

ИНФОРМАЦИОНЕН ШУМ ВЪВ ФОНДОВИЯ ПАЗАР И ДОХОДНОСТ НА ФИНАНСОВИЯ АКТИВ

В разработката е въведен шума като нов фактор на доходност и разширява набора от инструменти и методи на анализа. С отчитането на повече фактори на доходността се цели получаване на по-достоверна оценка на чувствителността, която да предлага по-надеждна основа за избор за корпоративни акции за инвестиционния портфейл. Познаването на степента, в която доходността от корпоративната акция се влияе от шумовото въздействие на фондовия пазар е нов и значим белег за селекция на активите, който предоставя благоприятна изходна позиция за прогнозиране на бъдещия доход от актива.

1. Състояние на модела

В статията „Финансовият актив: Пазарно поведение и доходност“² разглеждаме основния проблем на аналитичните финанси – оценяването на активите. Показваме, че доходността на финансовия актив определя неговата пазарна цена. Познаването на бъдещата доходност на финансовите активи предлага надеждна основа за определяне на бъдещата пазарна цена на актива, за избор на подходящия актив и оттам за реализиране на поставена инвестиционна цел.

Тук се връщаме отново към тази разработка, като разширяваме и задълбочаваме анализа по отношение факторите на доходността и на инструментите, използвани за оценката на тяхното влияние.

Анализът на доходността има смисъл дотолкова, доколкото дава възможност да се разработят критерии, с помощта на които всеки инвеститор да може да взема рационални и обосновани инвестиционни решения, които да водят до положителни финансови резултати за него. В цитираната статия се спряхме на всички по-важни методи за анализ на финансовите активи, разработени от средата на XX в. насам. Стана ясно, че обща черта на тези методи е използването на чувствителността на дохода от актива по отношение на външни за него фактори. Така се разкриват вътрешноприсъщите свойства на активите, които допринасят едни от тях да са по-подходящи за постигане на дадена инвестиционна цел, а други – по-малко подходящи. Разгледахме също досегашните линейни методи за оценяване на чувствителността (концепцията на *Бета*), спряхме се на някои

¹ Николай Стойчев е задочен аспирант в Икономически институт на БАН, секция „Макроикономика“, тел: 9890595, факс: 9882108, e-mail: nikolay_stoychev@elits.rousse.bg.

² Вж. сп. „Икономическа мисъл“, 2000, N 3, с. 68-92.

предложения за нелинейна параметрична регресия на зависимостта и предложихме нов, непараметричен подход за оценка на чувствителността.

Непараметричната регресия на емпиричен материал е мощен и неповлиян (unbiased) инструмент за оценяване на зависимост, чиито свойства са предварително неизвестни. При нея линейното регресионно уравнение за намирането на *Бета*

$$r_i = \alpha_i + \beta_i \times r_m,$$

където r_i е доходността на актив i ,

α_i – пазарно независимият компонент на доходността на актива,

β_i – коефициент, показващ степента, в която доходът от индивидуалния актив зависи от пазарната доходност,

r_m – пазарната норма на доходност,

се свежда до непараметрично оценена функция f , като показаната на фиг. 1.

Фигура 1

Основна версия на модела:
Пазарно въздействие и отклик на актива



В тази разработка f се допълва с един нов, съществен фактор на дохода.

При представянето на идеята за Бета приведохме резултатите от редица изследвания, които показват голямата волатилност на показателя *Бета*.³ По-нататък посочихме как непараметричната функционална оценка на чувствителността води до получаване на гъвкава по отношение многообразието от свойства на различните активи и стабилна във времето зависимост между общопазарната доходност и дохода от актива. Непараметричната оценка на чувствителността се оказва не само по-достоверен показател, но и концепция, по-близка до икономическите реалности на фондовия пазар. Тя увеличава степените на свобода на

³ Pogue G., Solnik B. (1974), *The Market Model applied to European common stocks: some empirical results*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 9:917-944.

Uhler H., Steiner P. (1994), *Wertpapieranalyse*. Physica-Verlag, Heidelberg, стр.181-184.

Hielscher U., Heintzelmann H. (1975), *Beta-Faktoren*. Beiträge zur Aktienanalyse, 14:5-25.

Mühlbrandt F. (1978), *Chancen und Risiken der Aktienanalyse*. Köln.

оценителя и му предоставя повече възможности да се адаптира към нелинейната природа на реалните икономически процеси. В резултат се постига една много по-точна от линейната и сравнително също толкова стабилна във времето оценка на чувствителността.

Технически концепцията от фиг. 1 ни позволява да се намери начин за изразяване на чувствителността като операционна структура на неизвестна система, на чийто вход постъпва сигналът на пазара $s[k]$, а на изхода се получава сигналът на акцията $y[k]$.

2. Хипотезата за шума

Информацията, необходима ни за оценка на чувствителността, се съдържа в сигналите на актива и пазара. Какво би се получило ако суровите сигнали на пазара и на акцията съдържат не само релевантна информация, а и различни смущения, т.е. са *зашумени*? В общия случай количеството на шума в сигналите ще определя информационната стойност и на получения резултат за чувствителността. Ако приемем наличния в сигналите шум за случаен, колкото по-зашумени са $s[k]$ и $y[k]$, толкова по-малко надеждна ще е и оценката на чувствителността, направена на тяхна база.

Още през 20-те години на XX век изследователи⁴ са предложили времевия ред на фондовия пазар да бъде сегментиран на тренд, цикъл, сезонен компонент и нерегулярен компонент. Този възглед общо взето преобладава и сега. Измерването на всеки един времеви сегмент продължава да бъде усъвършенствано. Днес има тенденция всеки от сегментите да бъде разглеждан отделно. Но принципно трендът, цикълът, сезонният и нерегулярният компонент не са напълно отделими с елементарни методи. Всеки сегмент от времеви ред дава някакво отражение върху другите сегменти. Затова изолирането на сегментите е полезен подход, но не дава удовлетворителни резултати при довеждането му до крайност. Тази предпазливост важи и за резултатите от алтернативната парадигма на метода на Persons. Тя дели времевия ред само на постоянен и променлив компонент.

Нерегулярният компонент е третиран различно от изследователите. За Schleifer и Summers⁵ той е просто шум. *Шумът* е продукт на нерационалните действия на инвеститорите (действащи по подтика на чувствата и емоциите). Шумът е също продукт на търговия с положителна обратна връзка⁶, търговия която преследва тренда. Например сривът на фондовия пазар от 1987 беше напълно неочакван според рационалните теории. Той не отрази нито голямо нарастване на рисковата премия, защото икономиката е станала по-рискова, нито беше резултат от голям спад на очаквания ръст на дивидентите.

Други изследователи⁷ не следват схемата "средна стойност-дисперсия", а се стремят да използват *бифуркациите от теорията на хаоса* за да обяснят привидната, но не действителна случайност на фондовия

⁴ Hanp. Warren Persons, сравни Niemira M., Klein Ph. (1994), *Forecasting financial and economic cycles*, Wiley, стр.158-159.

⁵ Schleifer A., Summers L. (1990), *The noise approach to finance*. Journal of Economic Perspectives, 4, Spring, стр.19-33.

⁶ Positive feedback trend

⁷ Moservich J. (1994), *Chaos theory*, in: *Global Asset Allocation*, Wiley, стр.252-253.

пазар. Думата "случаен" всъщност има два смисъла. Единият е изследван от теорията на вероятностите и е дефиниран математически точно. Другият смисъл обхваща процеси, които изглежда да нямат никаква мостра на повтораемост, т.е. да не са предсказуеми, но които въпреки това могат да бъдат резултат от детерминистичен процес.

Необходимо е случайното движение, съдържащо се в цената на акцията през анализирания период, да се отстрани. Най-елементарният метод е използването на плъзгаща се средна разлика (например 3-седмична). Резултатът след изваждането на тази разлика от стойностите на цената на акцията през периода е графика, на която ясно се открояват тенденции и цикли.

Изолриането на случайния шум може да стане с помощта и на *канален анализ*.⁸ Разработен от Milliard⁹, методът се състои в определянето на канал с постоянна дълбочина, който да обхваща по специфичен начин флуктуациите на входните данни. В резултат се получава лента с плавни очертания, която обхваща случайните трептения на сигнала и откроява отчетливи трендове и цикли.

За Niemira и Klein¹⁰ нерегулярният компонент е нещо повече от шум. Наред със случайния шум, нерегулярният компонент на един времеви ред в икономиката може да съдържа част от най-интересната историческа информация за икономическия процес. Въпреки това, в практиката този компонент засега е тотално игнориран. Рационалното разсъждение зад тази практика е, че нерегулярният компонент, като изразител на грешката при моделирането на дългосрочните, цикличните и сезонните въздействия върху цената на актива, е нормално да се приеме, че очакваната му стойност е нула. Това означава, че разглеждан в течение на времето, той не представлява статистически проблем и може да се пренебрегне като елемент на регресионното уравнение. Дали това обаче е коректно предположение? Дори да не представлява статистически проблем, не би ли могъл той да бъде икономически? И още, дали това принципно схващане би се изменило, ако е налице наистина успешен метод за надеждно отделяне на случайния шум?

Niemira и Klein подчертават, че нерегулярният компонент трябва да бъде използван, а не игнориран. Той едва ли е единствено шум. Да се разбере нерегулярния компонент на стопански цикъл например означава, според тях, да се разбере историята на стопанството.

3. Предлагащото разширяване на метода

Биха могли да се намерят начини за ограничаване и отстраняване на шума в пробите $s[k]$ и $y[k]$ и за оценката на чувствителността по-нататък само да се формира изчистения от шума сигнал. Веднага възниква втори въпрос: След като обаче шумът е налице и изглежда, че определя в някаква степен вида на реакцията на актива, т.е. *реализираната от него доходност*, не е ли той и фактор на доходността? С други думи, не е ли оправдано икономически шумът да се игнорира при оценяването на чувствителността?

⁸ Channel analysis

⁹ Milliard Br. (1990), *Channel analysis*, Qudos Publications, Bramhall, UK, стр.88-89.

¹⁰ Niemira M., Klein Ph. (1994), *Forecasting financial and economic cycles*, Wiley, стр.158

Възможни са два подхода.

Единият е шумът да се игнорира напълно, за да се получи истинската крива на реакция на актива. Предварително ще е ясно, че активът *няма* да реагира *точно така* на движението на пазара, но ще е ясен и точният му *принос* в получената по метода от фиг. 1 оценка на чувствителността. Така ще се изясни и доколко доходът от акцията е продукт на случайни, т.е. непредсказуеми фактори. Когато високата доходност, реализирана от дадена акция не се потвърждава при изчистване на шума, ще означава, че тя е била "въвлечена" от пазара да вземе участие в реализирането на завишена възвръщаемост, но самата компания не е допринесла особено за дохода. Такава инвестиция не предлага надеждна прогноза за бъдеща свръхпазарна доходност и ако това е инвестиционната цел, би трябвало да бъде избягвана.

Другият подход е да се приеме, че шумът формира дохода на актива и да се стремим да предскажем в някакви граници равнището и проявлението му при конкретната акция. Това означава да се предполага, че шумът в пазара влияе различно на различните активи, т.е. оценката на *чувствителността към пазарния шум* трябва да е подобна на тази на актива.

Тук се търси компромис между двата подхода. Приема се, че шумът в пазара е фактор на дохода, който влияе различно върху различните компании и оттам на дохода от техните акции. Усилията са насочени към ограничаване на случайния шум (ако го има), наличен в сигнала на актива $y[k]$ с подходящи средства, а не да правим прогнозиране на вида на наличния шум въобще. Когато се сравнят двете графики на чувствителността, съответно на оценената по суровите данни и по шумоподтиснатите данни, може да се добие представа и за приноса на компанията в реализираната възвръщаемост от акцията, и за степента, в която активът е повлиян от пазарния шум. Степента, в която активът е в състояние да "наложи" на пазара собствения си сигнал, ще позволи да се отсеят активите, показали добри показатели за доходност по метода от фиг. 1.

