

I. ВЪВЕДЕНИЕ

1. Финансов пазар

Финансовият пазар може да се определи като институционална структура или като механизъм, обезпечаващ създаването и обмяна на финансовите активи. На финансовите пазари се извършва мобилизация на капитал, предоставяне на кредит и разпределение на финансовите средства в производството. Съвкупността от търсене и предлагане на пари и капитал от страна на кредитополучателите и кредиторите от различни държави образува световния финансов пазар.

Структурата на финансовия пазар включва в себе си **паричните пазари** и **фондовите (капиталови) пазари**.

На паричния пазар става обръщение на краткосрочни дългови инструменти (със срок на погасяване до една година), и разбира се, пари (като стока).

На фондовия пазар се търгуват дългосрочни финансови инструменти със срок на обръщение над една година. Структурата на фондовия пазар, който се нарича още и пазар на ценни книжа е дадена на схемата от рис. 1

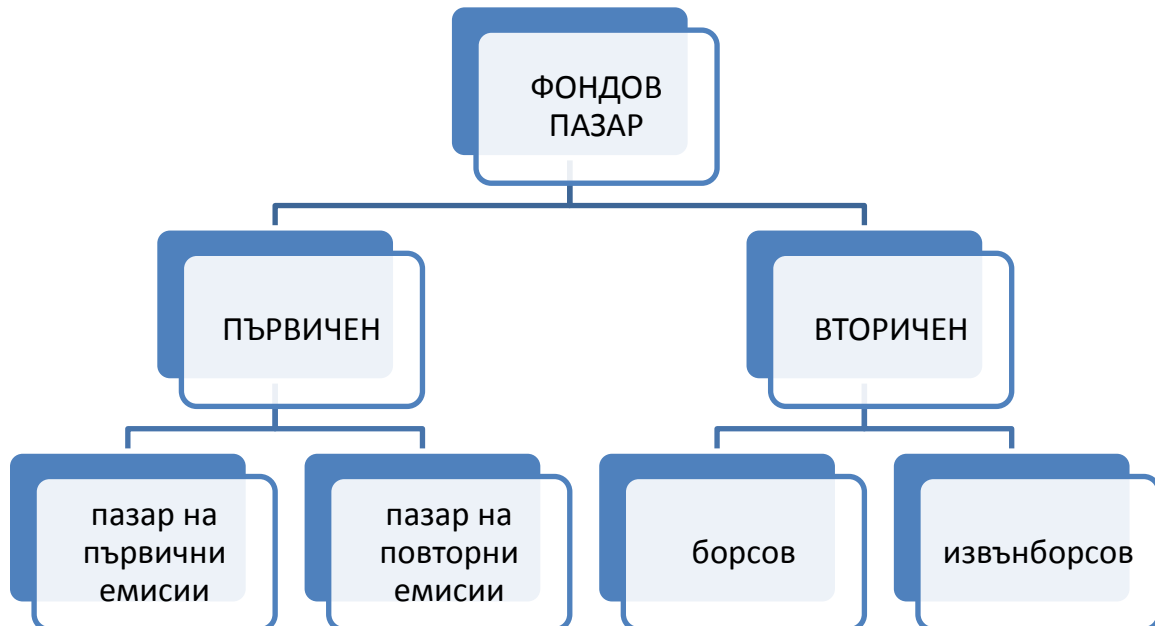


Рис. 1. Структура на фондовия пазар

Парите и ценните книжа се явяват финансови инструменти на съответните пазари, които инвеститорът (трейдърът, спекулантът) може да използва по един или друг начин и в резултат на това да получи печалба или загуба. Макар на фондовия пазар да става обръщение на ценни книжа, то тяхната

покупка/продажба се осъществява с налични пари. Поради това, приведената структура на финансовия пазар има условен характер, тъй като едновременно с ценните книжа, на този пазар се употребяват и пари.

Ако в качеството на критерий за класификация на финансовия пазар се избере фактора време на доставка на търгуваните финансови инструменти, то възможни са два варианта: **спотов пазар** (или пазар на касови операции) и пазар на срочни контракти, който се нарича още и **пазар на производни финансови инструменти**. В съответствие с тази класификация паричният пазар може да бъде и спотов (ако се предлага незабавна доставка на съответния финансов инструмент) и срочен (ако доставката е в рамките на няколко седмици или месеци). Същото важи и за фондовия пазар.

Срочният пазар може да бъде класифициран от гледна точка на организационната форма на сключваните контракти на фючърсен, форуърден и опционен.

Фючърният контракт е деривативен инструмент, представляващ споразумение между две страни за покупка или продажба на даден актив на предварително определена цена с доставка на бъдеща дата.

Форуърдният договор (контракт) е договор да се закупи или продаде актив в определен бъдещ момент на определена (договорена между страните) цена (доставна цена, форуърд цена). Форуърдният договор за разлика от фючърсен договор не е стандартизиран договор. Той се сключва извънборсово и негов предмет може да са всякакъв тип активи, с взаимнодоговорени параметри по отношение на количество, цена и срок.

Опцията е ценна книга, която дава на купувача правото, но не и задължението, да купи или продаде определен базов актив или инструмент на предварително определена цена на или преди определена дата. Продавачът има съответното задължение да изпълни сделката – което е да продаде или купи – ако купувачът упражни опцията. Купувачът плаща премия на продавача за това си право. Опция, която дава право да се купи нещо на определена цена се нарича кол опция (call). А опция, която дава право да се продаде нещо на определена цена се нарича пут опция (put). И двата типа опции са често търгувани, но кол опциите се обсъждат по-често.

Спотовите и срочни пазари могат да се класифицират и по критерий за обезателност или необезателност на реалната доставка на търгуваните финансови активи. Така, например, на спотовия международен валутен пазар FOREX, на който се осъществяват валутнообменни (конверсионни) операции,

може да се осъществява както търговия, предполагаща реалната доставка на валута, така и търговия, не предполагаща такава (маржинална търговия).

От гледна точка на организацията на търговията, финансовите пазари се делят на борсови и извънборсови. При борсовата търговия обращението на финансовите активи става по строго регламентирани правила, при това самата борса встъпва в ролята на гарант за изпълнението на сключените в нея сделки.

В исторически план са се сформирали два основни модела на финансови пазари: финансова система, ориентирана към банковото финансиране – bank based financial system (така наречения континентален модел) и финансова система, ориентирана към пазара на ценни книжа и система от институционални инвеститори (застрахователни компании, пенсионноосигурителни компании и др.) – market based financial system (или англо-американски модел). За англо-американския модел е характерна ориентацията към публично разпределение на ценните книжа и високо ниво на развитие на вторичния пазар, който по обем е значително по-голям от вторичния пазар на страните от континентална Европа. За континенталния модел е характерна висока степен на концентрация на акционерния капитал в няколко на брой акционери и непублично разпределение на ценните книжа, а вторичният пазар не е особено развит. В последно време в много европейски страни финансовите пазари започват да добиват чертите на англо-американския модел, което води до сближаването на тези два модела.

2. Основни участници на финансовите пазари

Накратко ще разгледаме въпроса за различните участници на финансовите пазари.

Участници на международния финансов пазар се явяват: банки, валутни и фондови борси, брокерски къщи, застрахователни и инвестиционни компании и фондове, външнотърговски и производствени компании, международни валутно-кредитни и финансови организации.

По критерия за степен на риск при изпълняваните на финансовите пазари операции (в нарастващ порядък), участниците на пазара могат да се разделят условно на следващите групи: арбитражери, хеджери, предприемачи и инвеститори, спекуланти и играчи.

Риск на финансовата операция се нарича възможността за недостигане на набелязаната от участника цел поради неопределеността в развитието на пазарната ситуация.

Арбитражер е физическо или юридическо лице, извличащо печалба за сметка на едновременната покупка/продажба на един и същ финансов инструмент (актив)

на различни пазари, ако на различните пазари възникнат различни цени на един и същ актив (пространствен арбитраж). Арбитражните операции позволяват да се изравнят цените на различните пазари, а също така да се възстановят паритетните съотношения между различните активи. Арбитражните операции позволяват да се получават печалби без какъвто и да било риск.

Хеджерът е лице, което застрахова печалбата си чрез сключване на сделка на срочния пазар. Пример за хеджиране е сключването на фючърсен договор за доставка след известно време на базовия актив на предварително уговорена цена. При сключването на съответния договор, хеджърът ще бъде защитен от възможни превратности на развитието на пазарната ситуация, обаче отплатата за тази увереност ще бъде малката печалба, с която трябва да се задоволи.

Предприемачи и инвеститори – това са физически или юридически лица, които влагат свой или привлечен капитал с цел извличане на печалба. Действията на предприемачите и инвеститорите се отличават с определен консерватизъм, проявяващ се при минимализирането на риска на извършваните операции.

Спекулантът е лице, стремящо се да получи максималната възможна за дадения финансов пазар печалба за сметка на разликата в курсовете при покупка и продажба на финансовите инструменти, която може да възникне във времето. Успехът на дейността на спекуланта зависи от много условия, главното от които е умението му да прогнозира развитието на пазарната ситуация и да взема решения, позволяващи му да максимализира прираста на стойността на първично вложените от него средства.

Спекулативната дейност на финансовите пазари, при разглеждането ѝ на математическо ниво, се явява изключително наукоемка и може да бъде изразена посредством алгоритми за извличане на печалба. Поради това, всички участници на финансовия пазар могат да се занимават със спекулация, обаче, на успех могат да разчитат само най-високообразованите и талантиливи професионалисти.

Спекулантът, в стремежа си към печалба, поема върху себе си целия риск при изменението на цените, който прехвърлят върху него хеджърите. Поради това, спекулантът е абсолютно необходимо звено на пазара. Спекулативната дейност на финансовите пазари позволява да се достигне до максимално възможната за пазара печалба, което се явява отплата за риска, който спекулантите поемат. Като отчетем този риск, спекулантите могат не само да забогатеят бързо, но и да се разорят, ако лошо са отчетели съотношението печалба – риск при извършваните от тях операции.

Играчите са, като правило, непрофесионални участници на финансовите пазари, които в стремежа си към печалба за готови да поемат какъв да е риск, и в крайна сметка завършват на загуба. Играчите изпълняват на пазара една доста полезна роля, защото загубените от тях пари се преразпределят в полза на по-професионални участници на пазара.

Какви изисквания трябва да удовлетворяват финансовите пазари, за да може спрямо тях да се прилагат математически интерпретации, водещи до съставянето на математически модели, позволяващи значителното подобряване дейността на участниците в тях (инвеститори, предприемачи и спекуланти). Преди всичко, това са:

- Ликвидност на търгуваните финансови инструменти;
- Регулярност на търговията с финансови активи;
- Наличие на информациона инфраструктура, обезпечаваша достъпност до котировките на финансовите инструменти от страна на заинтересованите лица.

Указаните по горе изисквания са налице както на борсовите пазари на акции и облигации, така и на извънборсовите и в частност международния валутен пазар FOREX.

3. Фундаментален анализ на пазарите на ценни книжа

Три са основните направления в търсенето на инструменти за анализ и прогнозиране на финансовите активи: фундаментален, технически (традиционен и съвременен) и количествен стохастичен анализ.

Фундаменталният анализ се основава на изучаването на общите икономически условия, състоянието на отраслите на икономиката, положението на отделните компании, чиито акции се търгуват на фондовата борса. Отличителната черта на фундаменталния анализ е изучаването на същността на процесите на пазара, ориентираността му към установяване на дълбоките причини за изменението на икономическата ситуация чрез откриване на сложните взаимовръзки между различните явления.

