011	7.5935e-004	8.0763e-004
Максимална стойност	0.2107	0.0511	0.0600
Минимална стойност	-0.2090	-0.0553	-0.0682
Стандартно отклонение	0.0223	0.0098	0.0141
Асиметрия	-0.1836	-0.1606	-0.4911
Ексцес	27.0789	8.4251	6.3153

Коефициент на Жарк-Бера (5%)	2.3946e+004	601.7762	166.3911
pV	(1.0000e-003)	(1.0000e-003)	(1.0000e-003)
CV	5.9275	5.8551	5.7934
Коефициент на Kolmogorov - Smirnov(5%)	0.4654	0.4837	0.4799
pV	(5.4753e-188)	(1.0413e-100)	(5.3236e-068)
CV	0.0430	0.0611	0.0738
Наблюдения	991	489	334

Таб.2 - Дескриптивната статистика на дневната доходност от индекса SOFIX.

Стойностите на средната стойност и медианата, отразяващи основната тенденция при движението на r_t , са близки до нула. Този факт кореспондира с едно от основните допускания на модела на случайното блуждаене, а именно, че очакваната стойност на дневната възвръщаемост е равна на нула.

Средно дневната доходност е положителна през първите два разглеждани периода и отрицателна през последния. Разликата между стойностите на медианата и среднодневната доходност е свидетелство за асиметрично разпределяне доходността, т.е. това е първа индикация, че допускането за нормално разпределение на r_t е проблемно. Разликата между максимална и минимална стойност на r_t през разглежданите периоди ни дава степент на доходност, която също е и индикатор за рискованост. Тук трябва да отбележим, че най-високи максимални и минимални нива на r_t за трите изследвани периода са реализирани през първия. Степента на доходност е най-висока именно тогава (със стойност 0,0017), намалява през следващите два периода, като заема отрицателни стойности (Период 2 - (-0,0042) и Период 3 (-0,0082)). Това може да се разглежда като индикация за увеличаване рисковаността за изследвания фондов пазар. В този план трябва да разгледаме

показателя стандартно отклонение. Най-висока стойност той заема през първия период, характерен с най-висока степен на доходност, т.е. по-високата променливост се свързва с възходящ тренд на движение на индекса, увеличавайки по този начин доходността. През втория период се наблюдава намаляване стойността на стандартното отклонение и отрицателен размер на доходността. Третият период показва по-висока степен на рискованост, изразяваща се в по-висока стойност на стандартното отклонение и отрицателна доходност с най-ниска стойност от всички изследвани периоди. На база изложеното по горе можем да направим извод, че въпреки спадането на променливостта на r_t рисковаността на този фондов пазар е висока, тъй като се наблюдава намаляване на степента на доходност с всеки един период. Стойностите на асиметрия през трите периода са отрицателни, като най-голяма наблюдаваме през третия период, където се доближава до статистически значимата граница от 0,5 (**Гатев, К. (1995)**). Тези стойности на асиметрия са поредното насочване към допускане за отклонение от нормалното разпределение на r_t (изискващо стойност на асиметрия = 0). Свидетелства за него можем да намерим и в стойностите на ексцес. Те са с намаляващ тренд, но и най-ниската стойност, реализирана през третия период, е два пъти над прага за

нормално разпределение (ексцес = 3). Тестът на Жарк - Бера за наличието на нормално разпределение на доходността показва статистическо значимо отклонение. Към същото заключение ни водят и резултатите от другия използван тест за наличие на нормално разпределение - този на Колмогоров-Смирнов.

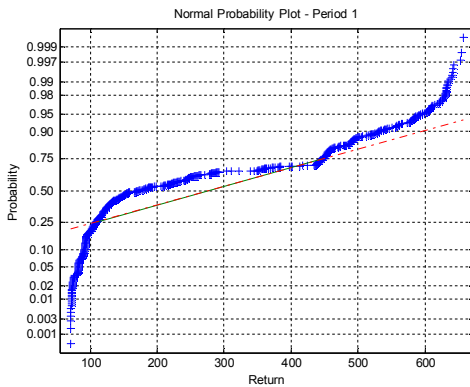
Наличието на високи стойности на ексцес извежда заключение за изострено ексцесно разпределение, характеризиращо се с наличието на т. нар. дебели опашки. Отрицателните стойности на асиметрия сочат разпределение с по-дълги леви опашки, изказвайки по този начин предположение за по-голяма вероятност за реализиране на отрицателни екстремни стойности, отколкото би предположило нормалното разпределение.

Анализът за наличие на нормално разпределение на доходността обикновено се осъществява

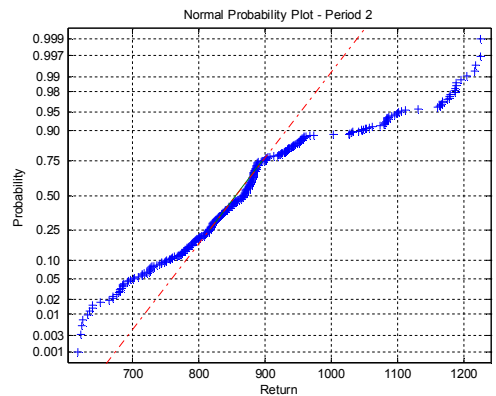
на комбинирана основа, а именно тест на хипотези и използване на диаграми, показващи евентуалното налично нормално разпределение.