Друго възможно приложение на разширената версия на модела може да бъде при спекулативните вложения – там където се търси актив, който неочаквано за останалите да реализира добра възвръщаемост при спадащ пазар, например когато шумът в пазара предопределя силно положителна реакция в диапазона $r_{\text{market}} < 0$. Това разбира се, предполага прогноза както за поведението на пазара, така и за наличното количество шум в $s[k]$ бъдещия момент.¹¹ Примери за някои от тези приложения са дадени при анализа на конкретни акции по-нататък в текста.

На фиг. 2 е показан алгоритъмът, с който се моделира поведението на актива в разширената версия на модела. Изследвани са акциите на 22 водещи немски компании¹², на които се спряхме и във "Финансовият актив: ...". За benchmark използвахме индекса DAX-100. Източник на пазарните данни е Reuters чрез DataStream Лондон. Всеки път са правени по 3 оценки (табл. 1).

¹¹ Примери за някои от тези приложения са дадени при анализа на конкретни акции по-нататък в текста

¹² Същите от "Финансовият актив ..."

Фигура 2

Разширена версия на модела:
Пазарът като зашумена среда

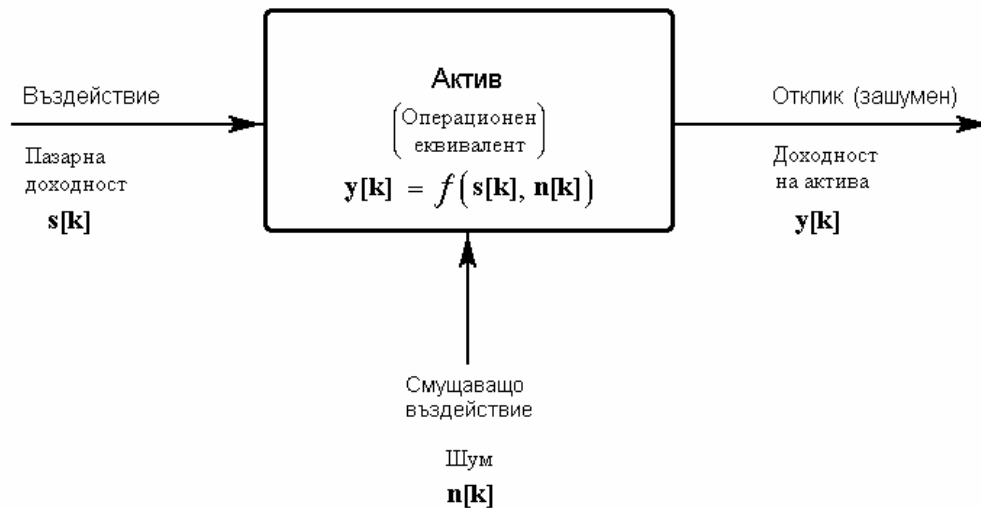


Таблица 1

Сегменти на данните за непараметричните оценки на чувствителността

	Обхват	Дължина	Данни	Отстояние от предишния сегмент	Отстояние от първия сегмент
Сегмент 1	07.04.1994 ÷ 24.08.1994	100	месечен доход	-	-
Сегмент 2	31.07.1995 ÷ 25.12.1995	100	месечен доход	1г 4м	1г 4м
Сегмент 3	04.01.2001 ÷ 23.05.2001	100	месечен доход	5г 5м	6г 9м

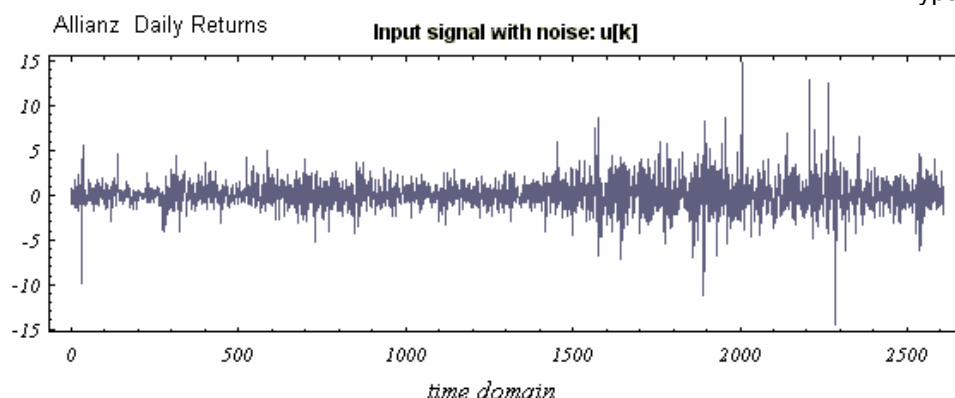
На фиг. 3 е представен сигнала на *дневната* доходност на Allianz¹³ за десетгодишен период – от 04.07.1991 до 04.07.2001. По абсцисата са номерата на отчетите (пробите) от сигнала. Фигура 4 представя честотната характеристика на същия сигнал. По абсцисата е нанесена честотата (регулярността) на повторение на съответното събитие. Например отчетът с абсциса 25, чиято ордината е ≈ 3 трябва да се тълкува така: събитията, които се повтарят 25 пъти в годината са с магнитуд от около 3. За сравнение магнитудът на събитието, което се повтаря 70 пъти в годината е едва 1.4.

Скалата по абсцисата свършва вдясно до 180. Това не е случайно. Оценяването на чувствителността се извършва по дискретни сигнали, отчитани посредством вземане на равноотдалечени проби от непрекъснатите сигнали на актива и пазара. В случая отчитането става всеки ден, т.е. 360 пъти в годината, което означава, че според теоремата на Nyquist най-високата честотна компонента на аналоговия сигнал за цифровизиране не би

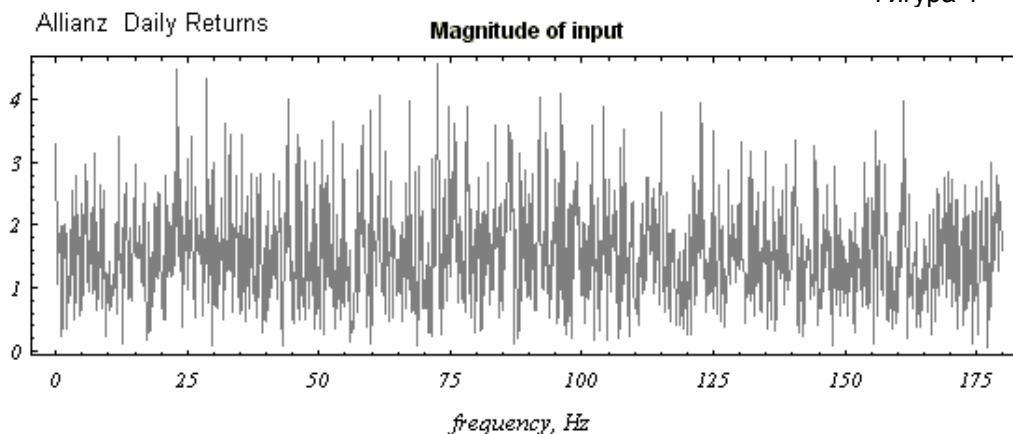
¹³ За оценките е използван емпиричен материал от Reuters, почерпен чрез DataStream Лондон.

трябвало да надвишава 180 пъти в годината. Затова честотният спектър се ограничава до тази горна гранична честота от 180 Hz.¹⁴ В техниката Hertz е мярка за честота, регулярност на повторенията в секунда. Една секунда е достатъчно дълъг интервал за физиката и техниката, в рамките на който се побира повторемостта на преобладаващата част от изучаваните процеси. Понеже на фондовия пазар измененията за една секунда нямат реален смисъл, по примера на техниката възприехме икономически смислен и достатъчно дълъг основен интервал от 1 година, на чиято база правим отчитането на регулярността.

Фигура 3



Фигура 4



Фигура 4 не показва никакви признаци на регулярност – графиката е хаотична и сравнително равномерно разпределена по целия честотен диапазон. Това е белег за наличие на бял шум с голяма амплитуда – такава, че напълно заглушава полезния сигнал. Нека да видим дали това действително е така.

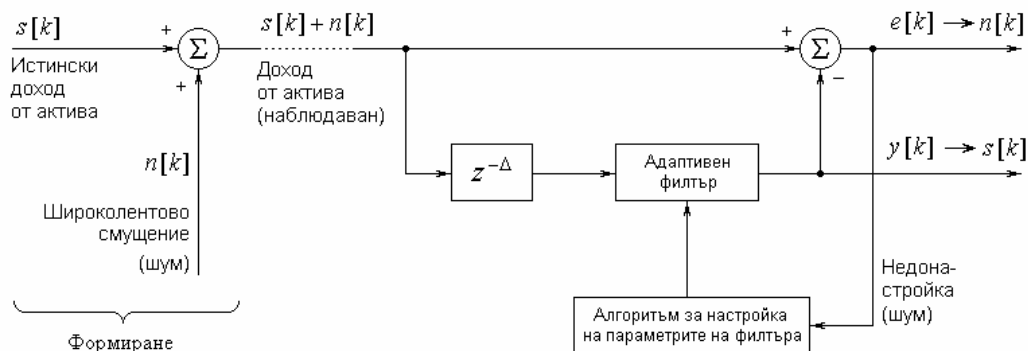
¹⁴ Smith St. (1999), *The Scientists and Engineer's guide to Digital Signal Processing*. California technical publishing, San Diego, стр.40-42,

Сигналят $u[n] = s[k] + n[k]$ се обработва по алгоритъма от фиг. 5. Показателят $z^{-\Delta}$ указва, че в блока става закъснение на сигнала с Δ на брой дискрети. В зависимост от амплитудата и поляриността на сигнала на недонастройката $e[k]$ се доннастроят параметрите на адаптивния филтър така, че сигналят на изхода му $y[k]$ максимално да наподобява незашумения полезен сигнал $s[k]$. Адаптивният филтър е с 256 тегла. Голямата дължина на импулсната характеристика дава възможност за точно повторение на полезния сигнал $s[k]$. При постепенното конвергиране към минимална средноквадратична грешка сигналят на грешката се стреми към широколентовия сигнал на белия шум.¹⁵

Алгоритъмът предполага, че полезният сигнал и шумът са некорелирани, което е факт в случай, че смущението $n[k]$ е широколентово (с плосък спектър). Разчита се и на известна периодичност на полезния сигнал $s[k]$, която да го отличи от сигнала на шума. Достатъчно е $s[k]$ да е квазипериодичен в разглеждания сегмент, където става конволюирането с импулсната характеристика на адаптивния филтър. Така ако $u[k]$ се подава на входа на адаптивния филтър със закъснение от Δ дискрети, реакцията на изхода му ще се стреми към $s[k]$.¹⁶ Закъснението се въвежда с цел да се даде възможност на адаптивния филтър да отличи периодичните от неперидичните компоненти на $u[k]$. От своя страна сигналят на недонастройката $e[k]$ постепенно придобива параметрите на бял шум. На практика Δ се избира в интервала 1..5. В изчисленията по-нататък навсякъде е използвана една и съща стойност на $\Delta = 4$.