При прилагането на фундаменталния анализ могат да се отделят следните нива:

Първо ниво – анализ на състоянието на икономиката като цяло. Тази информация помага да се изясни, доколко общата ситуация е благоприятна за инвестиране. Макроикономическата ситуация има огромно значение, и неустойчивост на това ниво може да повлияе на очаквания доход даже и при перспективни активи. Към факторите, влияещи на макроикономическата обстановка се отнасят не само икономически, но и политически и социални

фактори. От гледна точка на икономиката, изследователите отделят определени макроикономически индикатори, чието въздействие върху финансовите пазари е значително. Така например, за пазара на САЩ могат да се определят следните закономерности във въздействието

Въздействие на нарастването на макроикономическите индикатори върху пазарите на валута и ценни книжа

индикатор	Влияние на нарастването на индикатора		
	долар	Акции (цена)	Облигации (доходност)
Водещи индикатори			
БВП	нарастване	нарастване	нарастване
Дефицит на платежния баланс	понижаване	с.в.	с.в.
Дефицит по търговския баланс	понижаване	с.в.	с.в.
Дефицит на федералния бюджет	понижаване	с.в.	с.в.
Пазар на труда			
Ниво на безработицата	понижаване	понижаване	понижаване
Заетост в неселскостопанския сектор	нарастване	нарастване	нарастване
Лични доходи/разходи	нарастване	нарастване	нарастване
Производителност на труда	нарастване	нарастване	нарастване
Инфлация			
Индекс на потребителските цени	понижаване	понижаване	нарастване
Индекс на промишлените цени	понижаване	понижаване	нарастване
Дефлатор на БВП	понижаване	понижаване	нарастване
Пазар на недвижими имоти			
Разрешения за строителство	нарастване	нарастване	нарастване
Продажби на нови жилища	нарастване	нарастване	нарастване
Продажба на жилища на вторичния пазар	нарастване	нарастване	нарастване
Разходи за строителство	с.в.	нарастване	нарастване
Търговия			
Продажби на дребно	нарастване	нарастване	нарастване
Поръчки на стоки за дълготрайна употреба	нарастване	нарастване	нарастване
Промисленост			
Индекс на промишленото производство	нарастване	нарастване	нарастване
Натовареност на производствените мощности	нарастване	нарастване	нарастване
Бизнес климат			
Индекс на деловата активност	нарастване	нарастване	нарастване
Индекс на доверието на потребителите	нарастване	нарастване	нарастване

Индекс на настроението на потребителите	нарастване	нарастване	нарастване
---	------------	------------	------------

Забележка. с.в. – слабо влияние

Трябва да се отбележи, че за правилното разбиране на въздействието, което имат макроикономическите индикатори е необходимо да се отчита цикличния характер на икономиката. Едно и също значение на икономически индикатор може да има различен икономически смисъл в зависимост от това, в какъв стадий на икономическия цикъл (рецесия, възстановяване или подем) се наблюдава.

Второ ниво – отраслов анализ. В резултат на провеждането на това ниво на фундаменталния анализ инвеститорът избира отрасъл, представляващ интерес за него. И наистина, даже в условия на икономически подем, инвестирането не във всеки отрасъл може да гарантира печалба и да позволи да се избегне загубата. В рамките на фундаменталния анализ всички отрасли са делят на следните групи:

- 1. Зараждащи се отрасли.** Като правило, предприятията от тези отрасли все още не са успели да пуснат свои акции на пазара и затова не винаги са достъпни за инвеститорите.
- 2. Растящи отрасли.** Към тях се отнасят както отраслите, намиращи се в начален етап на своето установяване, така и стари отрасли, преживяващи бум в резултат от внедряване на нови технологии.
- 3. Стабилни отрасли.** В такива отрасли обемите на продажби и печалби са относително стабилни даже и в периоди, недобри за националната икономика като цяло. Вложението в акции на компании от тези отрасли могат да се охарактеризират с висока надеждност, и като следствие, с ниска доходност.

Трето (най-важно) ниво – анализ на компанията. В хода на това ниво на фундаменталния анализ се изучава финансово-стопанското положение на компанията за последните няколко години, ефективността на управлението, прогнозира се перспективите за развитие. Изследователите се опитват да определят така наречената **справедлива цена на активите**. Сравнявайки тази справедлива цена с текущата оценка на пазара (пазарната цена) се правят изводи за подцененост или надцененост на акциите. Основоположници на това направление са Бенджамин Греъм и Дейвид Дод.

Може да се обособят следните етапи в оценката на стойността на компанията и техните акции:

1. Събиране на пакет от финансова информация.
2. Анализ на данните за паричните потоци.

3. Анализ на баланса на компанията.
4. Анализ на отчетите за печалбата за последните тримесечия.
5. Анализ на доходите на висшите длъжностни лица, включително данни за работни заплати, бонуси и акции от собствеността на компанията.
6. Оценка на текущата стойност на акцията. За това се използват такива коефициенти като: пазарна капитализация, Profit Margin (марж на печалбата), Gross Profit Margin (брутен марж на печалбата), EPS (печалба на една акция), ROE (рентабилност на собствения капитал) и др.
7. Прогноза за стойността на акцията. Въз основа на анализа на информацията, получена при това ниво на фундаменталния анализ, изследователят създава модел на печалбата на интересуващата го компания и модел на чистата текуща стойност на база прогнозата за бъдещите парични потоци.

Именно оценката на една компания чрез методите на фундаменталния анализ е основа за определянето на нейния **рейтинг**. Рейтинга представлява мнение относно възможността и юридическата обвързаност на емитента да извърши плащания на дивиденди по акциите или процент по облигациите. Съществуват две групи обекти на рейтинговите оценки на финансовите пазари: рейтинг на ценните книжа и рейтинг на финансовите позиции на участниците на пазара.

Рейтингите на ценните книжа се наричат още и кредитни рейтинги. Скалата на рейтинга се разделя между крайните точки: ценни книжа от инвестиционен клас и спекулативни ценни книжа. В съответствие с това, агенции като Standard&Poors, Moody's Investors Service, Fitch присвояват на ценните книжа комбинации от букви, означаващи тяхното качество.

Рейтингите, оценяващи финансовите позиции на компаниите се строят въз основа на набор от показатели.

Част от инвеститорите вземат решение за покупка на акции на дадена компания, ориентирайки се по нейния рейтинг. Освен това, крупните портфейлни инвеститори като пенсионните фондове не могат да извършват сделки с акции (и/или компании) с нисък рейтинг. Поради това, повишаването на рейтинга на дадена компания неизбежно води до поочакване на цената на акциите и до прилив на свеж финансов ресурс към нея.

Въпреки, че фундаменталният анализ се стреми да отрази обективно икономическите условия за функционирането на дадена компания, трябва да се отбележи, че самата фундаментална информация е „размита“, и като цяло, интерпретацията и има субективен характер. Освен това, тези които ползват такава информация, основават реценциите си на информация, достъпна и на

другите инвеститори, и поради тази причина (вероятно) вече калкулирана в цените на акциите.

Въпреки това, може да се забележи, че компании, имащи фундаментални предимства, в дългосрочен план имат нарастване на котировките на акциите си, по-големи от средните за пазара. Ако пазарът се е сринал, то акциите на такива компании поевтиняват по-бавно от средното, а при възобновяване на растежа, тяхното възстановяване е по-бързо. Тези причини показват ползата от прилагането на фундаменталния анализ при оценка на финансовите инструменти и дългосрочната работа на един стратегически инвеститор.

4. Традиционен технически анализ – общи положения

Първите прояви на методите на техническия анализ са в редакционните коментари на Чарлз Доу в „Уолт Стрийт Джърнъл“ през деветдесетте години на XIX век. Идеологическа основа за такъв подход става известното предположение на Чарлз Дау (главния автор на известния индекс). Още в края на XIX в. Доу е твърдял, че естествено състояние на цената е тренда (направление на движението нагоре или надолу), който е резултат от съвместното действие на тълпата и отразява действащата на пазара социална тенденция. Затова, трендът ще продължава до тогава, докато тази тенденция не се смени.

Понастоящем принципите на техническия анализ могат да се изразят чрез следните три постулата.

1. Пазарната цена отчита всичко. Същността на този постулат е в убеждението, че всички фактори (икономически, политически, психологически и др.) вече са отчетени от пазара и са включени в цената. От първият постулат следва, че единственото нещо, което е необходимо за прогнозирането, това е графиката на цените на финансовите активи. Контрааргумент на това е, че съществува и обратна връзка между пазара и хората, търгуващи на него. Изменението на цените оказва права връзка на поведението на трейдърите, но има примери за това, как отделни маркетмейкъри успяват да манипулират пазара. Поради това, този постулат е само някакво вероятно допускане, че голямата част от информацията вече е калкулирана от пазара.

2. Пазарът се подчинява на тенденции. В общият случай под тенденция се разбира зависимостта на цената на финансовия актив от времето. Голяма част от методите на техническия анализ се състоят в опитите за откриване на такива тенденции. Вторият постулат отразява тенденциозността, характерна за човешкото мислене и предполага, че сегашната тенденция е по-вероятно да се развива и занапред, отколкото да се промени, и че тя ще действа, докато не отслабне. Разграничават се три вида тенденции (трендове): възходящ тренд,

низходящ тренд и флет. За съжаление, последният вид на движение на цените освен, че е преобладаващ, е и най-сложния период за търговия и често води до разоряване на неопитните трейдъри.

3. Пазарът е закономерен. Именно това убеждение декларира способността да се разпознават моделите на графиките на цените на финансовите инструменти и се явява основа както за техническия, така и за статистическия анализ. Всъщност на този постулат се основават всички екстраполационни методики за прогнозиране на бъдещото развитие на процесите на пазара. Закономерността на пазара внася шаблонност в действията на хората и повторемост на техните реакции. По този начин, техническият анализ е динамична оценка на масовата човешка психология. Справедливата критика на този постулат е, че масовото поведение на пазара се основава не само на масовата психология, но и на методите, които използва обществото на трейдърите, които на свой ред се променят и модифицират доста бързо.

5. Традиционен технически анализ – кратък обзор на методите

Понастоящем могат да се обособят следните методи на традиционния технически анализ:

- **Анализ на графиките:** пунктово-цифров анализ, трендови модели (линии на съпротивление и поддръжка, пълзящи канали, класически фигури, метод на Ган), анализ на японски свещи, анализ с числата на Фибоначи;
- **Анализ на индикаторите:** анализ на направлението, анализ на наклона;
- **Анализ на осцилаторите:** сигнали на дивергенцията, анализ на свръхкупените и свръхпродадените акции;
- **Анализ на циклите:** теория на Доу, дългосрочни цикли, сезонни цикли, месечни, седмични и дневни цикли
- **Анализ на вълните на Елиот:** анализ на конфигурацията на вълните, анализ на съотношенията;
- **Анализ на обема и открития интерес:** оценка на интензивността, оценка на силата на тенденцията.

В миналото техническите аналитици са били наричани чартисти (от chart – графика). В края на XIX и началото на XX век графиките са се рисували ръчно, и средствата за анализа им са били сравнително прости. От това, доколко нагледна е била графиката на движението на цените, зависели резултатите от обработката на тези материали. Разпространени са следните основни видове графики: линейна графика (line charts), стълбова графика (bar charts), японски свещи (candlestick), графика на кръстчета и нули (point&figure), профил на пазара (market profile).

Разгледаните графични и „математически“ средства на техническия анализ ще бъдат непълни, ако не покажем стандартния работен прозорец на техническия аналитик. На рис. 2 е показана стълбова графика на акциите на компанията General Motors (създадена с помощта на програмата Metastock Professional 6.0), демонстрираща основните инструменти на традиционния технически анализ.