Диаграми за нормално разпределение (Normal Probability Plots)

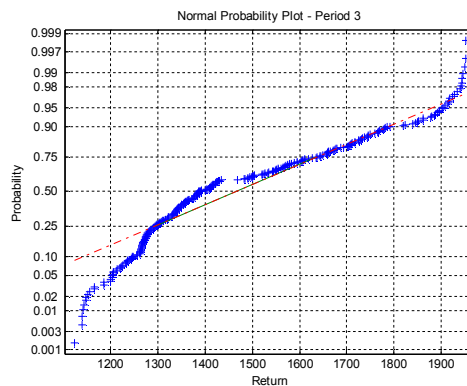
Графично те ни представят дали дадени данни се характеризират с нормално разпределение. Когато точките от данни са разположени около линията, свързваща 25-то и 75-то деление на скалата на вероятностите, можем да приемем допускането за нормално разпределение, и обратно - когато се наблюдава разпръскване на точките от данни, не можем да приемем наличието на нормално разпределение. Диаграмите и за трите изследвани периода ясно показват отхвърляне на горепосочения тип допускане за r_t през трите периода.



a)



б)



в)

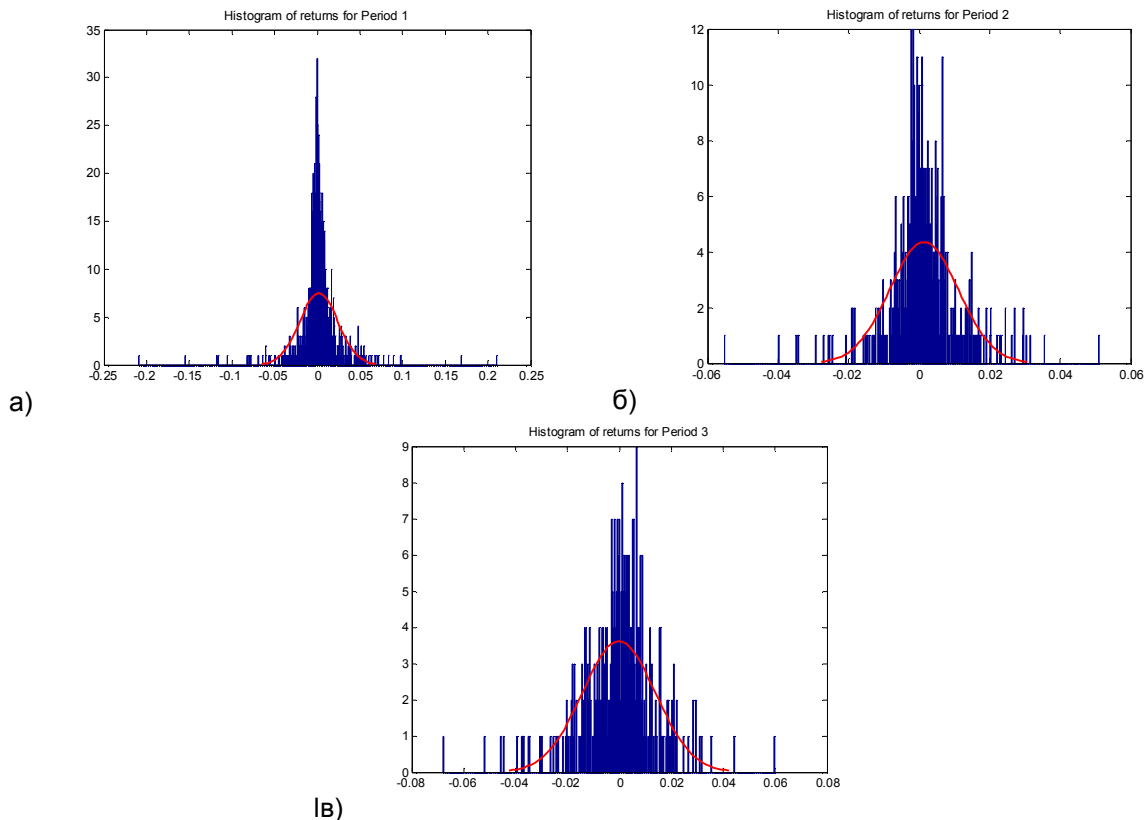
Фиг.2 - Диаграми за нормално разпределение на възвращаемостта от индекса SOFIX за:

- а) Период 1
- б) Период 2
- в) Период 3

Хистограми на разпределението на възвръщаемостта - r_t

Хистограмите визират разпределението на r_t за трите изследвани периода, върху което е наложена графиката на нормалното разпределение (представена в червена линия). Графичното представяне на r_t онагледява следните заключения: първо, хистограмите ясно показват налични

високи стойности на ексцес и отрицателни асиметрични стойности с по-дълги рамена на разпределението към отрицателните стойности. Второ, коефициентите на Жарк-Бера и Колмогоров-Смирнов, отхвърлящи хипотезата за нормално разпределение, са категорично подкрепени от графичното представяне на изострено ексцесни разпределения с дебели опашки.