Фигура 5

Алгоритъм за адаптивно шумоподтискане



Пълното възстановяване на $s[k]$ не винаги е възможно. Входният сигнал понякога е твърде сложен периодичен. Наличният шум понякога е сложен съставен сигнал, чийто спектър се различава от плоския спектър на белия

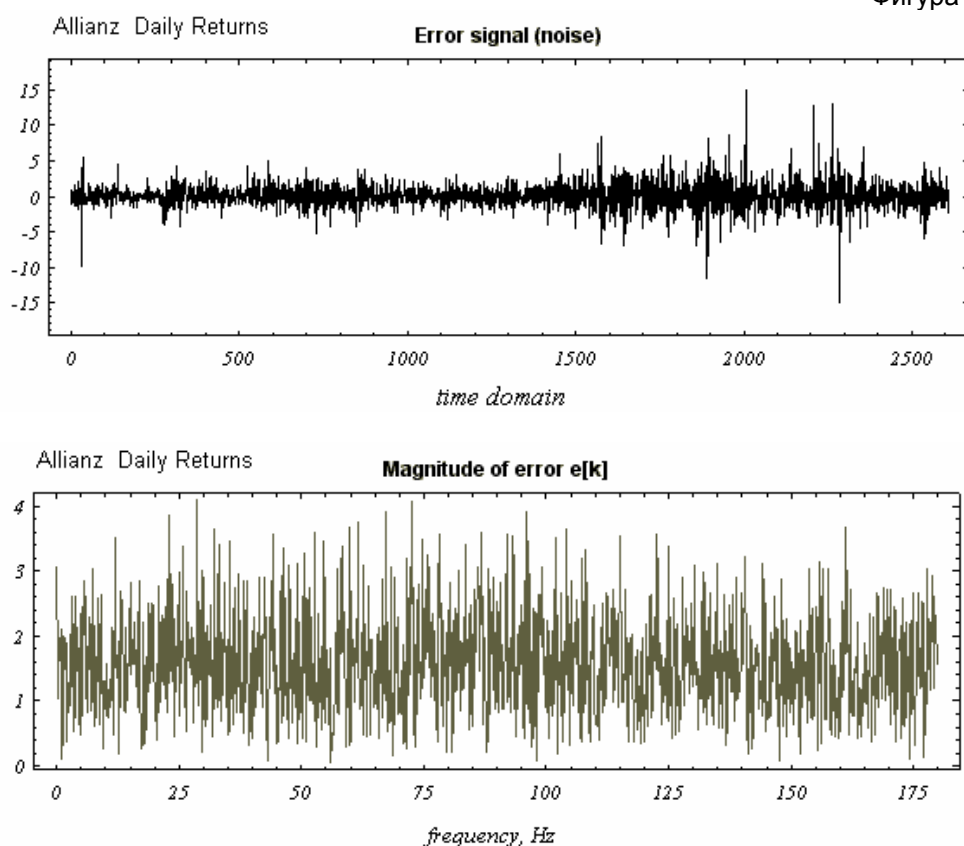
¹⁵ За използваните принципи и решения за шумоподтискането вж.: Widrow, B. and Stearns, S. (1985), *Adaptive signal processing*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, напр. стр. 15-21, 195-200, 303-310.

¹⁶ Иванов, Р. (1997), *Цифрова обработка на едномерни сигнали*. Технически Университет Габрово, Габрово, стр.126.

шум. Съществува и известна опасност в $e[k]$ да попаднат и компоненти на полезния сигнал, тогава когато той има сравнително широколентов спектър. Такъв сигнал може да се тълкува като доходност на актив, който *сам е генератор на шум*. Затова е нужно амплитудата на $e[k]$ да бъде държана в определени граници. Те са във функция на амплитудата на полезния сигнал $s[k]$, но понеже тя не е предварително известна се заменя с функция на амплитудата на съвкупния сигнал $u[k]$.

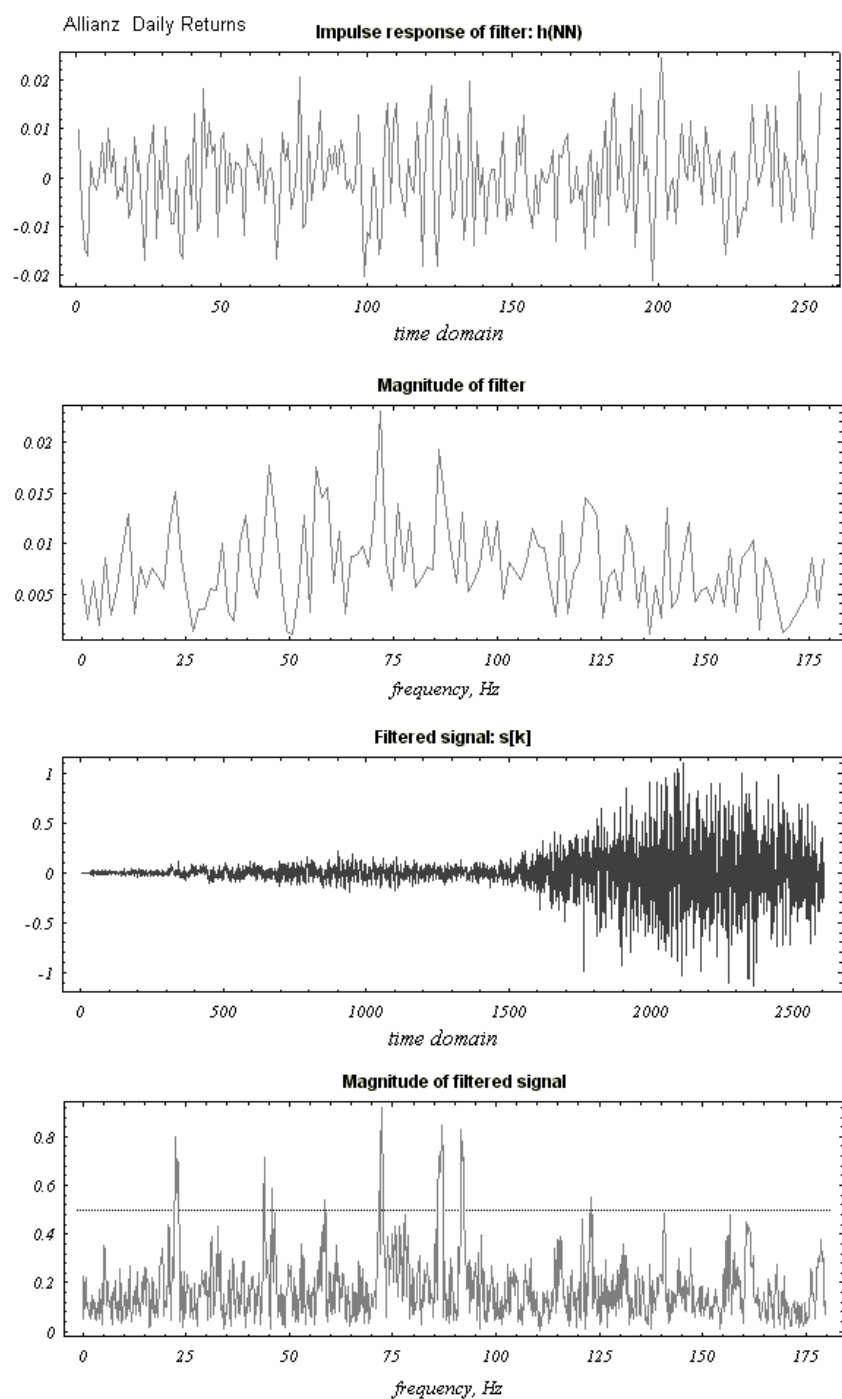
На фиг. 6 са показани развитието във времето на сигнала на недонастройката $e[k]$ заедно с неговата честотна характеристика.

Фигура 6



Сигналът на грешката видимо се покрива по ширина на спектъра и по магнитуд с този на входния сигнал $u[k]$. Това означава, че наистина голяма част от $u[k]$ е шум. Нека да видим как стоят нещата с адаптивния филтър. Фигура 7 представя пълната картина на обработката на сигнала.

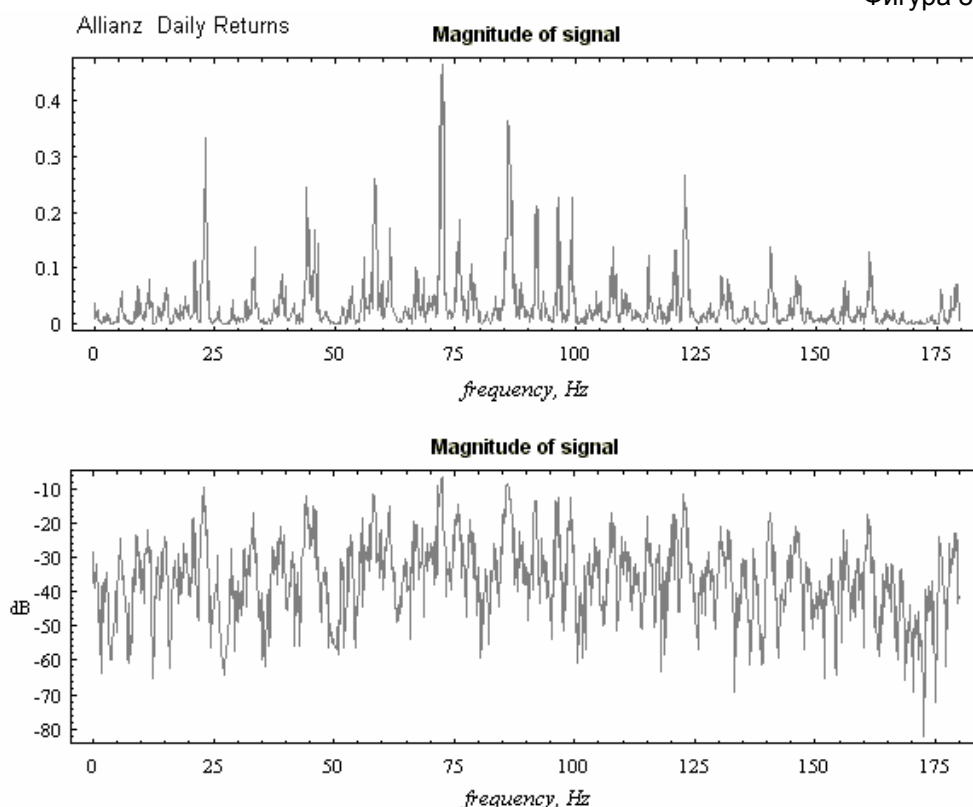
Фигура 7



Най-отгоре е импулсната характеристика на филтъра в края на обработката. След това е даден спектърът на тази импулсна характеристика. Той е опростен модел на честотната характеристика на сигнала, който трябва да бъде отделен от полезния сигнал. Честотната характеристика е ненулева по целия диапазон, т.е. определено широколентова. Третата графика на фиг. 7 е изходът на адаптивния филтър. Вижда се как постепенно параметрите на филтъра конвергират към оптималните (филтърът стартира с нулеви тегла), с което сигналът на изхода на филтъра $y[k]$ се стреми към полезния сигнал $s[k]$. На последната графика е показан спектърът на сигнала на изхода на адаптивния филтър по време на обработката. Ясно могат да се открият 8 пика над ниво 0.5. Това са основните честотни компоненти на полезния сигнал. Те могат да се опишат като синусоиди, съчетаващи се по линейен начин, за да формират $s[k]$. Останалото на фигурата е бял шум с широколентов спектър и малка амплитуда. Пиковите са 3-4 пъти по-високи от неговото средно равнище.