Основната задача на техническия аналитик е задачата за определянето на тренда. Анализаторът измерва и определя тренда, за да може на базата на този тренд да провежда операциите си. Тенденцията се характеризира с направление (възходящо, низходящо или флетово), продължителност (колкото по-дълъг е тренда, толкова по-голямо е доверието в него) и сила (тангенса на ъгъла на наклона на тренда към абсцисната ос).

На рис. 2 възходящия тренд се определя от това, че всеки следващ локален минимум на ценовата тенденция се оказва по-високо разположен от предишния. При низходяща тенденция всеки следващ локален максимум е по-ниско разположен от предишния.

Нанасяйки линията на последователните максимуми, трейдърът може да получи така наречената **линия на съпротивление** (линиите 1 и 3 на графиката), съответно, съединявайки последователните минимума, ние можем да видим **линията на поддръжка** (линиите 2 и 4 на графиката). Тези линии са ограничители на тренда – между тях са разположени различните цени на акциите в трендовия период на време. Във всеки един момент пред анализатора възниква въпроса: да се придържа ли към тренда или да очаква обръщането му. В това отношение може да помогнат показателите на обема на търговията (индикаторът на обема на търговията на графиката е означен с цифрата 9). В случай на нарастване на обема на търговията, обикновено цената се движи в рамките на трендовия коридор (виж на рис. 2 периода до 20 май) и след това, при достигане на локален максимум на обема на търговията, цената сменя направлението на движението си. В някои случаи обаче такива разсъждения могат да бъдат подвеждащи. Да отбележим, че промяната на линията на тренда на 20 май е с ценови разрив или геп (gap) (обозначен на графиката на рис.2 с цифрата 7).

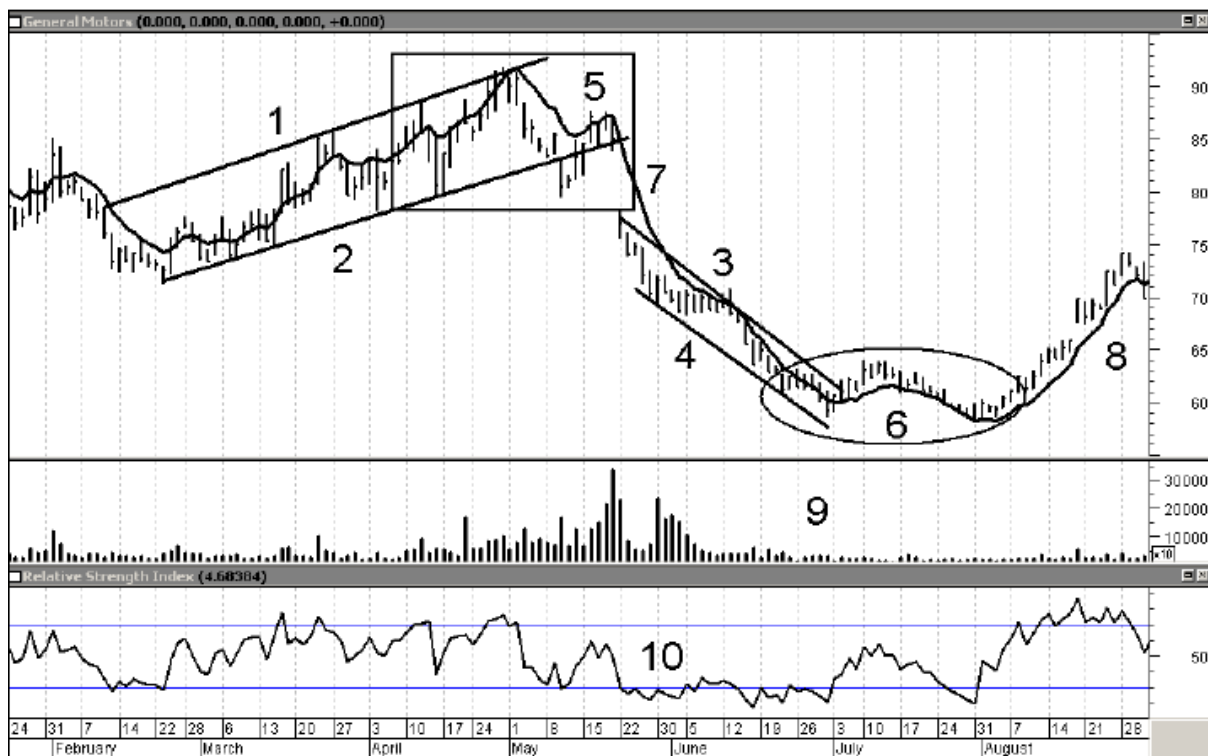


Рис. 2. Пример на графика на цените на акциите на General Motors (за периода януари – август 2000 г), нанесена със средствата на традиционния тръжническия анализ. На графиката с цифрите 1 и 3 са означени линиите на съпротивление, с цифрите 2 и 4 – линиите на поддръжка, 5 – развърнатата фигура „глава и плещи“, 6 – развърнатата фигура „двойно дъно“, 7 – пример за геп, 8 – индикатор на пълзящата средна (Moving Average), 9 – индикатор за обема на търговията и 10 – осцилатор на относителната сила (Relative Strong Index)

Гепът е такова състояние на пазара, когато цената на отваряне на следващия времеви интервал се различава съществено от цената на затваряне на предишния. Геповете с направление, същото като направлението на тренда могат да се интерпретират като индикатори за силата на тренда, а геповете с направление, противоположно на това на тренда – като индикатори за силата на разрива.

След нанасянето на ценовите нива и линиите на поддръжка/съпротивление, пред анализатора възниква следния въпрос: видни ли са на графиката основните модели на разпространение на тенденциите? Видни ли са на графиките моделите на продължаване на тенденциите? Какви ценови ориентери могат да се установят от тези модели?

Фигурите (или ценовите модели) в традиционния технически анализ се наричат устойчивите комбинации от пикове и падини, появяването на които позволява, с определена вероятност, да се направи предположение за последващото движение на цените. На рис. 2 са показани фигури, съответстващи на продължението на тенденциите и фигури на преобръщане на тенденциите. Да обърнем внимание,

че ако анализаторът навреме разпознае модела „глава и плещи“, своевременно може да закрие дългите си позиции и при пробив на линията на поддръжка 2 да извърши продажба. Аналогично, фигурата „двойно дъно“ на рис. 2 означава промяна на тренда от низходящ на възходящ.

През 50-те години на XX век всички класически фигури на техническия анализ («триъгълник», «трапец», «глава и плещи» «двойно дъно» и др.) вече са били известни. Обаче чак през 80-те години в известните монографии на Джон Мърфи и Робърт Прехтер е направена тяхната систематизация.

Разбира се, само със средствата на графичния анализ трудно може да се установи тренда. Графичният анализ, като правило, се използва само за бегло маркиране на картината. Разпознаването на различните фигури на традиционния технически анализ има доста субективен характер. Докато анализаторът съумее да начертае линиите на поддръжка и съпротивление, голяма част от съответния тренд вече може да е минала. Затова, за по-оперативна и надеждна оценка, трейдърите на традиционния технически анализ използват апарата на индикаторите на техническия анализ.

Понастоящем има разработени и обезпечени със съответните компютърни алгоритми няколко хиляди трендови индикатори. По стойностите на трендовите индикатори и наклона на кривите към времевата ос може да се съди за силата и продължителността на тренда. На рис. 2 с цифрата 8 е означен най-популярния и стар индикатор на пълзящата средна (Moving Average – MA). Линията на пълзящата средна може да се разглежда в качеството на сигнална линия. Например, ако цената, намираща се в положение под тази линия расте, то точката на пресичане на линията на цената с линията на пълзящата средна може да се възприеме като сигнал за покупка. В противен случай – за продажба. Както се вижда на рис. 2, пълзящата средна работи добре в рамките на устойчив тренд и практически е неинформативна по време на флет.

6. Времеви финансови редове и трендови индикатори

При традиционния технически анализ (а и не само при него) основната задача на трейдъра е да анализира и прогнозира цените на финансовите активи, с цел успешно опериране (покупка или продажба) с тези активи. Да се опитаеме да формализираме тази негова задача. Предполага се, че цената на даден финансов инструмент A е процес, т.е. функция от времето:

$$A = A(t)$$

От своя страна времето е представено по дискретен начин: известни са стойностите на $A(t)$ в някакви моменти от времето $t_1 < t_2 < \dots < t_n$. Тези

стойности (цени на финансовия актив) образуват така наречения времеви финансов ред

$$A(t) = \{A_{t_1}, A_{t_2}, \dots, A_{t_n}\}$$

Основното предположение, на което се основава техническия анализ е, че в един следващ, но близък момент от времето $t_N > t_n$ цената на финансовия инструмент A_{t_N} не е случайна, а зависи по някакъв начин от цените в предишните моменти, т.е. налице е функционалната зависимост

$$A_{t_N} = f(A_{t_1}, A_{t_2}, \dots, A_{t_n})$$

Тук трябва да отбележим, че анализа на времевите редове е разпространен не само във финансите, но и в различни сфери на физиката, икономиката, демографията и др.

Но да се върнем към финансовите пазари – там на първо място възниква въпросът за моделирането на възходящите и низходящи трендове. За тази цел се използват така наречените трендови индикатори. Най-разпространените измежду тях са следните:

1. Проста пълзяща средна (Simple Moving Average – SMA). Определя се като средна аритметична величина

$$SMA_{t_n} = \frac{1}{k} (A_{t_{n-k+1}} + \dots + A_{t_n}) = \frac{1}{k} \sum_{i=0}^{k-1} A_{t_{n-i}},$$

където A_{t_n} е последната цена, а k е броят на участващите в разчета моменти от времето.

2. Претеглена пълзяща средна (Weighted Moving Average – WMA). Пресмята се по формулата

$$WMA_{t_n} = \alpha_1 A_{t_{n-k+1}} + \dots + \alpha_k A_{t_n},$$

Където $\alpha_1, \dots, \alpha_k$ са теглата, които „претеглят“ съответните цени. За да е коректна горната формула е необходимо да бъдат изпълнени следните две условия: (1) $\alpha_1 + \dots + \alpha_k = 1$ (стандартно изискване за тегловите коефициенти) и (2) $\alpha_1 \leq \dots \leq \alpha_k$ – по този начин последните данни се отчитат в много по-голяма степен отколкото данните, които са по-отдалечени назад във времето.

3. Експоненциална пълзяща средна (Exponential Moving Average – EMA). Формулата е следната

$$EMA_{t_n} = EMA_{t_{n-1}} + \frac{2}{k+1}(A_{t_n} - EMA_{t_{n-1}})$$

4. Ленти на Болинджър (Bollinger bands). Този инструмент е разработен от Дж. Болинджър в съответствие с концепцията на пълзящите средни. Същността на този индикатор се състои в следното: ако към текущата пазарна цена на интересувания ни финансов инструмент прибавим и извадим волатилността (изменчивостта) на пазара в размер на стандартното отклонение

$$S_{t_n} = \sqrt{\frac{1}{k} \left((A_{t_n} - SMA_{t_n})^2 + \dots + (A_{t_{n-k+1}} - SMA_{t_{n-k+1}})^2 \right)}$$

то ще получим ценови коридор (с горна граница $SMA_{t_n} + S_{t_n}$ и долна граница $SMA_{t_n} - S_{t_n}$), вътре в който цената ще се намира през 95% от времето. Възможно е обаче, цената да излезе от тези ленти на Болинджър. Когато цената излезе (отгоре или отдолу) от тези ленти и след това се върне в тях, това сигнализира за предстоящо изменение на ценовата тенденция. Освен това, колкото по-тесен е този ценови коридор (при по-малки стойности на S_{t_n}), толкова по-силно (вероятно) ще бъде това изменение.