Фиг.3 – Хистограми на разпределението на възвръщаемостта от индекса SOFIX за:

- а) Период 1
- б) Период 2
- в) Период 3

Можем да заключим, че разпределението на възвръщаемостта от индекса SOFIX е високо ексцесно, с

което се отхвърля допускането за нормално разпределение. Това заключение е характерно за фондовите

пазари, както за развитите (Kendal, R., (1953), Moore, A. (1962), Fama, E.F., (1965)) така и за развиващите, към групата на които принадлежи и българският. Независимо от показанията на асиметрията и ексцеса, както и на коефициентите на Жарк-Бера и на Колмогоров-Смирнов, в интерес на статистическо изследване трябва да кажем, че допускането за нормално разпределение може да е валидно при наличен голям брой наблюдения. Именно това налага да се проведат тестове, показващи серийна корелация при стойностите на възвръщаемост, установяването на които допълнително би потвърдило отсъствието на нормално разпределение.

Серийна корелация

Автокорелационните функции на r_t , изчислени и представени графично, ни дават представа за корелационната зависимост между стойностите на r_t , отчитайки съответния лаг във времето. Трябва да отбележим наличието при графично представяне на горни и долни доверителни интервали на стандартното отклонение. Изчисленията на автокорелационните функции се извършват при условие, че всички автокорелации са равни на нула отвъд лаг нула. Представените диаграми на автокорелациите за трите обговаряни периода извеждат съществена зависимост между стойностите на r_t за различните лагове от време.

При анализа на графиките на авторегресионните (ACF) функции на r_t за тези три периода заключаваме: през Период 1 се наблюдава наличие на значими стойности само при 5 лага. За отбелязване е, че в неговите рамки (характеризира се с относително висока стойност на стандартно отклонение) автокорелационната функция е статистически значима само в малък брой от лаговете, и то с относително ниски стойности, като при лаг 1 тя бива

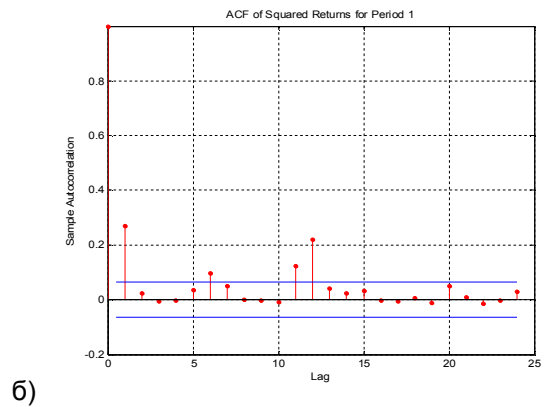
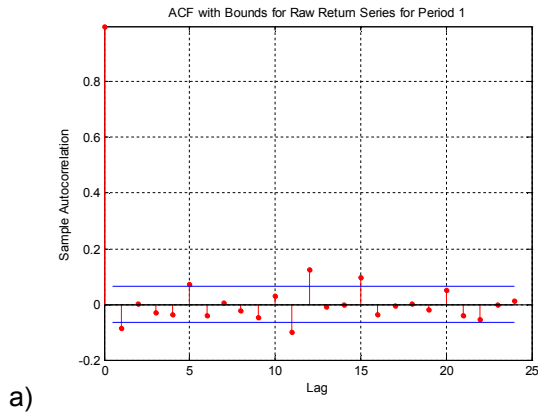
отрицателна. Другото характерно е, че се наблюдават статистически значими стойности на автокорелация в интервал от 1 до 15 лаг. Период 2 "композира" групирани на статистически значимите стойности в интервала до лаг 12. Стойностите са по-високи от показаните през Период 1, особено по отношение на лаг 1. През Период 3 наблюдаваме „свиване“ на интервала, в който се ситиурат статистически значими и с относително високо ниво стойности на автокорелация, до лаг 6.

Характерни и за трите изследвани периода са значима автокорелация при лаг 1 и липсващи автокорелации отвъд лаг 20, което обосновава отсъстващата средносрочна взаимосвързаност между стойности на индексната възвръщаемост. Тази липса и установена значима автокорелация при лаг 1 са формиращи по отношение избора и структурирането на иконометричен модел, който да се приложи спрямо изследваните данни.