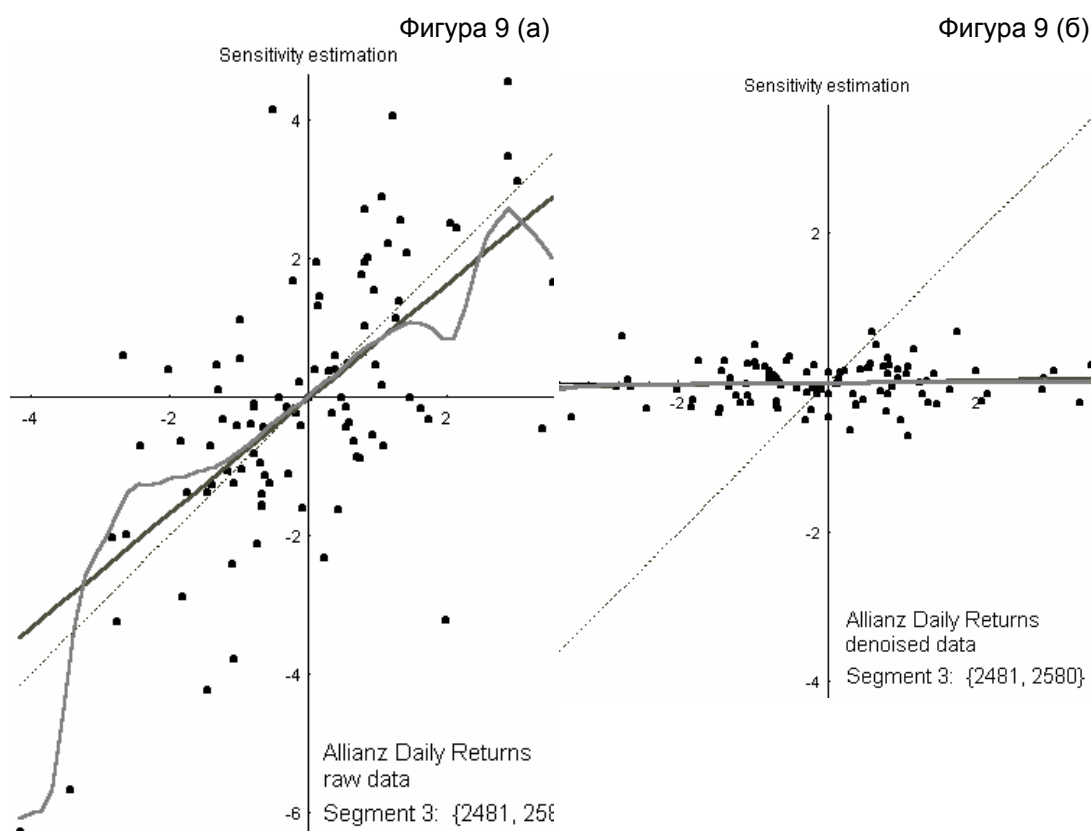
Фигура 8 показва спектъра на филтрирания сигнал след конвергирането на филтъра, т.е. сигналът, обработен с филтъра с установили се оптимални тегла. Горната графика дава честотната характеристика с линейна скала на магнитудата. Шумът почти не се забелязва.

Фигура 8



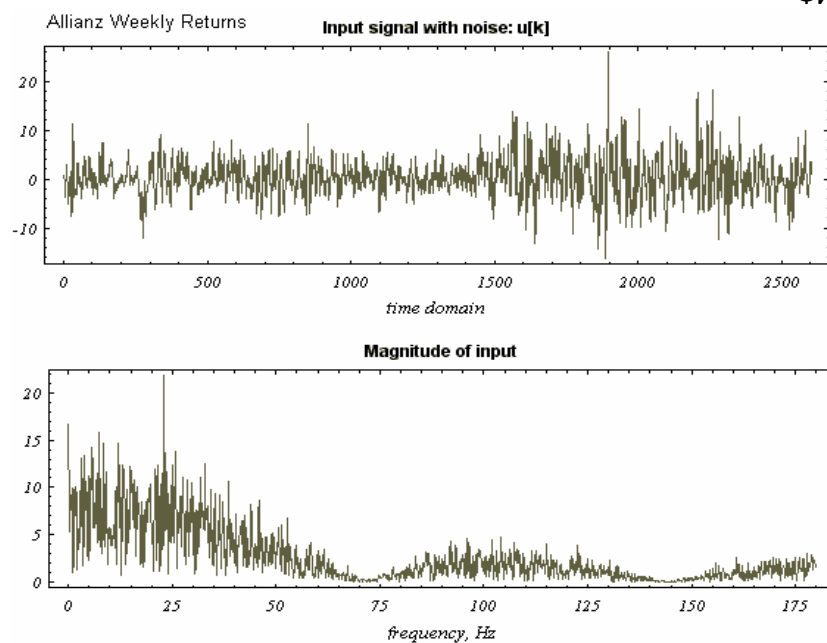
Долната графика показва спектъра с логаритмична скала на магнитуда. На нея се вижда, че общото отношение сигнал/шум (S/N) е повишено (подобро) средно с 30-40 dB.

Какво става с оценката на чувствителността на акцията след отстраняването на шума? Фигури 9 (а) и (б) представят оценката на чувствителността на дневната доходност на Allianz, правена съответно по суровите емпирични данни и по шумоподтиснатите емпирични данни от фиг. 3, дискрети {2481, 2580}. Преобладаващата част от сигнала на актива е шум. Полезният сигнал е толкова слаб, че едва се забелязва някаква корелация на актива с пазара (фиг. 9, б), т.е. дневните доходности на Allianz са продукт изцяло на шума, наличен на фондовия пазар във Франкфурт.



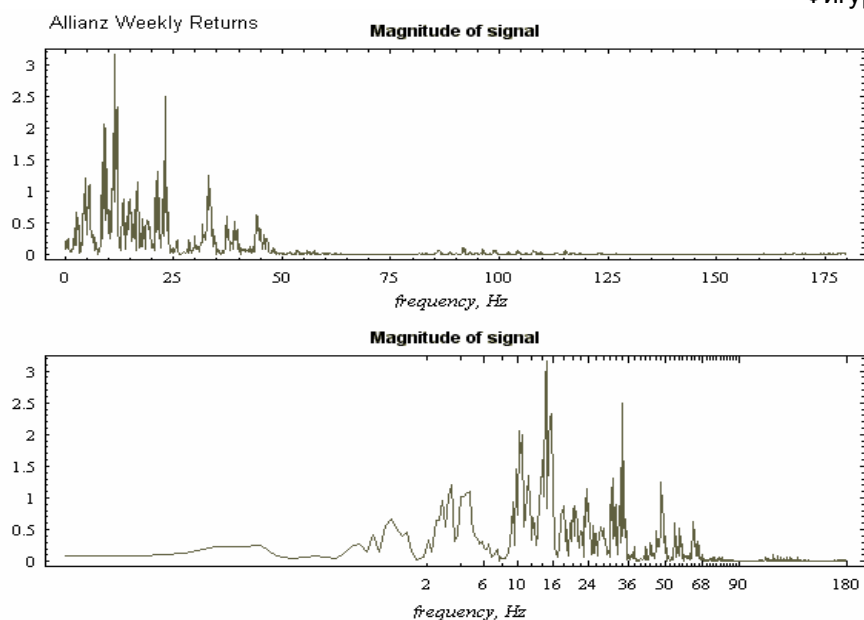
Ситуацията се променя при увеличение на базовия времеви интервал за изчисление на доходността. Фигура 10 показва *седмичната* доходност на Allianz за целия десетгодишен период, заедно със спектъра на сигнала. От времевата диаграма се вижда нарастване диапазона на доходността в сравнение с дневната. Честотната характеристика показва хаотичност, но е с по-малък обхват и амплитуда.

Фигура 10



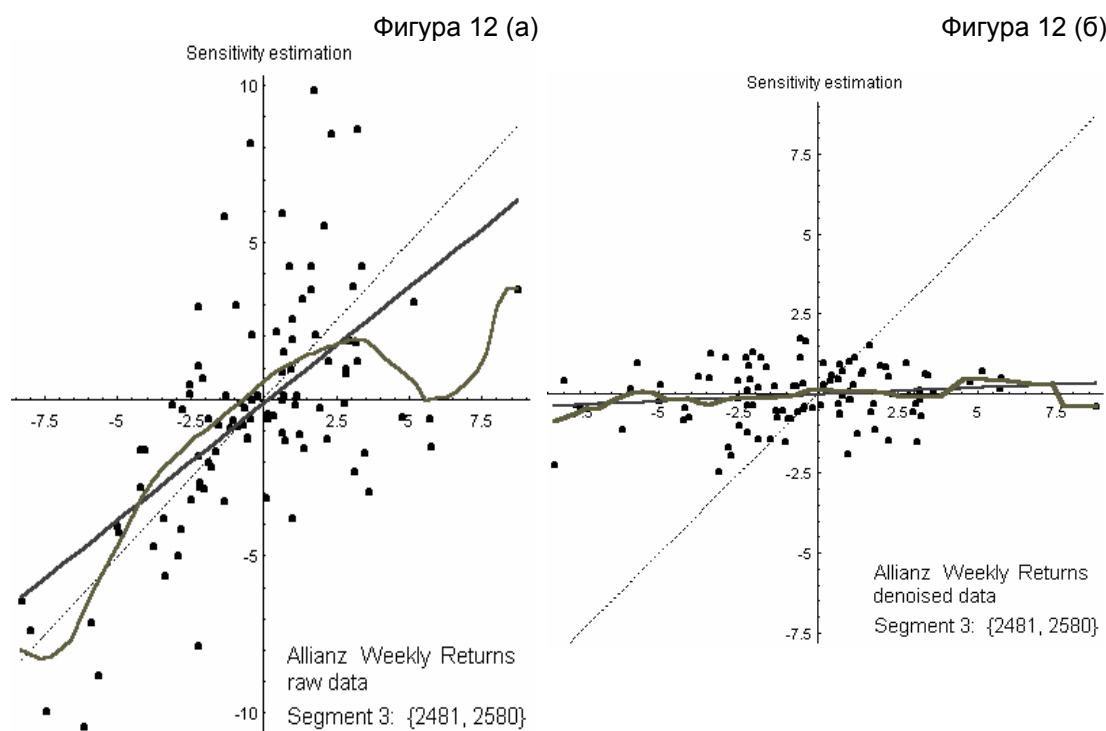
На фиг. 11 е даден спектърът на шумоподтиснатия по метода от фиг. 5 сигнал на седмичната доходност на Allianz. Шумът е отстранен така успешно, че графиката клони към нулата още от 50-кратната регулярност нагоре.

Фигура 11



Диаграмата с логаритмичната скала на честотата показва няколко основни честотни компонента на полезния сигнал – едната група с регулярност от 3 до 5 пъти в годината, другите съответно по 11, 15 и 33 пъти. Останалите, по-ниски пикове са други, по-слабо честотни компоненти или насложен върху полезния сигнал цветен шум.¹⁷

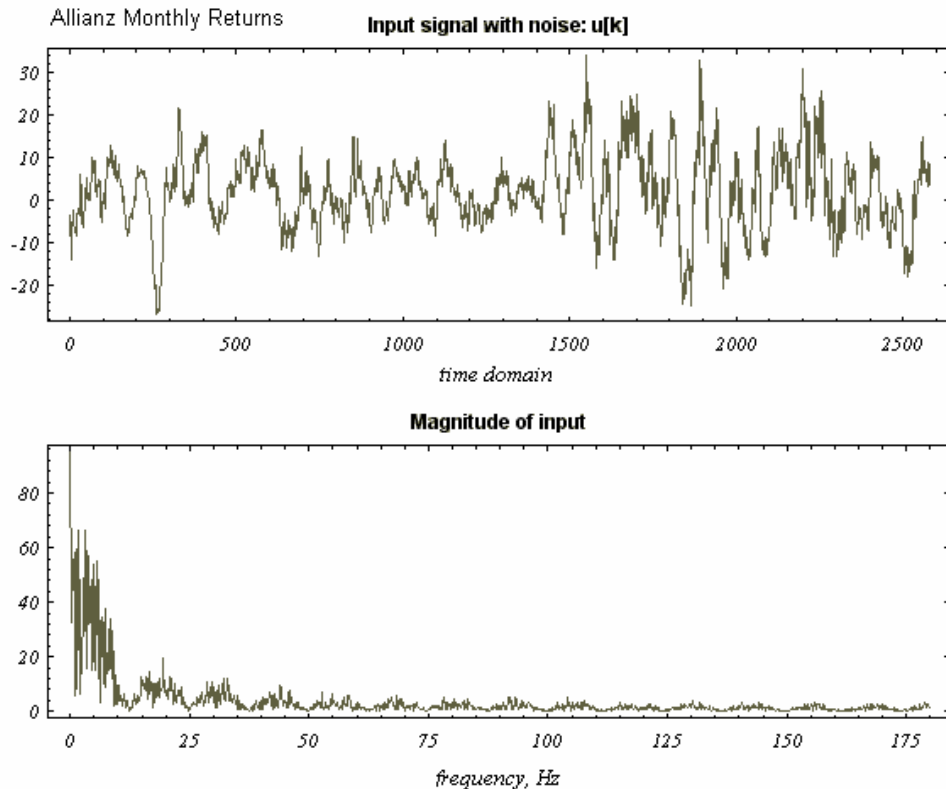
Фигура 12 представя непараметричните оценки на чувствителността, направени по седмичните доходности на Allianz, съответно по суровите (а) и по шумоподтиснатите (б) данни. Настъпило е известно, макар и малко, раздвижване на графиката в (б) по отношение на фиг. 9 (б).