7. Анализ на трендов модел с използването на пълзящи средни

Нека за дадени n на брой времеви момента $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ да са известни стойностите на подлежащата на моделиране величина A_1, A_2, \dots, A_n . Предположението на модела е, че действителната стойност е равна на трендовата стойност плюс някаква грешка, т.е.

$$A_i = T_i + \varepsilon_i \quad \text{за } i = 1, \dots, n$$

Ще търсим линията на тренда във вид на права линия

$$T(t) = a + bt,$$

тогава $T_i = T(t_i) = a + bt_i$. Така математическата задача се свежда до намирането на трендовите коефициенти a и b като се използват известните данни.

За целта ще използваме така наречените центрирани пълзящи средни. Те се пресмятат на базата на нечетен брой действителни стойности на величината, т.е. 3,5 или 7. При $k = 3$ съответните центрирани пълзящи средни ще се пресмятат по формулата

$$\bar{A}_i = \frac{1}{3}(A_{i-1} + A_i + A_{i+1}),$$

а при $k = 3$ – по формулата

$$\bar{A}_i = \frac{1}{5}(A_{i-2} + A_{i-1} + A_i + A_{i+1} + A_{i+2})$$

Ще покажем алгоритъма за определянето на тренда на базата на конкретни числови данни

t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A_i	10	12	11	14	14	15	17	18	17	17	21	23

1. Пресмятане на центрираните пълзящи средни

Имаме $\bar{A}_2 = \frac{1}{3}(10 + 12 + 11) = 11$; $\bar{A}_3 = \frac{1}{3}(12 + 11 + 14) = 12,33$; $\bar{A}_4 = 13$; $\bar{A}_5 = 14,33$; $\bar{A}_6 = 15,33$; $\bar{A}_7 = 16,67$; $\bar{A}_8 = 17,33$; $\bar{A}_9 = 17,33$; $\bar{A}_{10} = 18,33$; $\bar{A}_{11} = 20,33$.

Полагаме $y_i = \bar{A}_i$ за $i = 2, \dots, n - 1$. Ще търсим права линия $T(t) = a + bt$, която е най-близко разположена до точките с координати (t_i, y_i) . С други думи, ще трябва да минимализираме функцията на двете променливи a и b

$$\Phi(a, b) = \sum_{i=2}^{n-1} (y_i - a - bt_i)^2 \rightarrow \min$$

Необходимо условие за това е нулирането на първите частни производни на тази функция по отношение на двете ѝ променливи, т.е.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a} = -2 \sum (y_i - a - bt_i) = 0$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b} = -2 \sum t_i (y_i - a - bt_i) = 0$$

От първото уравнение получаваме

$$\sum y_i - (n - 2)a - \left(\sum t_i\right)b = 0,$$

а от второто

$$\sum t_i y_i - \left(\sum t_i\right)a - \left(\sum t_i^2\right)b = 0$$

Решаваме горната линейна система от две уравнения за две неизвестни, като първо изключваме неизвестното a от първото уравнение. Ще имаме

$$a = \frac{1}{n-2} \left(\sum y_i - b \sum t_i \right)$$

Като заместим този израз за a и след известни преобразувания получаваме

$$b = \frac{(n-2) \sum t_i y_i - \sum t_i \sum y_i}{(n-2) \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Следователно, първо ще пресмятаме коефициента b и след това, като го заместим в израза за a ще получим стойността на a .

Връщаме се към алгоритъма с конкретните числови данни.

2. В таблица нанасяме дадените t_i , получените y_i и пресмятаме t_i^2 и $t_i y_i$:

t_i	y_i	t_i^2	$t_i y_i$
2	11	4	22
3	12,33	9	37
4	13	16	52
5	14,33	25	71,65
6	15,33	36	92
7	16,67	49	116,67
8	17,33	64	138,67
9	17,33	81	156
10	18,33	100	183,3
11	20,33	121	223,67

3. Пресмятаме сумите на елементите за всеки от стълбовете на горната таблица и получаваме

$$\sum t_i = 65; \quad \sum y_i = 156; \quad \sum t_i^2 = 505; \quad \sum t_i y_i = 1093$$

4. Сега можем да пресметнем трендовите коефициенти

$$b = \frac{(n-2) \sum t_i y_i - \sum t_i \sum y_i}{(n-2) \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2} = \frac{10 \cdot 1093 - 65 \cdot 156}{10 \cdot 505 - (65)^2} = \frac{790}{825} = 0,958$$

$$a = \frac{1}{n-2} \left(\sum y_i - b \sum t_i \right) = \frac{1}{10} (156 - 0,958 \cdot 65) = 9,373$$

Така окончателно получихме уравнението на тренда

$$T(t) = 9,373 + 0,958t$$

5. Оценка на грешката на трендовия модел. Нанасяме в таблица: в първия стълб – моментите от времето t_i , във втория – действителните стойности

на величината A_i , в третия – трендовите стойности на величината $T_i = T(t_i)$ получени от уравнението на тренда чрез заместване на t с всички t_i , в четвъртия – абсолютните стойности на грешките $|\varepsilon_i| = |A_i - T_i|$ и в петия – квадратите на грешките.

t_i	A_i	T_i	$ \varepsilon_i $	ε_i^2
1	10	10,331	0,331	0,110
2	12	11,289	0,711	0,506
3	11	12,247	1,247	1,555
4	14	13,205	0,795	0,632
5	14	14,163	0,163	0,027
6	15	15,121	0,121	0,015
7	17	16,079	0,921	0,848
8	18	17,037	0,963	0,927
9	17	17,995	0,995	0,990
10	17	18,953	1,953	3,814
11	21	19,911	1,089	1,186
12	23	20,869	2,131	4,541

Като сумираме елементите в последните два стълба ще получим грешките в (отклоненията на) модела: средното абсолютно отклонение (Mean Absolute Deviation – MAD)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |\varepsilon_i| = \frac{1}{12} 11,420 = 0,952 ,$$

среднокватратичната грешка (Mean Square Error – MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum \varepsilon_i^2 = \frac{1}{12} 15,151 = 1,263$$

и средноквадратичното отклонение (Mean Square Deviation – MSD)

$$MSD = \sqrt{MSE} = \sqrt{1,263} = 1,124$$

За да преценим грешката на модела, трябва да сравним тези грешки (отклонения) със средната стойност на дадените значения на моделираната величина, т.е. средноаритметичното на всички A_i , което е 15,75. Така например относителното средно абсолютно отклонение е $0,952/15,75 = 0,060$ или 6%, което оказва влияние върху качеството на прогнозата.

6. Прогнозиране на бъдещи значения на анализираната величина. Това става по формулата

$$T(t) = 9,373 + 0,958t$$

Така например за $t = 13$ получаваме $T_{13} = T(13) = 9,373 + 0,958 \cdot 13 = 21,827$, а за $t = 14 - T_{14} = T(14) = 9,373 + 0,958 \cdot 14 = 22,785$.

8. Осцилатори на времеви редове

Както беше демонстрирано по-горе, всички индикатори на трендовия анализ работят добре в рамките на устойчив тренд, но при флета са практически безполезни. Но както беше отбелязано, в около 30% от времето се забелязват устойчиви тенденции, а през останалото време – странично движение, при което цените се движат в границите на тесен ценови коридор.



Рис. 3. Курс евро - долар за периода ноември 2014 г. - април 2016 г.

За да се обхванат флетовите състояния на пазара, в рамките на традиционния технически анализ за разработени особен вид индикатори – **осцилатори**. Те работят сравнително добре по време на флетове и лошо – при трендове (подават грешни сигнали).

Един от най-популярните осцилатори е разработеният от Дж. Лейн през 80-те години на XX век **стохастик** (stoc). Стохастикът анализира цените на затваряне относно избран времеви интервал.

$$STOC_t = \frac{C_t - L_n}{U_n - L_n} \cdot 100,$$

където C_t е текущата цена, L_n е най-ниската цена за последните n времеви момента, а U_n – най-високата.

Идеята, лежаща в основата на разчетите чрез този индикатор се заключава в това, че ежедневните цени на затваряне при наличие на тенденция към повишаване са близки по стойност до максимума за периода (и $STOC_t$ има стойности, близки до 100), а при тенденция към повишаване за близки по стойност до минимума за периода (и $STOC_t$ има стойности, близки до 0). По този начин може да се прогнозира, че и в двата случая флетовата тенденция приключва и се очаква навлизане в тренд. При колебание на $STOC_t$ около центъра, очевидно флетовата тенденция продължава.

Друг важен осцилатор е **индекса на относителна сила** (Relative Strength Index – RSI), разработен от У. Уолдър. На рис. 2 линията на стойностите на RSI е означена с 10. Формулата за пресмятане на RSI е

$$RSI = \left(1 - \frac{1}{1 + AU/AD}\right) \cdot 100,$$

Където AU е сумата на нарастванията на цената за n дена, а AD – сумата на спадовете.

Този индикатор може да подава сигнали както при ситуации на обрат на цените, така и при ситуации на запазване. Стойностите на RSI се изменят от 0 до 100. Ако стойността на RSI пробие сигналната зона $RSI = 70$ и започне да пада, а в същото време цената на финансовия инструмент все още се увеличава, то това се интерпретира като сигнал за продажба. Падането на значението на RSI под другата сигнална линия $RSI = 30$ в съчетание с непрекъснатото падащи цени на активите, може да се разглежда като сигнал за подем.

Като цяло, трендовите индикатори и осцилаторите се явяват цифрови филтри, защото всеки един от тях измерва някакъв параметър на честотния спектър на сигнала. Техническият аналитик – традиционалист се сблъсква със сериозни проблеми, породени от нестационарността на времевите финансови редове, и като следствие, може да се окаже, че оптимизирани в миналото методи не работят толкова добре на настоящ етап.

9. Съвременен технически анализ

Цел на техническия анализ е да се разкрие вътрешната закономерност на времевия финансов ред, на базата на която да може да се направи прогноза за прехода от тренд към флат (относително стабилно състояние на пазара) и обратно. В традиционния технически анализ не се използва сериозен математически апарат. През 50-те и 60-те години на ХХ техническият анализ получава неочаквана поддръжка от сериозна математическа дисциплина – теорията на динамичния хаос. По този начин се заражда съвременния

технически анализ. От общата теория следва, че времевия финансов ред, който външно изглежда като реализация на случаен процес, напълно успешно може да се разглежда като породен от нелинейна динамична система с малка размерност. Това означава, че той може да се представи във вид на едномерна проекция на траекторията на такава система в разширеното фазово пространство, която се описва с помощта на неголям брой обикновени диференциални уравнения. Съгласно класическата концепция на Дау цените на акциите се определят от стадни инстинкти, които (както убедително свидетелства социалната психология) се подчиняват на крайно примитивен механизъм. Затова хипотезата, че такъв механизъм може да се представи чрез динамична система изглежда напълно правдоподобна. В този случай, използвайки теоремата на Такенс, можем да възстановим текущата стойност на динамичния ред, изхождайки от достатъчно много исторически данни, като за такова възстановяване не е необходимо да знаем конкретния вид и броя на уравненията в системата. По същество, тази процедура свежда задачата за екстраполация на едномерния ред към задачата за интерполация на някоя многомерна функция. Последната се явява типова задача за невронни мрежи. Затова теорията на динамичния хаос може да се счита за идеологическа основа едно мощно внедряване на невротехнологиите в бизнеса, което се наблюдава повсеместно през 90-те години на миналия век.