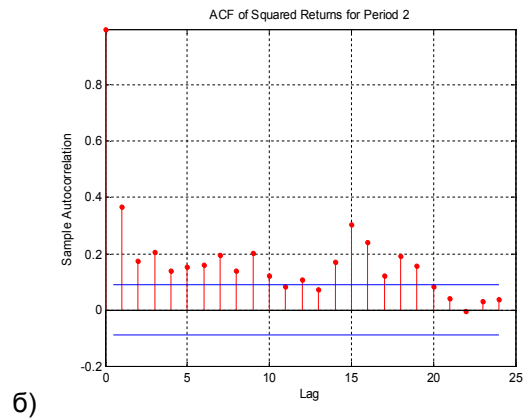
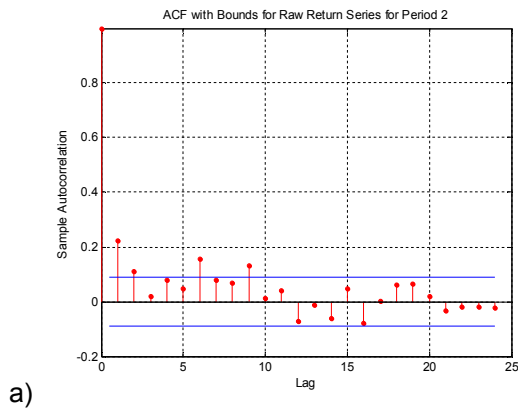
Установените взаимовръзки между стойностите на възвръщаемост се потвърждават и от графиките на автокорелациите на r_t^2 . Те визират корелации при моментите от втори ред, т.е. автокорелациите в динамиката на променливостта. Най-общо можем да заключим, че тяхното проявление е в синхрон с наблюдаваните статистически значими автокорелации (ACF) на r_t . Нещо повече - разкриват се наличните статистически значими автокорелации на променливостта за лагове, при които (ACF) на r_t не показват такава. Това е особено зримо през Период 2, където имаме един относително стръмно нарастващ тренд на развитие на изследвания индекс. Впечатляват: периодите с висока променливост (Периоди 1 и 3), по-малкият брой значими стойности, в сравнение с Период 2 (с най-ниска променливост), където се отчитат статистически значими такива при 17 от общо 24 лага.

Характерно и за трите периода е наличието на високи статистически значими стойности на автокорелациите на r_t^2 за лаг 1. Всъщност то представя статистическо доказателство за наличието на клъстери на

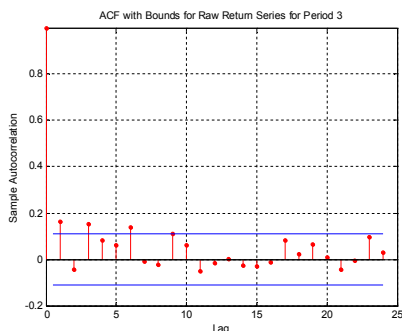
променливостта. Изложените по горе факти осмислят и позволяват прилагането на иконометрични модели, базирани на авторегресионната условна хетероскедастичност.



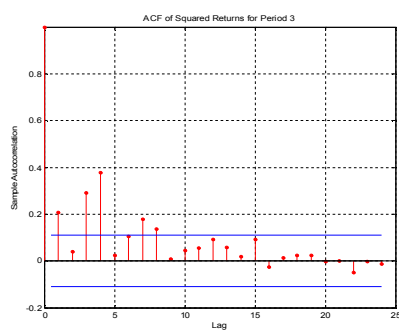
Фиг. 4 – Графики на авторегресионните (ACF) на възвръщаемостта от индекса SOFIX за Период 1:
 а) авторегресионните (ACF) функции
 б) авторегресионните (ACF) функции на повдигната на квадрат възвръщаемост



Фиг. 5 – Графики на авторегресионните (ACF) на възвръщаемостта от индекса SOFIX за Период 2:
 а) авторегресионните (ACF) функции
 б) авторегресионните (ACF) функции на повдигната на квадрат възвръщаемост



а)



б)

Фиг. 6 – Графики на авторегресионите (ACF) на възвръщаемостта от индекса SOFIX за Период 3:
а) авторегресионните (ACF) функции
б) авторегресионните (ACF) функции на повдигната на квадрат възвръщаемост

При разглежданите графики на автокорелация определяме обратната зависимост между серийна корелация и променливост. При Период 1 стойността на стандартно отклонение е най-висока за трите разглеждани периода и автокорелацията на r_t е с ниски стойности, близки до горните и долни доверителни интервали. Подобно е положението и при графиката на автокорелациите на r_t^2 , където имаме значима корелация само при 4 лага от общо 24, използвани за изследването. На това положение противопоставяме резултатите при Период 2 - този с най-ниска стойност на стандартното отклонение. Увеличават се стойностите на автокорелация на r_t - положение, което е особено силно застъпено при графиката на автокорелациите на r_t^2 , където, освен, че само в 7 лага от общо 24 не се наблюдава значима автокорелация, стойностите на корелация са относително високи, като се взема предвид тяхната ясна разграничимост от горния доверителен интервал на стандартното отклонение.