Съвсем различно изглеждат времевите диаграми, честотните характеристики и оценките на чувствителността, когато доходността започне да се отчита на по-голяма времева база, например един месец или една година. На фиг. 13 е даден суровият сигнал на *месечната* доходност на Allianz за целия десетгодишен период и съответният спектър.

¹⁷ Цветният шум най-общо е с достатъчно изразена регулярност във времевата област, която не може да бъде игнорирана. В практиката са разработени и се ползват различни дефиниции за цветен шум. Розовият е най-близо до широколентовия бял шум, но се различава от него по спада в честотната област към честотата на Nyquist. Зеленият симулира честотния спектър на човешкия говор в телефонията, а в други области се разглежда като усреднен спектър на шума от околната среда. Те, заедно с червения, пурпурния, сивия и черния са част от множеството концепции за шума, които се стремят към неговото дефиниране и класифициране.

Фигура 13

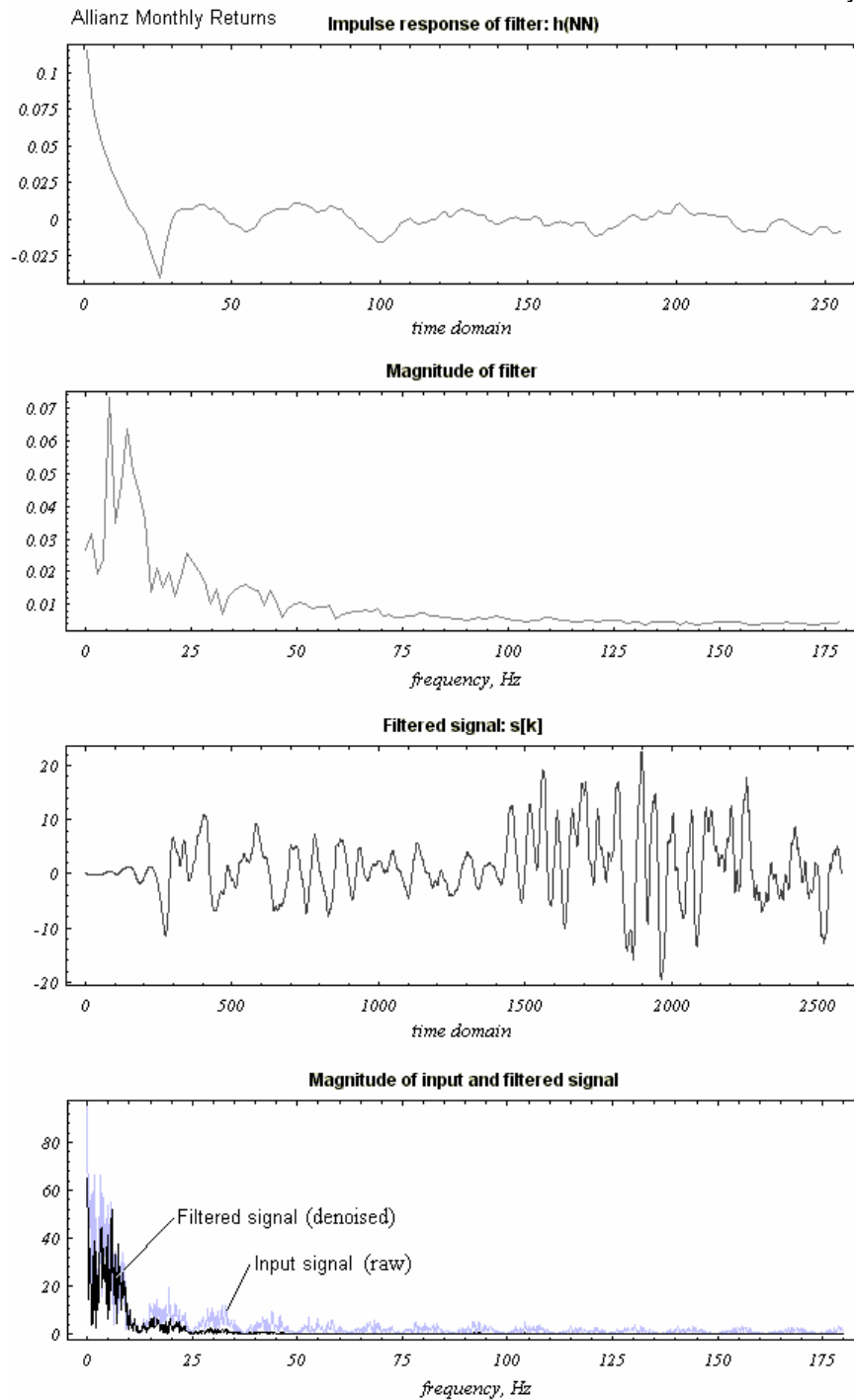


На честотната му характеристика може да се различават няколко типични белега за сигналите, добивани от датчици, без значение дали във въздушна, водна или подземна среда. На първо място, това са колебанията на сигнала от диапазона 0÷25 Hz или полезният сигнал $s[k]$. След това белият шум $n[k]$ с плосък спектър и малка амплитуда, който се простира по целия честотен диапазон. Накрая стремителното нарастване на сигнала с приближаване на нулевата честота, наречено $1/f$ -шум ("едно върху f " - шум). $1/f$ -шумът е измерван в най-разнообразни системи, като например плътност на движението по магистрали, електронен шум в транзистори, сеизмични наблюдения и др. Вероятно той е присъщ на всички системи и може да бъде засечен винаги, стига да се слезе достатъчно ниско в честотата.¹⁸

След обработката по метода от фиг. 5 белият шум бива отстранен напълно; в значителна степен бива отстранен и $1/f$ -шумът. Фигура 14 показва съответните времеви и честотни диаграми. Импулсната характеристика на адаптивния филтър е значително по-равна с отдалечаване от нулата в сравнение с тези при филтриране на дневните и седмичните доходности.

¹⁸ Smith St. (1999), *The Scientists and Engineer's guide to Digital Signal Processing*. California technical publishing, San Diego, стр.172.

Фигура 14



Това означава, че съществената част от теглата на филтъра се съсредоточава в началото на импулсната характеристика (дискрети 0÷110) или че шумът може да се отстрани с по-къс филтър, т.е. сигналът на шума намалява по амплитуда и сложност в сравнение с този при дневните и месечните доходности.

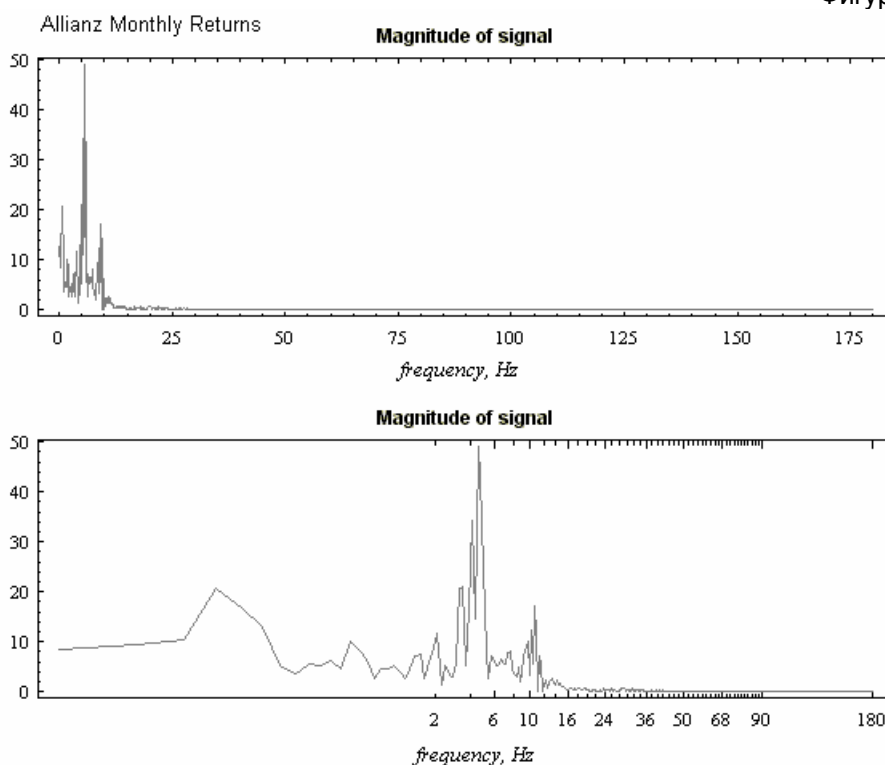
Според честотната характеристика на адаптивния филтър съществената част от сигнала е в интервала 5÷15 Hz. Очевиден е значителният спад на магнитуда във всички останали области – надясно за белия шум и наляво за $1/f$ -шума.

След зоната на конвергенция филтрираният сигнал изглежда аналогично на входния суров сигнал от фиг. 13. Отстранени са случайните трептения, насложени върху кривата, в резултат на което локалната амплитуда е спаднала с около 10 единици.

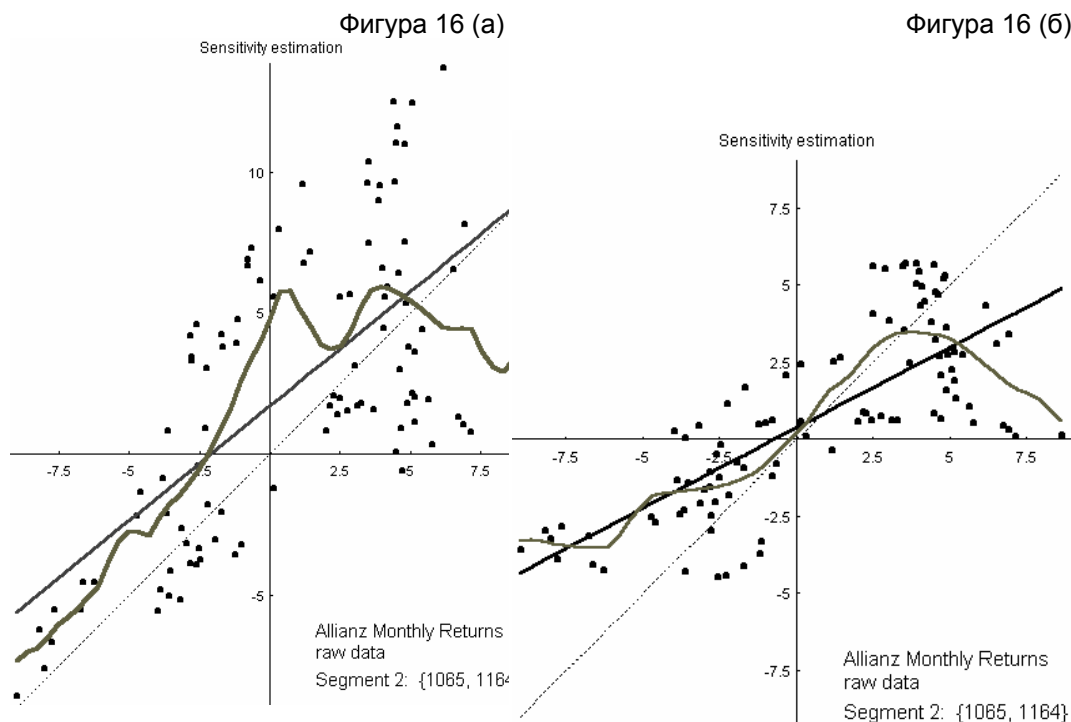
На последната диаграма на Фиг.14 са дадени спектрите на суровия и шумоподтиснатия сигнал. Ясно личат областите на действие на адаптивния филтър и резултантния полезен сигнал.