При сравнението на резултатите и ползите от фундаменталният и технически анализ, трябва да се отбележи, че те се различават в два ключови момента: по целите на анализа и по неговия хоризонт. Във фундаменталния анализ целта е определянето на истинската, справедлива цена на изследвания финансов актив. Сравнявайки тази справедлива стойност с текущата оценка на пазара (пазарната цена), изследователят прави извод за преоценеността или недооценеността на актива. При техническия анализ главната цел на изследването е анализ на текущото състояние на пазара, определяне на господстващите тенденции и ключови ценови нива. При сравнението на целите на техническия и фундаментален анализ се вижда, че те отчитат ствсем различни времеви хоризонти. Първият дава възможност да се прогнозира близкото бъдеще, а вторият – да се погледне по-надалече. И само в съчетанието на тези два възгледа, анализаторът може да получи сравнително реална картина за бъдещето. От разликата в хоризонтите се вижда, че фундаменталния анализ би следвало да се използва от инвеститорите, разчитащи на реализация на дългосрочна стратегия, а техническия – от спекулантите, с цел краткосрочна или средносрочна спекулация.

10. Стохастичен количествен анализ

Това направление започва с работата на Луис Бешалие *Theory of Speculation* (1900 г.), където авторът, пет години преди Айнщайн, предлага първия модел на брауново движение (модел на случайно блуждане) и го прилага за описване на колебанията на цените на фондовата борса. Строго математически, този модел е обоснован през 20-те години на миналия век от Норберт Винер, затова носи името винеров случаен процес.

За да разберем принципът, на който почива тази концепция, ще разгледаме най-простия пример за стохастичен процес – стохастичния процес “random walk” (случайна разходка). Турист иска да стигне до най-близкия хотел в непознат град, но не знае в коя посока да тръгне. Хвърля монета и: ако се падне „ези“ прави крачка в ляво, ако се падне „тура“ – крачка в дясно. Траекторията му е стохастичен процес “random walk”:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ като } \varepsilon_t = \begin{cases} +1 \text{ с вероятност } p = \frac{1}{2} \\ -1 \text{ с вероятност } p = \frac{1}{2} \end{cases}$$

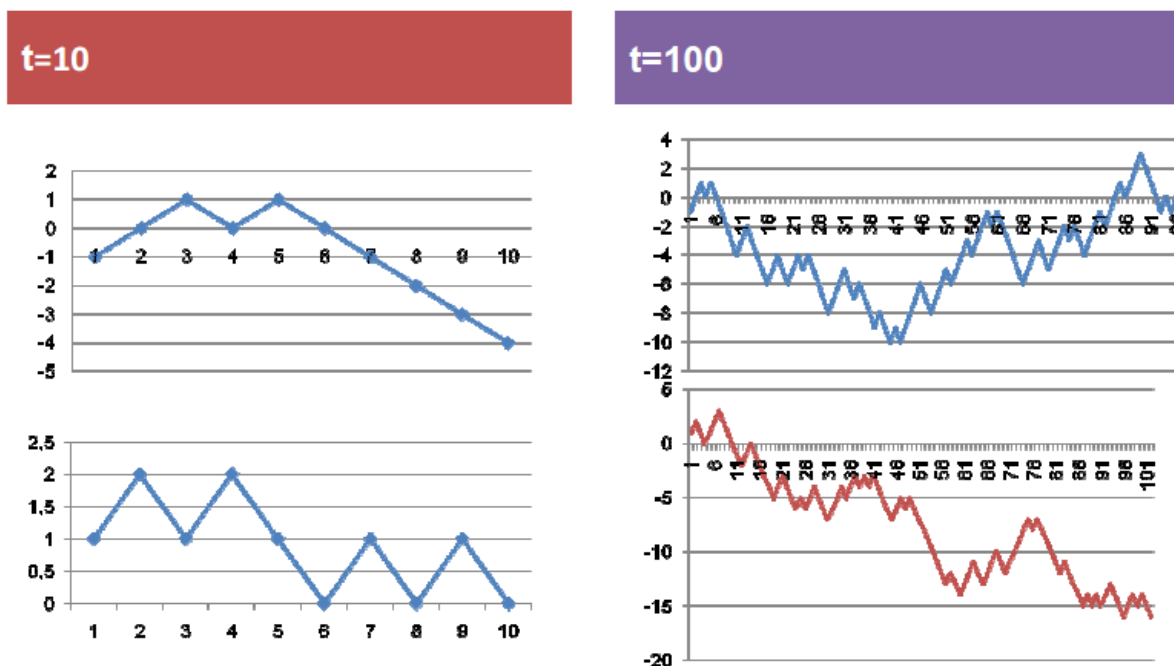


Рис. 4. Четири реализации на стохастичния процес "random walk"

На рис. 4 са показани четири различни реализации на стохастичния процес “random walk”.

За запознатите с теория на вероятностите може да се отбележи, че математическото очакване на случайната величина ε_t е

$$E(\varepsilon_t) = \frac{1}{2} \cdot (+1) + \frac{1}{2} \cdot (-1) = 0$$

а дисперсията

$$D(\varepsilon_t) = \frac{1}{2} \cdot (0 - 1)^2 + \frac{1}{2} \cdot (0 + 1)^2 = 1$$

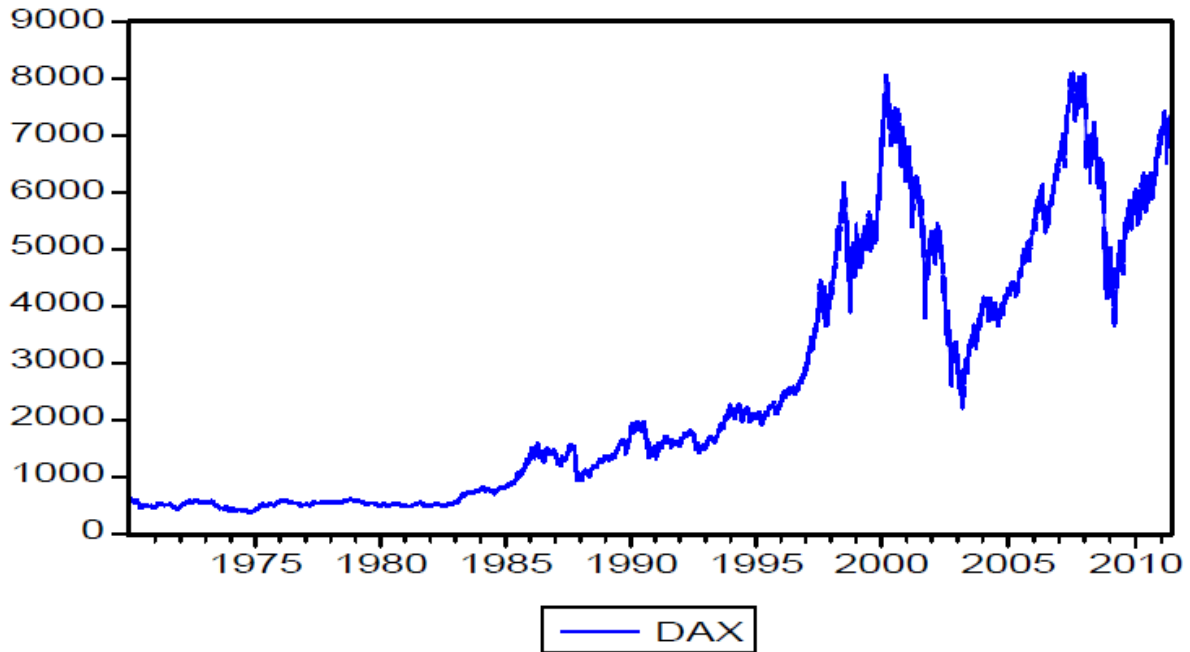


Рис. 5. Борсов индекс DAX за периода 1970 – 2011 г.

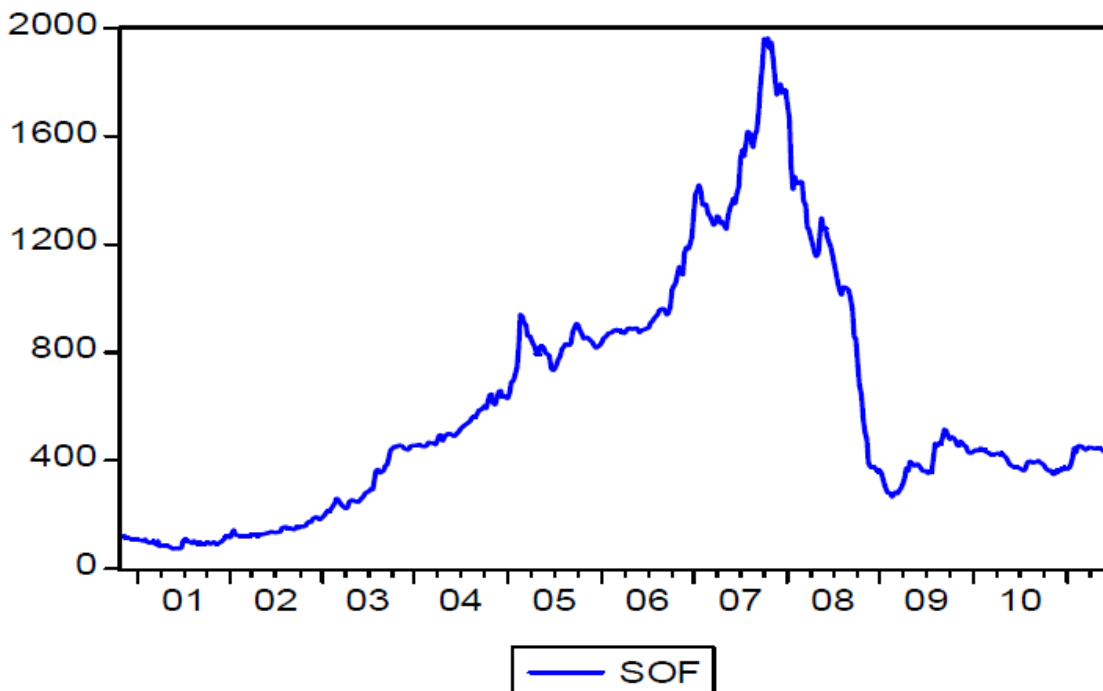


Рис. 6. Борсов индекс SOF за периода 2000 - 2011 г.

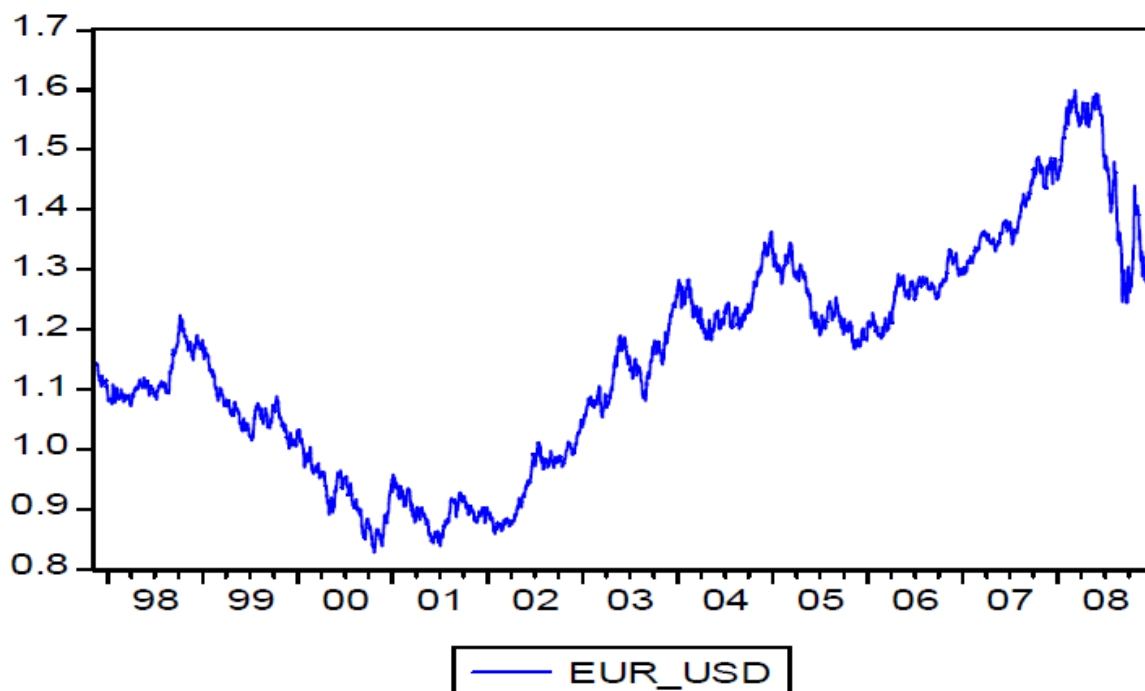


Рис. 7. Валутен курс евро/долар за периода 1998 - 2008 г.