Свидетелство за обратнопорпорционална зависимост между серийната корелация и променливостта можем да открием и през Период 3.

На база графично показаните автокорелации през трите изследвани периода при равни други условия бихме могли да приемем обратнопорпорционална връзка между променливостта и серийната корелация за фондовия индекс SOFIX. Доказателство за тази зависимост можем да намерим и при количествените измерения на автокорелациите за съответните периоди, представени в Таблица 2. Трябва да отбележим, че за подобна значима обратнопорпорционална зависимост между серийната корелация и променливостта при фондови индекси от САЩ съобщава ЛеБарон (**LeBaron (1992)**). Значимото отбелязване на тази обратна зависимост се търси през информационната ефективност на българския фондов пазар, отразен от индекса SOFIX. За да бъде той ефективен, съгласно хипотезата за ефективния пазар (ХЕП), трябва да отразява цялата налична към дадения момент информация в стойността на изследвания индекс, в следствие на което не би трябвало да съществуват статистически значими автокорелации при възвръщаемостта. Съгласно представените графически автокорелационни зависимости можем да определим пазара като неефективен.

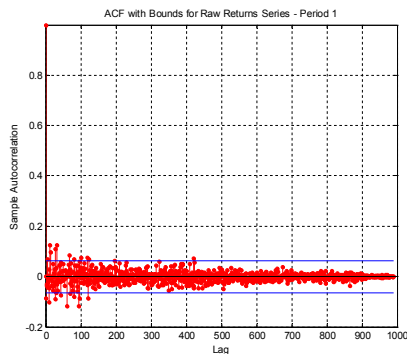
Следствие от тази неефективност е обратната връзка между автокорелация

и променливост, обяснима с наличието на лийверидж ефект. Ако вземем Период 2, който е с възходящ за пазара тренд и най-високи стойности на автокорелация. Можем да предположим, че положителния тренд е следствие на положителни новини, респективно положителни възвръщаемости. Така значителните стойности на автокорелация свидетелстват за по-ниската скорост в инкорпориране положителните новини в стойностите на индекса. Съгласно теорията за наличие на лийверидж ефект, положителната възвръщаемост ще доведе по-ниски стойности на променливостта и обратно за отрицателната. По този начин можем да обвържем наличието на лийверидж ефект с асиметрично приспособяване към информацията от предходни периоди на възвръщаемостта от изследвания индекс.

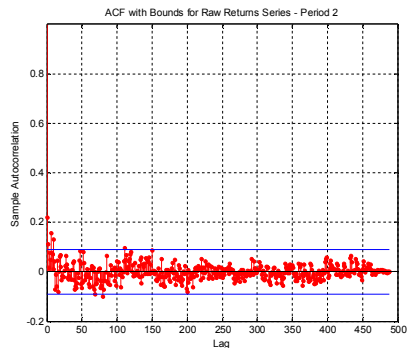
Друг важен факт относно ефективността на пазара и асиметрията при отразената информация ни сочи автокорелационите зависимости при възвръщаемостта в относително дългосрочен план. На фиг.7 е показана автокорелацията на възвръщаемостта за трите изследвани периода с времеви хоризонт, равен на броят наблюдения във всеки един период. Това, което прави впечатление, е, че след регистриране на статистически значими

нива на автокорелация следват отрицателни такива, появяващи се в по-късен период. Графиките регистрират положителна автокорелация в интервала от 1 до 20 лаг, след което се фиксират статистически значими стойности на отрицателна автокорелация в интервала лагове от 50 до 100. Прави впечатление и интензитетът на тези проявления. През Период 1 е представена много ясно тази зависимост с изведено множество положителни, последвани от отрицателни, стойности на автокорелация. През Периоди 2 и 3 последващите отрицателни стойности са налице, но с по-малко такива статистически значими стойности. Обяснението на тази последващо проявена отрицателна автокорелация можем да намерим както в „теорията на капризите“, така и сред вариращите във времето рискови премии.

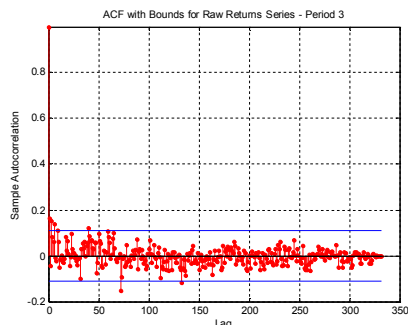
Теорията на капризите предполага, че борсовите индекси в краткосрочен план реагират по-силно на съществената информация, като генерират положителна автокорелация, коригирана в дългосрочен от отрицателни стойности. Това определя движението на възвръщаемостта от тези индекси като процес на връщане към средна стойност, отразяващ колебанието на индексите около тяхната справедлива стойност, съчетано с прекалена променливост.



a)



b)



в)

Фиг.7 – Графика на авторегресионната (ACF) функция на възвръщаемостта от индекса SOFIX за: а) Период 1, б) Период 2, в) Период 3

Като един предварителен инструмент за определяне наличието на автокорелационните зависимости при стойностите на r_t графичното им изразяване дава представа за наличието или отсъствието им. Количественото им определяне ще осъществим чрез прилагане тестовите на Лjung-Бокс

(Ljung-Box Q-statistic) и на Енгл. Това са нелинейни тестове, използващи метода проверка на хипотези. В Таблица 2 са отразени резултатите от теста на Лjung-Бокс по отношение на възвръщаемостта - r_t и възвръщаемостта, повдигната на квадрат r_t^2 .