Фигура 15 показва спектъра на филтрирания сигнал. Честотната характеристика е съвсем изчистена от шума. Сигналът се формира около основна честотна компонента от 5 Hz плюс още няколко по-слаби компонента при 3, 4 и 11 Hz. Широкият пик около 0.6 Hz показва друга група събития от значение за сигнала, които са с повторемост 3 пъти на всеки пет години.

Фигура 15



Фигура 16 (а) и (б) дават оценките на чувствителността, направени съответно по суровия и по шумоподтиснатия сигнал на месечната доходност на Allianz. Общият вид на оценката на чувствителността се запазва. Диапазонът на реакция на актива се свива от $\{-7, +6\}$ до $\{-4, +3.5\}$.



Фигура 17 прави детайлен анализ на изместването на точките на емпиричния материал по време на филтрирането на сигнала (отделянето на шума) и показва крайното положение на всяка от точките. По-тъмните точки са първоначалните сурови данни, а по-светлите са шумоподтиснатите данни.

Тъй като пазарното въздействие остава постоянно, само ординатите на на точките се променят. Изместването става винаги успоредно на оста y . Взето в цялостност, диапазонът по оста y намалява - колкото по-далечна (от абсцисата) по отношение на y е точката, толкова по-силно се измества тя по посока към средния регион на y -стойности. Стрелките с тънка прекъсвана линия показват това движение. Точките, които вече лежат в средния регион на y -стойностите остават приблизително на същото място или не изменят съществено положението си. Някои подобни случаи са показани на диаграмата с удебелените къси стрелки.

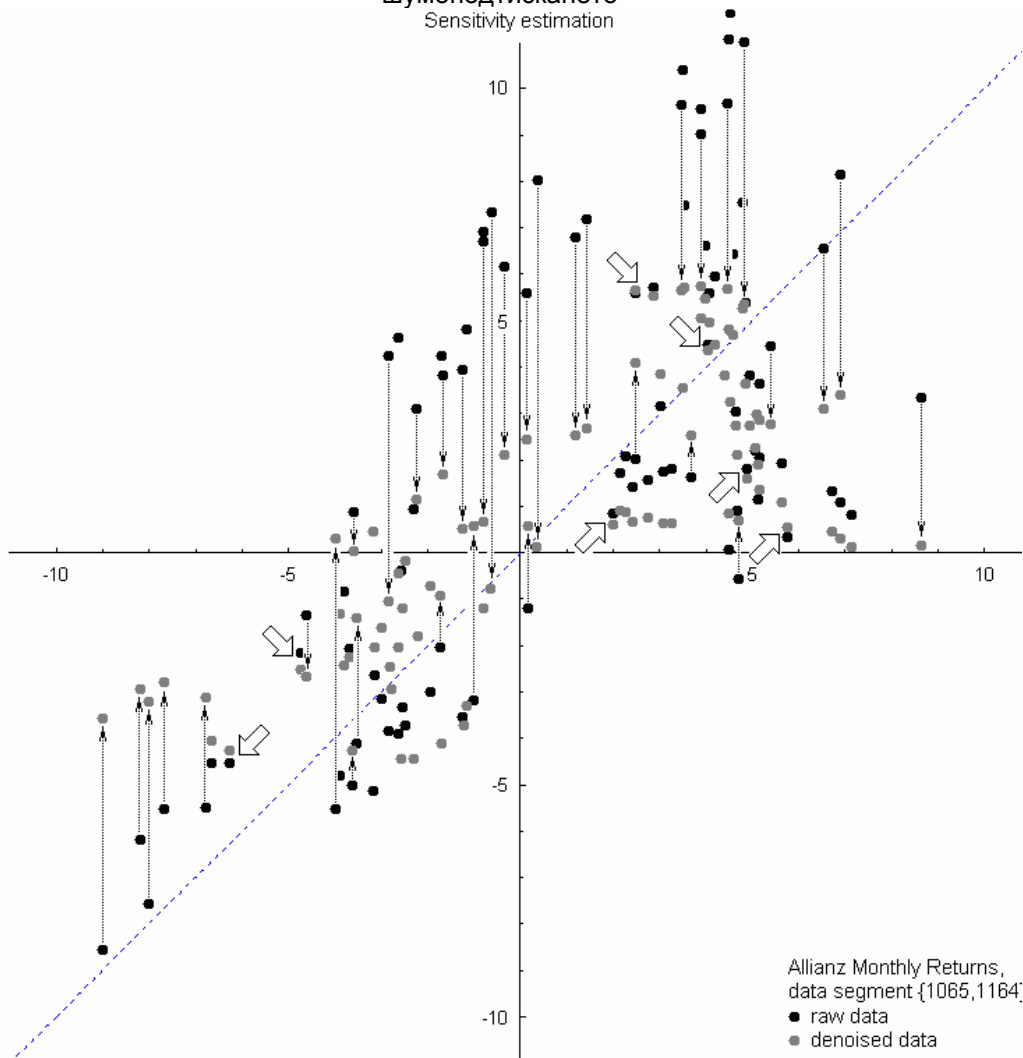
Какво означава наблюдаваното явление в понятията на фондовия пазар? То може да се интерпретира по следния начин: Първо, това което остава след шумоподтискането е вътрешноприсъщия сигнал на актива. Това е сигналът, ако на пазара би бил само този актив. Разликата между реакцията, оценена по суровите данни и тази по шумоподтиснатите измерва

силата на актива да се противопоставя на шумовото въздействие на пазара. Колкото по-близо са двете графики, толкова по-силен е активът. Това е нов подход за селекция на активите.

Второ, изместването демонстрира как се формира част от реакцията на актива – с шум. Почти всичко над по-светлите точки (когато изместването е надолу) или под тях (когато изместването е нагоре) е резултат от шумово въздействие, и не е трайна вътрешна характеристика на актива. Това означава, че една част от доходността на актива е продукт на случаен шум. Тя е толкова по-значима, колкото по-податлив е активът на шумовото въздействие на пазара.

Фигура 17

Изместване на точките от емпиричния материал вследствие на шумоподтискането



Затова оценката на чувствителността, направена по суровия емпиричен материал, може да се окаже заблуждаваща и да не покаже *трайните, типични* за актива характеристики или в по-добрия случай може да остави поле за непредсказуеми изненади (лоши и добри).

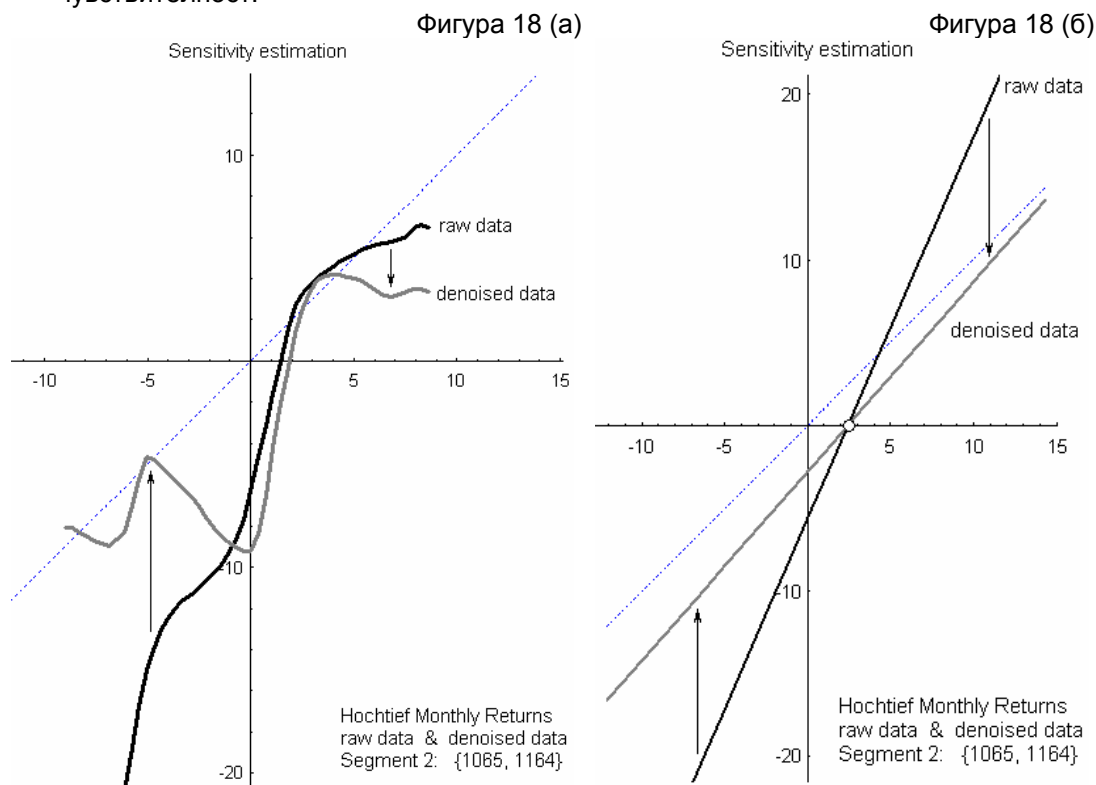
Когато чувствителността на дохода от акцията не се измени съществено след шумоподтискането, то активът е стабилен. Последното се потвърждава от сравнението на кривите на чувствителността при използване на един и същ сегмент данни – първият път чувствителността, оценена по суровите данни, вторият път – по шумоподтиснатите данни (фиг. 18 а). Изглежда е твърде много да изискваме от чувствителността на актива да остане със същата форма и след шумоподтискане на данните. По-реално е да се очаква, че *разликата* между двете остава сравнително постоянна. Веднъж установено, това дава възможност да бъде направена прогноза за поведението на актива въз основа на шумоподтиснатата (истинска) чувствителност и известната степен на шумово въздействие на пазара върху конкретния актив, в конкретния региона на r_{market} .

По същия начин както когато във "Финансовият актив: ..." бяха сравнявани чувствителностите на един и същ актив, оценени по различни сегменти на суровите данни, може да се наблюдава и оценката на прогнозната стойност на чувствителността, използвайки оценки по различни сегменти на *шумоподтиснатите* данни. Това позволява допълнително да се установи доколко шумът на пазара влияе по един траен начин върху конкретния актив или и това влияние е непостоянно, случайно. Следват практически примери за двата подхода.

Във фиг. 18 (а) и (б) се сравняват съответно непараметричните и линейните оценки на чувствителността на Hochtief в Сегмент 2 на данните - дискрети {1065, 1164}. По-тъмните графики са чувствителностите, оценени по суровите данни, а по-светлите – тези по шумоподтиснатите данни. И от двете диаграми личи значително изместване към графиката на истинската чувствителност на актива, т.е. съществено влияние на шума при формиране доходността на Hochtief. Докато при линейната оценка има една единствена обща точка между двете оценки ($r_{\text{market}} = 2.5\%$), а в целия останал диапазон разминаването нараства с отдалечаване от нея, непараметричната оценка показва стабилна реакция на актива там, където честотата на емпиричния материал е най-голяма (в диапазона на малките пазарни възвръщаемости). С други думи Hochtief остава стабилен в региона с най-често срещаните пазарни събития $r_{\text{market}} \in \{-2, +4\}$, макар и да се влияе от пазарния шум, когато r_{market} е голяма (в "+" и "-"). Със стрелки и на двете графики е показано очакваното движение на приближаване към абсцисата.

Фигура 19 представя непараметричните и линейните оценки на чувствителността на Südzucker в Сегмент 1 на пазарните данни – дискрети {721, 820}. За сравнение на фиг. 20 са дадени аналогичните оценки за Hochtief в същия сегмент. Поведението на линейните оценки след шумоподтискането е сходно с това при Hochtief в Сегмент 2. По-интересни са особеностите на чистия сигнал на активите, когато е оценявано непараметрично. Пълният, суров сигнал на всеки от активите от фиг. 19 и 20 показва доста сходни криви – факт, който беше отбелязан във "Финансовият актив: ...". Тогава за него беше дадено обяснението, че макар и да са в

различни сектори на стопанството, Südzucker и Hochtief са предприятия с ясно изразена сезонност и е естествено да демонстрират сходна чувствителност.