На рис. 5 е дадена графика на борсовия индекс DAX за периода от 1970 до 2011 г., на рис 6 – графика на борсовия индекс SOF за периода от 2000 до 2011 г., а на рис. 7 – графика на валутното съотношение между еврото и долара за периода от 1998 до 2008 г.

Сега можем да формулираме и така наречената “random walk” хипотеза: цените на финансовите инструменти са генерирани от “random walk” стохастичен процес и очакваната цена в следващ момент на времето е равна на цената в предишния момент плюс случайна величина с очаквана средна стойност нула. Това означава, че измененията на цените се подчиняват на нормалното (гаусово) разпределение. Освен това, при такова „брауново блуждаене“ на времевия финансов ред, нарастванията върху взаимно непресичащи се интервали са статистически независими.

Дълго време този модел на финансовите пазари се е развивал изключително в академичните среди. Последното е свързано с това, че в съответствие с горните предположения принципно е невъзможно да се получи печалба, по-голяма от средната за пазара. Обаче това противоречало на опита на реалното търгуване. Затова в средите на инвеститорите този модел започнал да се приема по-сериозно през 60-те години, когато окончателно се оформила концепцията на «ефективния пазар» (пазар, при който цените в пълна степен отразяват цялата достъпна информация). Съгласно Фаме за съществуването на такъв пазар е достатъчно да се предположи, че на него действат голям брой напълно

информирани агенти, които мигновено реагират на външните събития, действайки при това рационално и независимо. Необходимостта от подобна концепция се диктувала от това, че в нейните рамки добила смисъл теорията за формиране на оптималния портфейл на Уилям Шарп и Хари Малковиц (Нобелова награда за икономика през 1990 г.), която е имала голямо практическо приложение. Основен модел за поведението на цените на такъв пазар станал модела на брауновото движение. Най-голямото постижение на подхода, основаващ се на този модел станали работите на Блек, Шоулз и Мертън (Нобелова награда за икономика през 1997 г.), които позволявали точно да се пресмятат «справедливите» цени на опционите.

Обаче при наблюдението на финансовите динамични редове се проявили много особености, които не се съгласуват с хипотезата за брауново движение. Най-важната от тях е, че силните изменения във времевите редове се наблюдават по-често, отколкото би следвало да се очаква от гаусовото разпределение, като такива колебания обикновено са разделени от колебания с относително малка интензивност. По тази причина, наред с модела на брауново движение се развиват и всевъзможни негови модификации, които са свързани с отказа или от условието за нормалност на разпределението (първия постулат) или от условието за независимост на измененията (втория постулат). В първия случай се говори за движение на Леви (Levi Motion) и в частност за устойчиво разпределение на Парето. Във втория – за процес с памет и обобщено брауново движение (Fractional Brownian Motion). Накрая, ако сме готови да се откажем и от двата постулата на брауновото движение, стигаме до идеята за авторегресивен хетероскедастицитет (зависимост на значението на динамичния ред от предишните му значения при изменение на дисперсията във времето), или ARCH – модела на Енгл (Нобелова награда за икономика през 2003 г.) и различни негови обобщения.

За да се разреши противоречието между динамичния и стохастичния подход трябва да се вземат под внимание резултатите от експерименталните изследвания на пазара. Както показват подобни изследвания на реалния пазар цялата съвкупност от агенти се разпада на клъстери (референтни групи), във всеки от които агентите подражават един на друг. Клъстерите могат да образуват сложни йерархични групи, могат да се сливат в по-крупни или да се разпаднат до по-малки. При това е ясно, че концепцията за ефективния пазар и концепцията на Доу са два гранични случая. В първия случай на пазара присъстват голям брой примерно еднакви клъстери. Пазарът се намира в най-стабилно състояние и неговата еволюция зависи основно от външната информация, която има случаен характер. Във втория случай на пазара присъства един голям клъстер, значително превъзхождащ останалите. Пазарът е най-близък до колапса и

динамиката му се подчинява само на вътрешни фактори. Във връзка с казаното по-горе, възникват естествените въпроси «По какъв закон еволюира клъстерната структура и каква е причината за образуването на големи клъстери». Да се отговори на тези въпроси, означава да се направи синтез на двете гореизложени концепции.

11. Няколко думи за иконофизиката

Най-големи успехи в опитите за «помиряване» и синтез на двете противоположни школи динамичната (от съвременния технически анализ) и стохастичната се отбелязват в полето на една съвсем нова научна дисциплина – иконофизиката.

Иконофизиката – на границата между икономиката физиката и математиката, започва да се формира като отделно направление през средата на 90-те години на миналия век. При това терминът «иконафизика», предложен от американския физик Хари Стенли (Harry Stanley) влиза в обща употреба, когато през 1997 г. Имре Кондор и Янош Кертис организират в Будапеща «симпозиум по иконафизика» (Workshop on Econophysics). Формирането на новата дисциплина се дължи в голяма степен на навлизането в икономиката на водещи физици, такива като Филип Андерсън (Нобелова награда за физика през 1977 г.), Пер Бак, Юджин Стенли и редица други. По това време в икономиката, и най-вече във финансите са се натрупали много задачи, които не могат да се решат с методите на тази наука. За решаването на такива задачи се предполага използването на апарат и методология на теоретичната физика. Да отбележим, че такива опити за сближаването на икономиката и физиката са правени и по рано. Обаче никога преди това този проект не е предизвиквал такъв обществен резонанс. Продължава неотклонно да расте броят на научните статии, монографии и конференции по иконафизика. Престижните университети започват да включват такива курсове в учебните си програми. Все по-голям интерес към тази наука проявяват и финансовите структури (Съгласно журнала на Института по физика на Великобритания «финансовият сектор на икономиката е станал един от най-големите работодатели на млади физици теоретици»). Освен това, иконафизиката вече започва да се разглежда като единна теория, описваща както функционирането на глобалната система на световния капитал, така и поведението на пазара на отделните икономически субекти. Следва да се отбележи, че в концептуален план иконафизиката се базира на позиция, която не е традиционна за теоретичната физика. Тази позиция е представена от Филип Андерсън още през 1972 г. Той твърди, че «физиката на елементарните частици и, в частност редуционистките подходи имат само ограничена възможност да обяснят устройството на мирозданието. Реалността има йерархична структура, всяко ниво на която в определена степен е

независимо от нивата, намиращи се над и под него. На всеки стадий са необходими съвършено нови закони, концепции и обобщения, изискващи не по-малко вдъхновение и творчество, отколкото предишните». «Психологията не е приложна биология, както биологията не е приложна химия» – отбелязва Андерсън. По такъв начин, ако преди «първите принципи, които не могат да се обяснят в термините на по-дълбоки принципи» по определение съдържала само физиката на елементарните частици, то оказва се, че такива принципи може да съдържа всяка научна дисциплина.

Концепцията на Андерсън става обединяващ лозунг за обширни мултидисциплинарни изследвания, за провеждането на които в средата на 80-те години в Ню-Мексико (САЩ) се създава Институт Санта-Фе. Тогава се е предполагало, че тези изследвания ще внесат «сериозен принос в решаването на такива остри дългосрочни проблеми като дефицита в платежния баланс, СПИН, генетичните дефекти, умственото здраве, компютърните вируси». Именно в този институт за пръв път се появяват работи по икономика с използването на най-съвременен апарат на теоретичната физика. В сегашно време Институт Санта-Фе е един от главните центрове на иконофизиката, където науката се развива в рамките на общата теория на адаптивните системи.

Като примери за такива системи могат да се посочат централните нервни системи и невромрежи, екосистемите и колонии от мравки, социалните структури и политическите системи и, разбира се, различните структури, възникващи в икономиката. Всички тези системи се състоят от елементи, които са способни да натрупват опит в процеса на взаимодействие с други елементи, а след това да се променят по такъв начин, че да се приспособят към околната среда. Характерен етап от еволюцията на всички адаптивни системи се явява процеса на самоорганизация, при който в резултат на самоусилване на отделните взаимодействия в системата спонтанно възниква някакъв ред. При това, системата като цяло придобива ново качество, което може напълно да отсъства в нейните елементи.

Базов пример за самоорганизация в икономиката е процесът, управляван от «невидимата ръка» на Адам Смит, при който множеството индивиди, стремящи се да удовлетворят изключително личните си материални потребности, поражда поведенческо цяло с принципно различно качество. Както показват изследванията, проведени от голяма група икономисти «в много експерименти по моделиране на пазарни системи лошо информирани, склонни към грешки и неразбиращи субекти, контактуват помежду си на основата на установени правила и създават социални алгоритми за максимизиране на общите материални ценности, явно приближаващи се към оптимален резултат, който, както традиционно се смята, може да се получи само въз основа на пълна

информация и от когнитивно-рационални личности». Освен това, тези работи показват също, че с течение на времето пазарът може да се приближава до състояние на ефективност. Това означава, че той е способен да агрегира в себе си с помощта на цените цялата значима информация. При това, в промеждутъци от времето, поради постоянно извършваните от субектите грешки (от незнание или под въздействие на емоциите), както и поради липса на информация, те подражавайки един на друг създават «миражи», които бързо се разпадат. По такъв начин може да се каже, че «хората еволюират към рационалност, учейки се от грешките си».

12. Игри на малцинства

Тези експериментални изследвания станали мотив за появата на цял раздел от иконофизиката, посветен на «игри на малцинства» (Minority Game). Целта на тези «игри» е да покажат върху опростен модел по какъв начин икономически агенти с ограничена рационалност при непълна информация могат да създадат ефективен пазар. Съществуват много варианти на тази игра. Те по различен начин формализират една важна особеност на системата, в която агентите, конкуриращи се за ограничени ресурси, използват определени стратегии. Смесът на тази особеност е в това, че ако някоя удачна в миналото стратегия започне да се използва от мнозинството, тя автоматично става губеща. Затова участниците в играта трябва от време на време да променят стратегиите си, ако оскат да спечелят.

Играта на малцинства обикновено се провежда в дискретно време и предполага наличието на N агенти, всеки от които може да избира едно от двете състояния: buy (+1) или sell (-1). Това състояние се описва от функцията $a_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots, N; t = 0, 1, \dots, \infty$). В началото на играта всеки от агентите получава определен капитал. На всяка стъпка печелят тези, които се оказват в малцинство, при това печалбата $A(t)$ се определя по формулата:

$$A(t) = \sum_{i=1}^N a_i(t) \quad (1)$$

След това от капитала на всеки губещ се изважда сумата

$$u_i(t) = \frac{2|A(t)|}{N+|A(t)|} \quad (2)$$

и, съответно към капитала на всеки печеливш се прибавя сумата

$$u_i(t) = \frac{2|A(t)|}{N-|A(t)|} \quad (3)$$

След това играта се повтаря отново.