Периоди		Лаг	1	2	6	12	18	24
Период 1	r_t	AC	-0.0872#	0.0013#	-0.0418#	0.1258#	0.0013#	0.0115#
		Qs	7.5575	7.5592	16.6148	46.2810	57.3211	65.2420
		pV	(0,0060)	(0,0228)	(0,0108)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
	r_t^2	AC	0.2709	0.0248	0.0957	0.2191	0.0061	0.0297
		Qs	70.9218	71.4256	82.0239	152.2132	155.5498	159.8168
		pV	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
Период 2	r_t	AC	0.2211#	0.1111#	0.1555#	-0.0702#	0.0616#	-0.0226#
		Qs	24.0478	30.1356	46.4903	64.0686	72.1743	75.8934
		pV	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
	r_t^2	AC	0.3662#	0.1730#	0.1601#	0.1079#	0.1901#	0.0363#
		Qs	55.7136	66.7403	116.1750	171.8262	287.9528	307.5948
		pV	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
Период 3	r_t	AC	0.1643#	-0.0433#	0.1377#	-0.0170#	0.0242#	0.0282#
		Qs	9.0996	9.7321	27.8519	34.4624	37.6468	43.4758
		pV	(0,0026)	(0,0077)	(0,0001)	(0,0006)	(0,0043)	(0,0088)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
	r_t^2	AC	0.2087#	0.0407#	0.1060#	0.0930#	0.0244#	-0.0126#
		Qs	14.6364	15.2036	95.8912	117.7884	122.5508	123.7317
		pV	(0,0001)	(0,0005)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
		CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150

- значимост при 10% риск от грешка

Таб.2 - Коефициенти на автокорелация на r_t и r_t^2 от индекса SOFIX.

Предварителните индикации за налични автокорелации между стойностите на r_t , определени чрез графично представяне, се потвърждават и от количественото изразяване на техните стойности. Прилагането на нелинейния тест Люнг-Бокс, при ниво на значимост 0, 05, показва отхвърляне на нулевата хипотеза, твърдяща, че не съществува статистически съществена автокорелация.

Следващата проверка, която правим, се отанся до прилагането на теста на Енгъл за установяване наличие на arch ефекти. Съгласно нулевата хипотеза на този тест времевите редове от данни за изследвания индекс представят произволна поредица от Гаусови смущения - ε_t (т.е. не съществуват arch ефекти). Резултатите от неговото провеждане са представени в Таблица 3:

	Лар	1	2	6	12	18	24
Период 1	ARCH - stat	70.6387	73.4852	80.8348	121.6273	129.3670	134.7051
	pV	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
	CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
Период 2	ARCH - stat	55.2971	55.9476	70.4498	82.5650	111.6747	174.1835
	pV	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
	CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150
Период 3	ARCH - stat	14.4640	14.4107	71.1478	73.2576	85.4000	87.1244
	pV	(0,0001)	(0,0007)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
	CV	3.8415	5.9915	12.5916	21.0261	28.8693	36.4150

Таб.3 – Резултати от провеждането на теста за наличие на ARCH ефекти на Енгъл при променливост на възвръщаемостта - r_t от индекса SOFIX.

За всички изследвани лагове и периоди ARCH статистиката ни дава основание да отхвърлим нулевата хипотеза, определяща всички смущения - ε_t като независими и идентично нормално разпределени с $N(0, \sigma^2)$.

Доказаното по този начин наличие на ARCH ефекти предполага прилагане на иконометрични модели от семейството на ARCH.

Тези резултати са съвместими с изследванията на развитите и развиващите се фондови пазари, където също се наблюдава статистически значима автокорелация в доходността на фондовите индекси. Тестовите на Люнг-Бокс и на Енгъл са нелинейни, т.е. те уличават нелинейни корелации. Така освен, че дават по-пълна представа за наличните корелационни връзки, тяхното

установяване е индикация за несъстоятелността на допускането за случайно блуждаене на възвръщаемост от изследвания индекс и признак за ниска информационна ефективност.