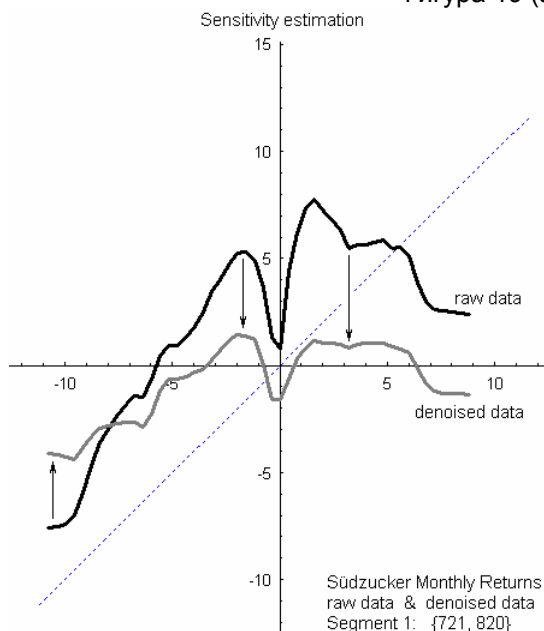


Анализът на шумоподтиснатите сигнали дава възможност да се установи, че характерната форма на кривата на чувствителността (спад около нулата с два пика от всяка страна и рязко пропадане към $r_{\text{market}} < -5\%$) е черта на Südzucker, а не толкова на Hochtief. Макар и повлиян от пазара, Südzucker запазва характерната форма на кривата и след отстраняването на шума, докато шумоподтискането разкрива съвършено различна крива на реакцията при Hochtief. Там шумът в пазара дотолкова е изменил реакцията на актива, че напълно е маскирал истинската му чувствителност, т.е. Hochtief се държи така, защото немският фондов пазар му "заповядва". Всъщност той се стреми да се държи като силно дефанзивен инструмент (положителна доходност дълбоко наляво в отрицателните пазарни възвръщаемости), но пазарът не му позволява да се наложи. Това е пример за слаб актив. На него не може да се разчита да съхрани стабилна крива на реакция на пазарните доходности. Потвърждението на това заключение е видно от оценките на чувствителността на двата актива в следващите сегменти на данните (фиг. 15 във "Финансовият актив: ...").

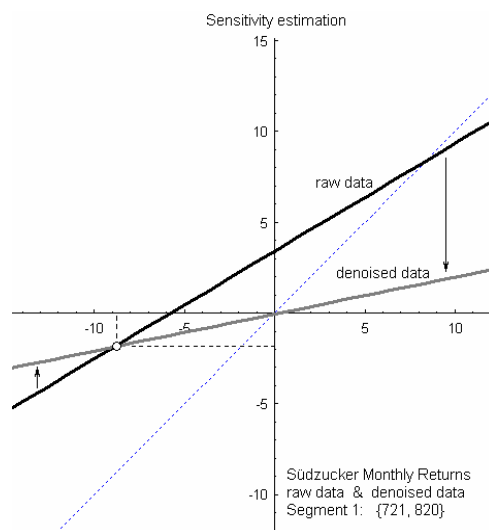
Докато Südzucker запазва в някаква степен характерната форма на кривата, Hochtief развива различна крива всеки път - в Сегмент 2 силно

агресивна крива на висока локална *Бета*, а в Сегмент 3 демонстрира равна крива на малка средна доходност с пик около $r_{\text{market}} = -6\%$.¹⁹

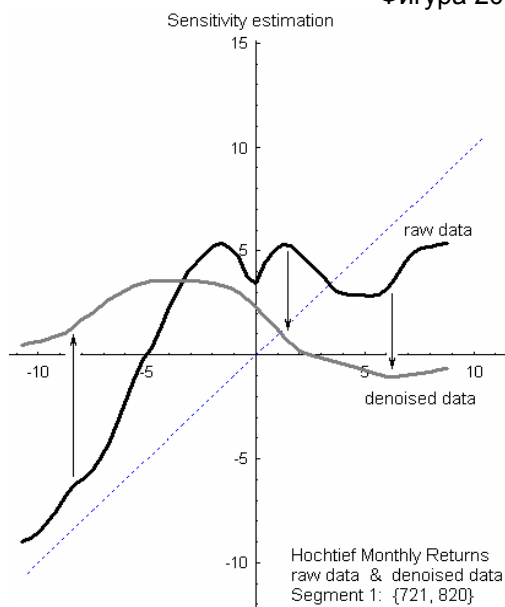
Фигура 19 (а)



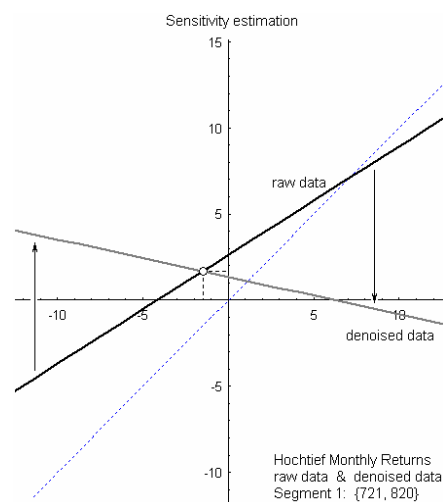
Фигура 19 (б)



Фигура 20 (а)



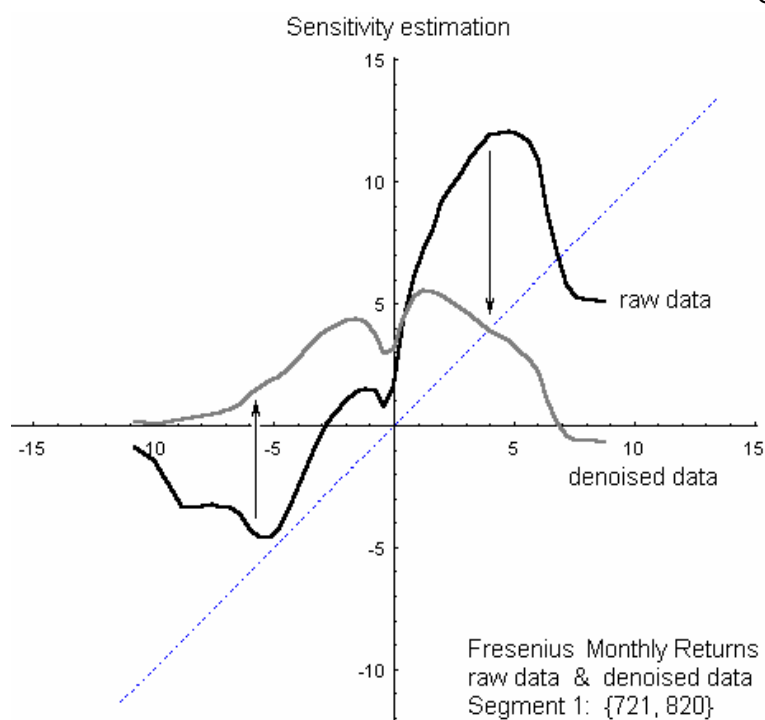
Фигура 20 (б)



¹⁹ Причините за него са описани във "Финансовият актив: ...". Той определено не отразява някаква трайна тенденция или сериозно изменение на самата компания.

Точно обратното явление наблюдаваме при акцията на Fresenius (фиг. 21). При нея характерната форма на кривата на чувствителността от фиг. 19(а) и 20(а) беше открита при шумоподтиснатата оценка, а не при тази по суровите данни. Акцията на Fresenius показва вътрешна склонност към подобно поведение, която е маскирана от влиянието на фондовия пазар. В резултат Fresenius е проявил една сравнително типична крива на реакция спрямо пазарната доходност. Данните са от същия период (Сегмент 1).

Фигура 21

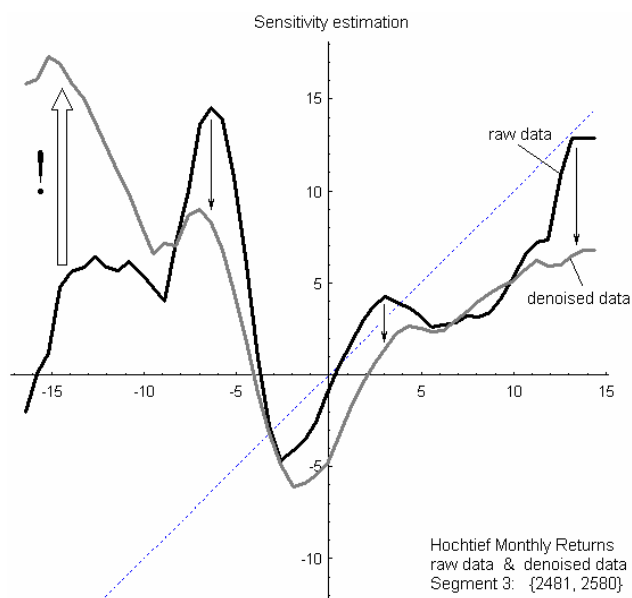


Винаги ли при шумоподтискане се наблюдава конвергиране на емпиричния материал към абсцисата? Интересно е да се види с какво е бил принуден да се "съобрази" пазарът за реакцията на Hochtief в Сегмент 3. Фигура 22 показва съответните оценки. От оценката на Hochtief във "Финансовият актив: ..." беше видно, че активът реагира положително на големи спадове на пазара. Едва графиката на шумоподтиснатата чувствителност дава ясна представа, за какво всъщност става дума. Противно на всички анализи, при които шумът способства за общо увеличение на доходността, изглежда тук активът да е ограничаван в реакцията му от пазарния шум. В периода януари – май 2001 в региона $r_{\text{market}} \in \{-16; -10\}$ фондовият пазар е ощетявал акционерите на Hochtief средно с 10% всеки месец!

След като бяха направени шумоподтиснати оценки на чувствителността и за останалите акции от табл. 3 във "Финансовият актив: ..." стана ясно, че такова развитие не е уникално. Акцията на BASF например показва сходни

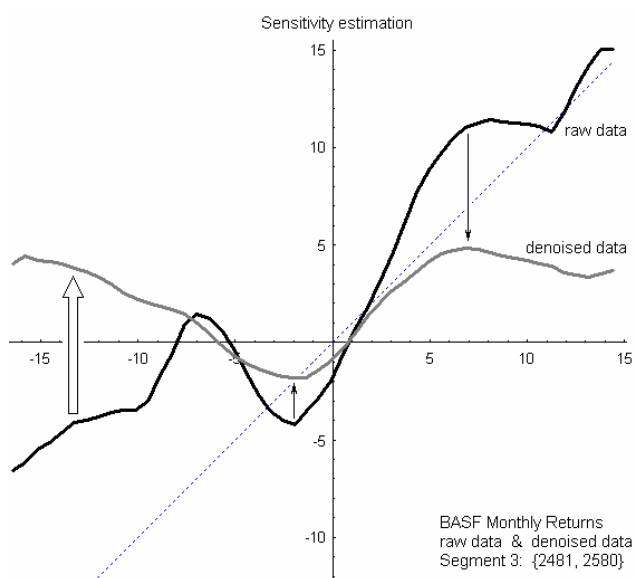
черти с Hochtief в Сегмент 3 (фиг. 23). Основната разлика тук е в причините, довели до това развитие.

Фигура 22



Вместо това, пазарът формира крива на реакция на BASF, която е сравнително типична за повечето активи във Франкфурт - най-общо графика на $\beta > 1$ с няколко спада по нея.

Фигура 23



За BASF не беше открита публикация или някакъв общоизвестен факт (пазарна информация), които да изтъкват причини за подобно поведение. Това с голяма вероятност означава, че видът на кривата на чувствителността (шумоподтиснатата) на BASF отразява вътрешноприсъщи свойства на акцията. На такъв мултинационален концерн изглежда му е тесен немският пазар. Той не му дава възможност да прояви истински солидно вложение.