Формулите (2) и (3) по които става разпределението на печалбите (загубите) се доказват лесно. Нека, б. о. о., първите k ($k < N/2$) на брой играчи в произволен момент от времето t да са заложили на sell (-1). Тогава другите $N - k$ на брой играчи в същия момент залагат на buy (+1). При това положение общата печалба (загуба) ще възлиза на

$$\begin{aligned} A(t) &= a_1(t) + \dots + a_k(t) + a_{k+1}(t) + \dots + a_N(t) \\ &= (-1) + \dots + (-1) + (+1) + \dots + (+1) \\ &= (-1) \cdot k + (+1) \cdot (N - k) = N - 2k > 0 \Rightarrow |A(t)| = N - 2k \end{aligned}$$

Тогава, тъй като първата група от k на брой играчи са малцинство, те печелят и си разпределят общата печалба. Следователно, всеки от тях получава печалба, възлизаща на $(N - 2k)/k$. Същият резултат получаваме, ако във формулата (3) за $u_i(t)$ при $i = 1, \dots, k$ заместим $|A(t)|$ с $N - 2k$. По аналогичен начин се доказва формула (2).

Пример. Нека в играта да участват пет на брой играчи - A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . A_1 играе винаги sell (-1), A_2 - винаги buy (+1), A_3 - редува, започвайки с sell (-1), A_4 започва с sell (-1), при печалба повтаря предишния си избор, а при загуба - играе обратното, A_5 играе съвършено случайно (например хвърля монета и при «ези» играе buy (+1), а при «тура» - sell (-1)), като за първите четири игри (при $t = 0, 1, 2, 3$) е играл последователно (-1), (+1), (+1), (-1). Да нанесем данните за първите четири игри в таблица

играчи	игри			
	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
A_1	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
A_2	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
A_3	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)
A_4	(-1)			
A_5	(-1)	(+1)	(+1)	(-1)

Да видим как ще играе A_4 . Тъй като при $t = 0$ той е от страната на губещите (оказва се в мнозинство), при $t = 1$ сменя стратегията си и играе (+1). Тъй като пак е губещ, сменя и при $t = 2$ играе (-1), аналогично - при $t = 3$ играе (+1). Попълваме горната таблица с игрите и на A_4 и получаваме окончателния вариант (до $t = 3$ включително)

играчи	игри			
	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
A_1	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
A_2	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
A_3	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)
A_4	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)
A_5	(-1)	(+1)	(+1)	(-1)

Вижда се, че четвъртият играч несъзнателно (макар и да следва друга стратегия) играе като третия и по такъв начин загубва шанса си да се озове в малцинство (и да печели) когато и да било.

Нека сега да си представим, че петият играч (като най-интелигентен) разбира поведението на останалите „борсови спекуланти“ и на базата на това започва да играе по най-добрия за него начин от $t = 4$ нататък. При $t = 4$ той знае, че A_1 ще играе (-1), A_2 - (+1), A_3 - (-1) и A_4 - (-1). Тогава той за да спечели трябва да играе (+1). Така до $t = 6$ включително таблицата на играта ще изглежда така

играчи	игри						
	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$	$t = 4$	$t = 5$	$t = 6$
A_1	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)
A_2	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)	(+1)
A_3	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)
A_4	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)
A_5	(-1)	(+1)	(+1)	(-1)	(+1)	(-1)	(+1)

Така на практика, петият играч редува подобно на третия и четвъртият, но обратно на тях, затова той винаги печели, а те – губят.

Ако си представим, че всички те са снабдени първоначално с по 50 лв и всяко залагане им струва 12 лв, то техният капитал в течение на времето ще се разпределя така

играчи	игри						
	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$	$t = 4$	$t = 5$	$t = 6$
A_1	41	77	73	79	75	81	77
A_2	86	77	83	79	85	81	87
A_3	41	32	28	24	20	16	12
A_4	41	32	28	24	20	16	12
A_5	41	32	38	44	50	56	62

Какво би станало нататък, ако играта продължи? При $t = 9$ A_3 и A_4 загубват капитала си и излизат от играта. Тожа е лова новина за A_5 – оказва се, че той е печелил на базата на тях. От тук нататък той (макар и най-интелигентен) се

озовава в капан – както и да играе, все ще бъде на загуба. И така, докато и той излезе от играта – окончателно всичкия капитал се концентрира в A_1 и A_2 . Ако трябва да резюмираме: твърдата стратегия (характерна за A_1, A_2 и A_3) случайно може да се окаже и печеливша (при A_1 и A_2). Глупаво гъвката стратегия на A_4 при всяко положение води до загуба. Интелигентно гъвката стратегия на A_5 може да се окаже печеливша – ако той напусне играта, веднага след като е разбрал, че е влязъл в капан (от $t = 9$ нататък).

В по-интересните варианти на играта всеки от агентите получава капитал в две форми: наличности (cash) и определено количество акции, които в началото на играта имат фиксирана стойност. Във всеки момент от време всеки от агентите извършва покупка или продажба на една акция (в по-общия случай – няколко акции). Нека отново N да е броя на участниците в играта, а $a(t)$ – разликата между количеството ордери за покупка и продажба на акциите. Тогава

$$\frac{N}{2} + \frac{a(t)}{2} \text{ е броя на купувачите, а } \frac{N}{2} - \frac{a(t)}{2} \text{ – броя на продавачите.}$$

Нека $p(t-1)$ да е цената на акциите в предишния момент на играта, а $p(t)$ – в настоящия. Тогава, тъй като тези които са купувачи се ориентират по цената $p(t-1)$, докато продавачите – по $p(t)$, то равновесието на пазара в момент от времето t ще се определи от равенството

$$p(t-1) \cdot \left(\frac{N}{2} + \frac{a(t)}{2} \right) = p(t) \cdot \left(\frac{N}{2} - \frac{a(t)}{2} \right)$$

Последното равенство отразява баланса между търсене и предлагане в момент от времето t . От него се получава рекурентна формула за цената $p(t)$:

$$p(t) = \frac{N + a(t)}{N - a(t)} p(t-1)$$

От тук се вижда, че тези, които се оказват в малцинство увеличават своя капитал, тъй като, например, ако купувачите са повече от продавачите, то сделката се извършва по цена $p(t) > p(t-1)$, следователно печеливши са продавачите. Нека, например цената на акцията в предишния момент да е $p(t-1) = 1$, броя на продавачите да е 500, а броя на купувачите – 600. Това съотношение между купувачи и продавачи би определило цена $p(t) = 1,2$. Как биха разсъждавали различните потенциални участници за следващия момент от времето $t+1$? Тези, които са собственици на акции (потенциални продавачи) избират от две възможности: да продават, тъй като смятат, че акциите са надценени и в следващ момент цената им ще падне или да не продават, очаквайки бъдещо поскъпване на акциите. От друга страна, потенциалните

купувачи или ще направят заявка за покупка, смятайки че акциите са все още евтини или ще се въздържат, пради преценката си за надцененост на акциите. С други думи, психологията на участниците в играта определя в много голяма степен бъдещото движение на цените – нагоре или надолу.

В още по-усъвършенстван вариант на играта, всеки агент може да получава освен капитал и определено количество стратегии, даващи указания относно покупката или продажбата на акции в следващия момент. Броя на спечелилите в близкото минало ще наричаме история на играта. Всяка такава стратегия има вътрешна стойност, зависеща от историята на играта. Такива истории могат да имат различна дълбочина, определяща степента на информираност на агента. В игрите с *индуктивна динамика* агентът избира стратегиите с най-голяма вътрешна стойност (в по-общия случай този избор е случаен, което е естествено да интерпретираме като ограничена рационалност на агента). След загубата на капитала си агентът излиза от пазара.

Без да обръщаме внимание на това, че така формулираната игра не отчита външните фактори, тя демонстрира богата и доста реалистична динамика. В частност, тя показва по какъв начин информираността на агентите е свързана с ефективността на пазара. Оказва се, че ако въведем управляващ параметър $\alpha = I/N$, където I – брой на различните състояния на фундаментална информация, то някаква стойност α_c е фазов преход. Фазов преход се нарича прехода на веществата от едно термодинамично състояние в друго. Характерен пример за фазов преход е замръзването на водата при спад на температурата под нула градуса по Целзий (при нормално атмосферно налягане). Кристалите на леда се образуват повсеместно след преодоляването на критичната точка. Тогава, ако $\alpha < \alpha_c$, то ние се намираме в симетрична фаза, където не съществува достатъчно количество информация, която да може да се използва за по-точно предсказване, и пазарът се оказва ефективен. Напротив, ако $\alpha > \alpha_c$, то ние се намираме в асиметрична фаза, където най-информираниите агенти имат действително преимущество пред останалите и пазарът не е ефективен. Освен това, моделът позволява детайлно да се проследи как на пазара се получава равновесие и как то се нарушава по следната причина – агентите, чието поведение на пазара е независимо започват да се държат по еднакъв начин. Върху този модел може отчасти да се ориентираме и при решаването на по-важни проблеми.

13. Модел на катастрофите на фондовите борси

Един такъв проблем, срещащ се при изучаването на адаптивните системи е свързан с много бързото и рязко изменение на състоянието на тези системи. В резултат на такова изменение, наричащо се *катастрофа*, системата преминава

към състояние на съответствие с околната среда. На практика обаче, катастрофите носят огромни разрушения и неизчислими бедствия. Затова е много важно да се разберат техните причини и да се научим своевременно да ги предсказваме. Пер Бак е разработил цялостна теория на такива явления и я е нарекъл **теория на «самоорганизираната критичност»** (Self-Organized Criticality). Той предполага, че катастрофите в сложните системи се обуславят не толкова от външни причини, колкото от това, че малки събития вътре в системата се обединяват в нещо като верижна реакция. За илюстрация на подобно явление Бак обикновено използва метафората на купчина пясък, която се образува чрез бавно насипване на пясъка отгоре. Очевидно е, че от време на време възникват ситуации, при които насипването дори само на една песъчинка може да предизвика лавина. След това купчината уляга и процесът продължава отново. Метафората на купчината пясък ни позволява да разберем много природни и социални системи, при които виждаме една и съща динамика: тези системи еволюират до един критичен предел, след това стремително се разрушават, за да се самоорганизират отново. В работата (Per Bak, M. Paczuski, M. Shubik, *Price Variations in a Stock Market with Many Agents*, 1996), която е една от базовата за иконофизиката, авторите са приложили теорията на самоорганизираната критичност върху фондовата борса. Те са построили модел, в който всички действащи на борсата агенти са разделени на рационални инвеститори (агенти, които купуват и продават акции изхождайки от разликата между котировката на акциите и «справедливата» цена) и шумови трейдъри (агенти, които следят тренда, за да извлекат печалба благодарение на краткосрочните изменения на пазара). В по-голямата част от времето броят на първите и вторите е балансиран. Обаче, когато цената на акциите започва да расте, се увеличава броя на рационалните инвеститори, желаещи да продадат акциите си и да излязат от пазара. На тяхно място се появяват все повече шумови трейдъри, привлечени от растящите цени. По такъв начин възниква фазов преход, в резултат на който рязко нараства броя на шумовите трейдъри. Това води до рязко покачване на цените, образуването на «мехурчета» и последващ срив. Следва да се отбележи, че теорията на самоорганизираната критичност дава възможност само за разбирането на качествените аспекти от възникването на катастрофите. Тя обаче не позволява да се проследи възникването и развитието на всяка отделна катастрофа.