Заклучения

Изследването на статистическите свойства на логаритмичната възвръщаемост на най-стария индекс на българския капиталов пазар – SOFIX доведе до следните резултати, разглеждани в процеса на проверка на постановките на ХЕП и хипотезата за случайното блуждаене. Средната стойност на възвръщаемостта за всички периоди на изследване показва стойности, много близки до нула. Така тя подкрепя едно от основните допускания на хипотезата за случайно блуждаене. Но приемането ѝ спрямо динамиката на възвръщаемостта е неприемливо. Аргументи за това можем да намерим

при установените автокорелационни зависимости, както и в нелинейни такива, което бива потвърдено от всички приложени тестове и проверки. Нелинейните зависимости директно изключват вероятност за случайно блуждаене при изменение на възвръщаемостта. Установяването им прави възможно прилагане на модели, които биха донесли допълнителна възвръщаемост в нарушение на Хипотезата на ефективните пазари. Това ни дава основание да определим българския капиталов пазар като недостатъчно ефективен от информационна гледна точка. Тази неефективност се проявява както в краткосрочен, така и в дългосрочен план. Регистрираната прекалена реакция на информацията от страна на възвръщаемостта в краткосрочен план води до компенсираща реакция в дългосрочен. Това проблематизира не само информационната ефективност, но и същата асиметрия, за която съдим по установените относително високи стойности и честота на корелация през Период 2 (положителен тренд на индекса), сравнени с по ниските стойности на тези показатели, наблюдавани през Период 3 (отрицателен тренд).

Друг показател, характеризиращ хипотезата за случайно блуждаене, е нормално разпределение на възвръщаемостта. Тук подчертаваме хипотезата за случайно блуждаене, тъй като и за трите изследвани периода се наблюдават високо ексцесни разпределения с налични дебели опашки, активиращи клъстерите на променливост. Доказа се нестационарният характер на променливостта за което съдим по резултатите от теста на Енгъл, показали наличие на нелинейни зависимости между отделните й стойности.

Допълнителен аргумент срещу приемането на случайното блуждаене е обратнопропорционалната зависимост между променливост и автокорелация.

Присъствието ѝ индикира задействан лийверидж ефект спрямо проследимия индекс. Този факт показва присъствие на закономерности в изменението на индекса, които могат да бъдат предварително предсказани, и по този начин провокира противоречие с ХЕП и хипотезата за случайно блуждаене.

Установените факти, характеризиращи възвръщаемостта и променливостта от изследвания индекс, като наличие на автокорелации, нелинейни зависимости, високо ексцесни разпределения и нестационарност на променливостта, категорично отхвърлят хипотезата за случайно блуждаене и определят като неефективен българския капиталов пазар. В своята динамика на развитие българският капиталов пазар проявява специфички, характерни за развиващите се пазари. Емпирични изследвания показват значителни нива на неефективност, наблюдавани на фондовите пазари в Индия, Сингапур, Гана (**Bekaert, G. and Campbell, H.R., (2002)**), Мавритания (**Bundoo, S.K., (2000)**), **Smith, G. and Jefferis, K., (2002)**) и Гърция (**Smith, G. and Jefferis, K., (2002)**). Данни от проверка на хипотезата за случайно блуждаене на цените за фондовите пазари в Египет, Кения, Мароко и Зимбабве (**Mlambo, C., Biekpe, N. and Smit E. vd. M., (2003)**), показват отхвърлено предположението за нормално разпределение на възвръщаемостта и наличие на положителна серийна корелация при последната. Заключение, до което се стига, отхвърля хипотезата за случайно блуждаене и следващо отклонение от ХЕП, дори когато се прави корекция за отстраняване влиянието на фактора ограничена по обем търговия. Свидетелства за нарушаването на ХЕП намираме и при развиващите се капиталови пазари от Източна Европа. В изследването, проведено от Миякович и Радович (**Miljković, V., Radović, O. (2006)**), се представят доказателства, че сръбската фондова борса не проявява ефективност, дори и в слабата форма на

ХЕП. Регистрират се статистически значими стойности на автокорелация при възвръщаемостта, характеризираща се с високо ексцесно разпределение. Причините, които авторите виждат за тази неефективност са свързани с ограничените обеми на търговия и вариращите във времето рискови премии.

Нарушаване на ХЕП намираме и при Централноевропейския фондов пазар. Заключение е на база изследване на дневните логаритмични изменения в индекса CESI, включващ ценни книжа от фондовете в Будапеща, Прага и Варшава, за периода 30. 06. 1995г. - 31. 05. 2002г. Резултатите от изследването характеризират възвръщаемост с високо ексцесно разпределение и асиметрия, статистически значими стойности на автокорелация на възвръщаемостта и наличие на нелинейни зависимости при данните. **(Канарян, Н.,(2004))**

Степента на установена неефективност на фондовите пазари се определя от широкофакторно влияние. Основна е ограничената, както по обем, така и по достъп търговия, която превръща търгуваните ценни книжа в неликвидни. Следва неефективност на пазара и статистически значими автокорелации на възвръщаемостта. Но ролята на този фактор не трябва да бъде преекспонирана, тъй като върху ефективността на пазара може да окажат влияние и други фактори, като:

- вариращите във времето рискови премии, липсата на диверсификация и ефекта на нетъргуване на акции, включени в индекса на дадения пазар;

- недостъпна информационна обезпеченост на пазара или неефективно разпространение на информацията - **(Keane, S.M., (1983), Mlambo,C., Biekpe, N. and Smit E. vd. M., (2003), Magnusson, M. A. and Wydick, B., (2002).);**

- несинхронно търгуване на акции, в следствие на което пазарните цени отразяват новата информация с известно закъснение; това се проявява

като автокорелация на възвръщаемостта **(Scholes, M. and J. Williams.(1977), Lo, A.W., MacKinlay, C.A., (1990)).**

Изброените фактори аргументират неефективността на българския капиталов пазар. Следва обаче да отделим един, оказващ характерно влияние. Това е асиметричното отразяване на информацията в стойностите на изследвания индекс. Тази асиметричност е породена от различната степен и бързина, с която индексът усвоява новата информация. На база представените автокорелации съдим за по-бързо инкорпориране на информация, когато имаме отрицателен тренд на изследвания индекс и, обратно, при положителен. Това е особено видно от графиките на автокорелация на възвръщаемост и променливост в периоди 2 и 3, при които имаме отчетлив положителен и отрицателен тренд. Подкрепа на подобни заключения намираме в емпиричните изследвания на Кутмос **(Koutmos, G. F.(1999))**, които показват, че азиатските фондови пазари са приспособими асиметрично към информация от предходния период, като позитивната доходност от последния период е средно 1,4 пъти по-устойчива от негативната. Скоростта на информационното инкорпориране в пазарните цени е една от разграничителните черти между ефективните и неефективни пазари. Според ХЕП, цената на финансовия актив отразява цялата налична информация към дадения момент с еднаква скорост, независимо от нейния характер. Наличието на автокорелации може да бъде обяснено не само с асиметричността при включване на новата информация за различните трендове на пазара, но и със степента на включването ѝ. Коригиращите реакции на възвръщаемостта в дългосрочен план се разглеждат, освен като признак за информационна неефективност на пазара, и като провокиране на автокорелационни зависимости.

Използвана литература:

1. **Гатев, К. (1995)**, Въведение в статистиката. ЛИА, 1995, стр.128
2. **Канарян, Н., (2004)**, „Моделиране на Централноевропейския фондов пазар по време на кризи”, Икономическа мисъл, бр.3/2004г.
3. **Bekaert, G. and Campbell, H.R., (2002)**, Research in Emerging Market Finance: Looking to the future. *Emerging Markets Review*, 3, 4: 429 – 448.
4. **Bundoo, S.K., (2000)**, The Mauritius Stock Exchange: An Assessment. *Social Sciences & Humanities and Law & Management Research Journal*. 3. University of Mauritius.
5. **Fama, E.F. (1965)** “The Behavior of Stock Market Prices”, *Journal of Business*, 38: 34 -105.
6. **Keane, S.M., (1983)**, *Stock Market Efficiency: Theory, Evidence, Implications*. Bath: Philip Alan Publishers.
7. **Kendal, R., (1953)**, The Analysis of Economic Time Series, Part 1: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*. 96, 1.
8. **Koutmos, G. F.(1999)**, “Asymmetric price and volatility adjustments in emerging Asian stock market”, *Journal of Business Finance & Accounting*, 26, 1999, pp 83-101
9. **LeBaron, B. (1992)** “Some Relations Between Volatility and Serial Correlation in Stock Market Returns”, *Journal of Business*, 65, 199-220.
10. **Lo, A.W., MacKinlay, C.A., (1990)**, „An econometric Analysis of Nonsynchronous Trading”, *Journal of Econometrics*”, 1990, N45, P.181-211
11. **Magnusson, M. A. and Wydick, B., (2002)**. How Efficient are Africa's Emerging Stock Markets? *Journal of Development Studies* 38, 4: 141-156.
12. **Mandelbrot, B. (1963)** “The Variation of Certain Speculative Prices”, *Journal of Business*, 36, 394-419.
13. **Miljković, V., Radović, O.(2006)**, Stylized facts of asset returns: case of BELEX, *Facta Universitatis, Series: Economics and Organization* Vol. 3, No 2, 2006, pp. 189 – 201
14. **Mlambo, C., Biekpe, N. and Smit E. vd. M., (2003)**, Testing the Random Walk Hypothesis on Thinly- Traded Markets. The Case of Four African Stock Markets. *The African Journal of Finance*. 5. 1: 16 –35.
15. **Moore, A. (1962)**, A Statistical Analysis of Common Stock. Unpublished Ph.D. Thesis. Chicago: Graduate School of Business, University of Chicago.
16. **Scholes, M. and J. Williams.(1977)**, “Estimating betas from nonsynchronous data”, *Journal of Financial Economics*, 5, 1977, pp 309-327
17. **Smith, G. and Jefferis, K., (2002)**, The Evolving Efficiency of African Stock Markets. Unpublished Research