Този проблем, в случая за фондовия пазар е решен отчасти от Дидие Сорнет. Той е показал, че нелинейното взаимодействие между рационалните инвеститори и шумовите трейдъри може да доведе до появата на критична точка t_c върху времевата ос, в която вероятността от рязък срив да е максимална. В околност на тази точка ценовият ред $p(t)$ има вида:

$$p(t) = p_0 + a(t - t_c)^\gamma [1 + b \cos(\omega \ln(t - t_c) + c)],$$

където $p_0, a, b, c, \gamma, \omega$ – константи.

От горната формула може да се види (след известни преобразования), че при приближаване към момента t_c функцията $p(t)$ извършва все по-бързи колебания, периодите на които клонят към нула. С други думи, ако t_0, t_1, t_2, \dots са моментите от времето, при които функцията $p(t)$ достига локалните си максимуми, то

$$t_1 - t_0 > t_2 - t_1 > \dots \quad \text{и} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = t_c$$

По такъв начин, появата на такива осцилации на функцията $p(t)$ може да се разглежда като предвестник за катастрофа. Можем да се убедим, че отношението между два последователни периода на тази осцилация е постоянно:

$$\frac{t_2 - t_1}{t_1 - t_0} = \frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1} = \dots = \frac{t_{n+2} - t_{n+1}}{t_{n+1} - t_n} = \dots = \text{const}$$

Тогава, изхождайки от положението на три последователни локални максимума t_n, t_{n+1}, t_{n+2} можем да оценим значението на t_c . И наистина, съгласно казаното по горе, интервалите $t_1 - t_0, t_2 - t_1, t_3 - t_2, \dots, t_{n+1} - t_n, t_{n+2} - t_{n+1}, \dots$ образуват намаляваща (и сходяща) геометрична прогресия. Ако приемем, че нейният първи член е $t_{n+1} - t_n$, то сумата на тази прогресия ще бъде

$$S = \frac{t_{n+1} - t_n}{1 - q}, \quad \text{където} \quad q = \frac{t_{n+2} - t_{n+1}}{t_{n+1} - t_n}$$

Така получаваме

$$S = \frac{t_{n+1} - t_n}{1 - \frac{t_{n+2} - t_{n+1}}{t_{n+1} - t_n}} = \frac{(t_{n+1} - t_n)^2}{2t_{n+1} - t_n - t_{n+2}}$$

Тогава, тъй като

$$\begin{aligned} t_c &= \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = \lim_{n \rightarrow \infty} [t_n + (t_{n+1} - t_n) + (t_{n+2} - t_{n+1}) + \dots] = t_n + S \\ &= t_n + \frac{(t_{n+1} - t_n)^2}{2t_{n+1} - t_n - t_{n+2}} = \frac{t_{n+1}^2 - t_n t_{n+2}}{2t_{n+1} - t_n - t_{n+2}} \end{aligned}$$

Пример. Известно е, че на датите 15.01., 02.02. и 14.02. са получени последователни локални максимуми на цените на акциите. Да се прогнозира датата, при която се очаква пазарен срив на фондовата борса.

Решение. Спокойно можем да приемем, че t_n (съответстващо на първата дата на локален максимум) е равно на нула. Тогава получаваме $t_{n+1} = 18$ и $t_{n+2} = 30$. Като заместим в горната формула получаваме

$$t_c = \frac{18^2}{2 \cdot 18 - 30} = \frac{324}{6} = 54,$$

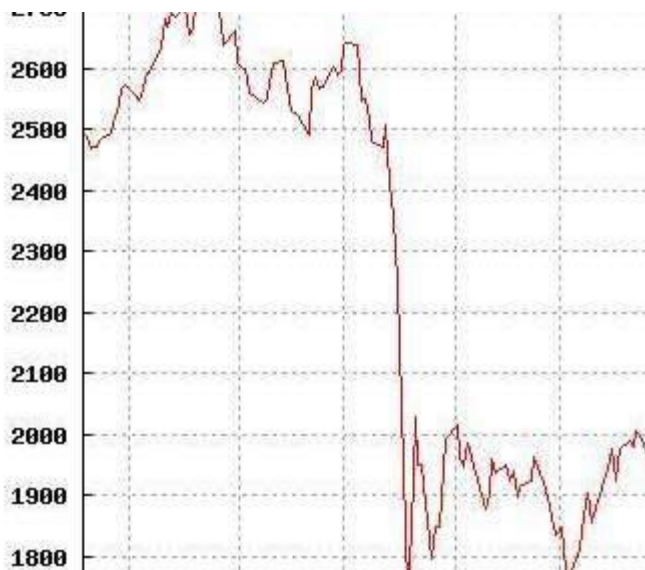
съгласно което, пазарния срив (катастрофата) на фондовата борса се очаква на 10.03. (ако годината не е високосна).

Използвайки тази методика, Сорнет е изследвал всички основни крахове, известни от историята на финансовите пазари. В резултат се изяснило, че поведението на цените преди краха във всички случаи достатъчно добре може да се приближи чрез формулата. Обаче, при опита тя да се използва за предсказване на сринове в режим на реално време се изяснило, че формулата работи в повечето, но не и във всички случаи. Както се оказва, окончателното решение на проблема за предсказване на катастрофите е много сложна задача, която вероятно никога няма да бъде напълно разрешена.

Любопитни факти.

През 2006 г в авторитетното физическо списание *Physical Review Letters* се появява статия на японски учени-иконофизици, които сравняват динамиката на фондовите борси с фазовия преход в кондензирана система. Авторите на статията показват, че „лавините“ на фондовите пазари се подчиняват на същите закони – до определен момент ситуацията е спокойна, но след като индексите

достигнат някаква критична стойност, те започват да се сриват (ситуация на геп).



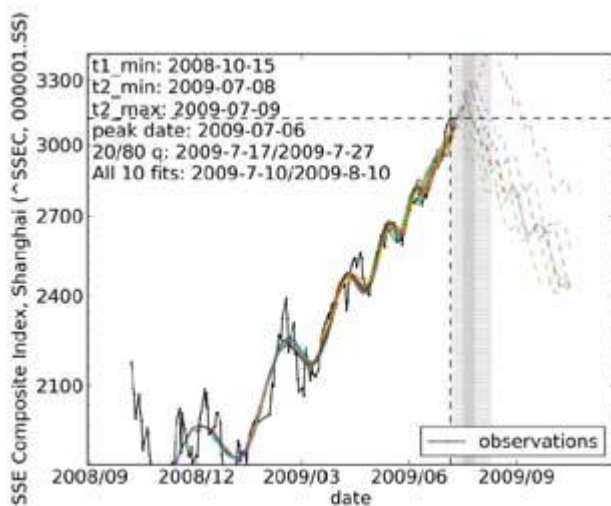
При това, отбелязва се в същата статия, поведението на борсовите индекси близо до критичната точка много напомня за кардиограма или за сеизмографска линия. Авторите считат, че за кратко време пазарът изпитва колебания, които се подчиняват на статистическия закон на брауновото блуждаене: вероятността за дадено

отклонение е толкова по-малка, колкото по-голямо е самото отклонение. Такава ситуация съответства на закона за нормалното (гаусово) разпределение,

получаващо се при сумирането на достатъчно много независими случайни величини от една и съща природа. Да припомним, че неравността на графиката или усреднената амплитуда на колебанията се нарича волатилност – величина, свидетелстваща за стабилността на един или друг процес. Обаче, както са изяснили математиците, в близост до критичната точка, гаусовия закон не се изпълнява: колебанията с различна големина стават равновероятни и волатилността престава да бъде съдържателна характеристика. Аналогично е положението при фазовия преход в магнитните материали, когато при определена температура магнитните моменти на отделните атоми започват да променят ориентацията си спонтанно.

Оперирайки със същия апарат, както и японските учени, руският математик Виктор Маслов предсказва икономическата криза от 2008-2009 г шест месеца преди тя да започне. По неговите думи, той разбрал, че американската икономика е достигнала такова равнище, след което неминуемо следва криза. Това състояние той описва нагледно чрез романите на Михаил Булгаков. Литературен герой от „Майсторът и Маргарита“ разпръсква във вариетето парични купюри, например един милион. С помощта на уравненията на математическата физика, може да се пресметне колко трябва да бъдат зрителите във вариетето, така че никой от тях да не остане без купюр – окло хиляда човека, т.е. корен квадратен от милион. Ако в залата присъстват десет хиляди души, то девет хиляди от тях ще останат без купюри. По-рано, също с помощта на математически методи, Маслов успява да предскаже разпада на Съветския Съюз и дефолта (изпадане в състояние на неплатежоспособност) през 1998 г.

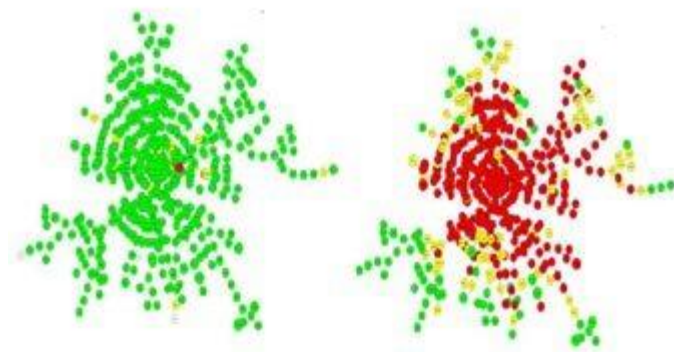
Група иконофизици от Швейцария и Китай през 2009 г са предсказали срива на китайския фондов индекс Shanghai Composite. Изследователите сравняват падането на борсовия индекс с аплодисментите след концерт. Отначало ръкоплясканията са инцидентни, но в даден момент, без видима причина хората започват да аплодират в синхронизиран ритъм. По мнението на авторите, индексите също започват да падат безпорядъчно, но в определен момент се получава срив. В основата на това развитие на индексите стои сложна система от обратни връзки. В своята статия авторите са извели формулата за динамиката на Shanghai Composite. Съгласно наблюденията, тя се подчинява на функция, растяща по-бързо от експонентата. Това е сигурен признак за „балон“, който трябва да се „пукне“, като за това не е задължително да има външна причина (аналогията с аплодисментите). Авторите предсказват, че това ще се случи през периода от 17 до 27 юли.



се очаква, че тази тяхна особеност също ще бъде формализирана).

Математикът от Ню-Йорк Реджиналд Смит (Redginald Smith) счита, че развитието на последната световна круза много наподобява развитието на епидемия на инфекциозно заболяване. В своя статия, публикувана в списанието *Physical Society of Korea*, ученият посочва огнището на заболяването и

проследява динамиката на разпространението му в целия свят.



Съгласно изводите на учения, кризата започва на пазара на недвижимите имоти в Калифорния и Флорида през началото на 2007 г. След това започва пропадането на акции на американски компании на фондовата борса. Слрдващите пострадали са американските банки. Впоследствие кризата

излиза вън от границите на Съединените Щати.

Макар и съставената от Смит схема да не обяснява причините на кризата, тя дава добър модел на нейното разпространение, още повече, че математическите модели на епидемиите са сравнително добре разработени. Ученият прави уговорката, че термина „епидемия“ не трябва да се възприема буквално: липсва „вирус на кризата“. Последователните сривове на пазарите, по мнението на Смит, може да е провокирано от разпространението на новините за това. Освен това, пазари със сходна структура на капиталите имат еднаква уязвимост към

кризата. Забелязано е и, че спадът на един от пазарите е много по-голям тригер за другите пазари, отколкото ръстът.