Таблица 2
Резултати от оценките на чувствителността по шумоподтиснатите данни

Акция	Принадлежност		Отрасъл	Изместване				Равнище на значимост					
				от 1 ^{ва} към 3 ^{та}		от 2 ^{ра} към 3 ^{та}		Оценка 1 ^{ва}		Оценка 2 ^{ра}		Оценка 3 ^{та}	
	DAX-30	DAX-100		ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА
Allianz	•	•	застраховане	7.15	7.43	4.53	3.73	0.75	0.77	0.76	0.84	0.28	0.39
BASF	•	•	химия и фармац.	2.43	4.04	0.39	5.17	0.69	0.75	0.05	0.50	0.12	0.59
Bewag	•	•	снабдители	19.75	26.36	17.20	19.18	0.56	0.72	0.15	0.36	0.41	0.59
BMW	•	•	автомобилопр.	7.70	11.60	24.68	30.87	0.66	0.68	0.29	0.50	0.77	0.82
Commerzbank	•	•	финанси	8.14	7.52	1.20	4.17	0.90	0.92	0.80	0.86	0.49	0.60
Degussa	•	•	химия и металург.	0.43	2.23	0.46	2.57	0.60	0.76	0.72	0.78	0.60	0.68
Dresdner Bank	•	•	финанси	10.47	13.13	23.53	22.74	0.67	0.72	0.16	0.57	0.55	0.66
Fresenius	•	•	химия и фармац.	36.13	28.47	92.0	73.34	0.17	0.59	0.38	0.56	0.23	0.42
Hochtief	•	•	строителство	1.89	27.71	90.70	62.47	0.35	0.61	0.65	0.78	0.27	0.60
Hugo Boss	•	•	потребит. стоки	47.19	57.62	34.33	45.04	0.70	0.76	0.15	0.44	0.20	0.42
Klöckner	•	•	машиностроене	10.29	30.26	123.7	149.6	0.37	0.47	0.49	0.63	0.21	0.62
Lufthansa	•	•	въздушни превози	15.90	7.0	3.92	11.0	0.85	0.89	0.87	0.91	0.51	0.63
Porsche	•	•	автомобилопр.	55.24	56.93	28.27	15.87	0.69	0.75	0.90	0.92	0.02	0.30
Puma	•	•	потребит. стоки	54.96	84.77	76.71	99.05	0.09	0.27	0.44	0.51	0.58	0.71
Rheinmetall	•	•	машиностроене	156.5	128.2	122.8	87.32	0.73	0.84	0.53	0.67	0.80	0.87
RWE	•	•	снабдители	1.26	5.58	1.46	2.43	0.77	0.78	0.73	0.81	0.52	0.62
Siemens	•	•	технолог. и софт.	21.22	18.14	40.44	33.56	0.65	0.75	0.27	0.37	0.86	0.89
Spar	•	•	потребит. стоки	0.48	2.48	5.98	6.14	0.68	0.72	0.63	0.70	0.10	0.50
Südzucker	•	•	хранит. промишл.	32.09	36.65	43.65	49.76	0.22	0.38	0.10	0.55	0.23	0.38
ThyssenKrupp	•	•	машиностроене	4.06	2.84	0.35	4.65	0.79	0.86	0.79	0.88	0.40	0.50
Vossloh	•	•	технолог. и софт.	102.3	89.22	150.7	133.1	0.41	0.54	0.09	0.34	0.65	0.88
Wella	•	•	химия и фармац.	32.70	38.36	282.6	277.6	0.59	0.75	0.30	0.50	0.19	0.45

Таблица 2 обобщава параметричните резултати от 132-те шумоподтиснати оценки на чувствителността, направени за акции от Франкфуртския фондов пазар. Правят впечатление по-ниските стойности на средноквадратичното изместване на оценките от един сегмент на данните към друг. При линейните оценки то е средно 48% от изместването при суровите данни, съответно 47% при непараметричните оценки. В табл. 2 средната стойност на равнището на значимост се е установила на 0.49 при линейните оценки и на 0.64 при непараметричните, което означава лек спад съответно с 0.15 и 0.09 в сравнение с табл. 3 във "Финансовият актив: ...". За сметка на незначително намаление в равнището на значимост, шумоподтиснатите оценки показват една съществено по-добра устойчивост и надеждност в сравнение с оценките, правени по суровите данни.

По изместването от основната към шумоподтиснатата оценка може да се съди за силата (мощността) на актива, за неговата способност да налага

на пазара собственото си поведение. Таблица 3 обобщава данните за изместването за 132-те оценки от франкфуртския пазар. Дадени са и усреднените стойности на изместването общо за трите оценки - съответно трите линейни и трите непараметрични. С "♦" са отбелязани шестте най-силни актива.

Таблица 3

Изместване на шумоподтиснатата оценка от оценката по суровите данни
("Сила" на актива)

Акция	Принадлежност		Отрасъл	Изместване от основната към шумоподтиснатата оценка						Средни стойности по оценки		Силни акции
				Оценка 1 ^{ва}		Оценка 2 ^{ра}		Оценка 3 ^{та}				
	DAX-30	DAX-100		ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНА	НЕПАРАМЕТРИЧНА	ЛИНЕЙНИ	НЕПАРАМЕТРИЧНИ	
Allianz	•	•	застраховане	4.9	11	3.8	6.2	20	17	9.6	11.4	♦
BASF	•	•	химия и фармац.	16	15	39	26	31	36	28.7	25.7	
Bewag			снабдители	3.5	8.3	9.9	12	6.7	11	6.7	10.4	♦
BMW	•	•	автомобилопр.	14	14	22	24	11	25	15.7	21.0	
Commerzbank	•	•	финанси	0.3	8.1	4.3	3.1	3.1	13	2.6	8.1	♦
Degussa	•	•	химия и металург.	18	17	25	22	13	15	18.7	18.0	
Dresdner Bank	•	•	финанси	4.6	8.3	3.1	6.4	11	28	6.2	14.2	
Fresenius	•	•	химия и фармац.	23	27	44	35	57	70	41.3	44.0	
Hochtief			строителство	23	26	44	61	10	32	25.7	39.7	
Hugo Boss			потребит. стоки	14	17	5.8	6.1	3.5	18	7.8	13.7	♦
Klöckner			машиностроене	36	34	108	75	46	43	63.3	50.7	
Lufthansa	•	•	въздушни превози	12	34	29	28	26	27	22.3	29.7	
Porsche			автомобилопр.	30	34	36	33	63	70	43.0	45.7	
Puma			потребит. стоки	81	91	15	14	26	34	40.7	46.3	
Rheinmetall			машиностроене	18	27	34	31	13	48	21.7	35.3	
RWE	•	•	снабдители	13	18	12	15	14	14	13.0	15.7	
Siemens	•	•	технолог. и софт.	16	16	16	13	18	17	16.7	15.3	
Spar			потребит. стоки	3.6	3.5	11	9.4	1.0	7.6	5.2	6.8	♦
Südzucker			хранит. промишл.	14	14	4.7	3.5	20	26	12.9	14.5	
ThyssenKrupp	•	•	машиностроене	3.4	4.1	29	33	44	60	25.5	32.4	
Vossloh			технолог. и софт.	2.4	4.2	8.2	7.7	17	15	9.2	9.0	♦
Wella	•	•	химия и фармац.	17	19	62	52	6.8	12	28.6	27.7	

Разбира се, силата на актива има значение тогава, когато кривата на чувствителността има желаните от инвеститора форма и магнитуд. Няма полза от една акция, колкото и да е силна, когато тя реализира предимно подпазарна възвръщаемост/загуби.

4. Заключение

При анализа на въздействието на пазарната доходност върху дохода от даден финансов актив се оценяват данни от вида: въздействие → ефект, конструкция, която в тази разработка разширихме, като добавихме влиянието и на пазарния шум: въздействие + шум → ефект.

Чувствителността на актива дава възможност да анализираме поведението му спрямо това на фондовия пазар. Анализът осигурява солидна основа за вземането на инвестиционни решения за избор на актив с определени характеристики, търсени от конкретния инвеститор.

Линейният модел не гарантира прецизност на оценката. Нерядко и информационната стойност на резултатите е съмнителна. Непараметричната регресия ни приближи до постигането на по-достоверна, гъвкава и същевременно стабилна във времето оценка на чувствителността на дохода.

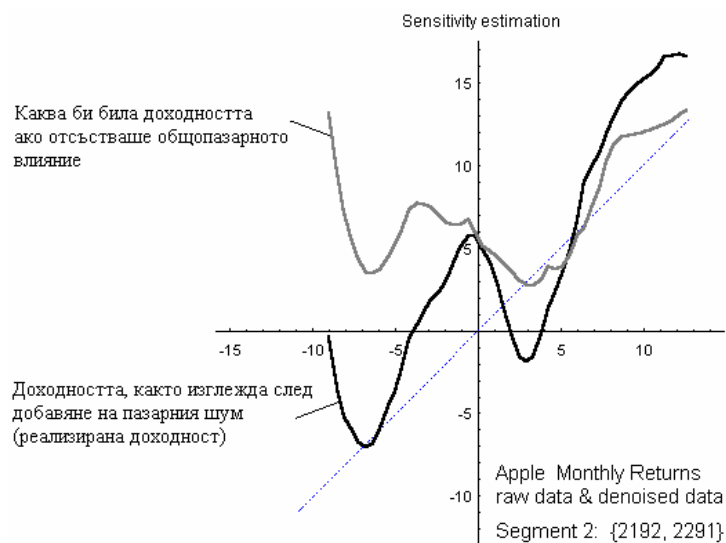
Въвеждането на концепцията за шума в пазара още повече разшири анализа на чувствителността. От *Бета* към кривата на непараметрична оценка на чувствителността разширихме концепцията за чувствителността, като ѝ предоставихме необходимите ѝ повече степени на свобода за описание на доходността. С включването в модела на шума в пазара и неговото влияние върху пазарно търгуваните активи концепцията за чувствителността се разшири допълнително и по отношение способността на актива да наложи на фондовия пазар собственото си поведение.

Новият подход излиза извън рамката, в която поведението на актива се разглежда единствено като *реакция* на определено пазарно въздействие. Той разпознава три отделими групи фактори на доходността на корпоративната акция – собственият сигнал на компанията-емитент (вътрешноприсъщият сигнал), конкретното пазарно въздействие (сигналът на пазара) и общопазарното въздействие (шум).

Понятията за силата или слабостта на актива нямат пряка връзка с неговите постижения във възвръщаемостта. Активът е силен, когато успява да "прокара" на пазара графиката на чувствителността, която би имал при отсъствие на шум в него. Това може да е черта и на актив със слаба доходност. Тогава състоянието би могло да се тълкува повече като неспособност на актива да прикрие недобрите си параметри на доходността.

Един слаб по смисъла на изнесеното дотук актив може да реализира по-добра доходност, отколкото му е вътрешноприсъщо, пак поради шума в пазара. Пример за слаб актив, който съчетава слабостта по отношение на общопазарното влияние с ниска реализирана възвръщаемост имаме, когато шумоподтисната графика се редуцира до графика на ниска доходност при добавянето на пазарния шум (фиг. 24).

Фигура 24



Представените състояния на активите не са перманентни. Интерес представлява развитието във времето на податливостта на акцията на влиянието на пазара. По-нататъшната работа в тази посока ще даде яснота по въпроса, доколко динамиката на чувствителността с течение на времето се дължи на фундаментални промени в свойствата на актива, съответно доколко разминаването на резултатите от непараметричния и линейния метод се дължи на особеностите на непараметричния метод или повече на външни фактори, като например шума в пазара.

На непрекъснато усложняващия се съвременен фондов пазар са необходими все по-точни методи за селекция на активите. Затова постоянно нарастват и изискванията на практиката към методите за оценяване на чувствителността на дохода от активите.

Представените разновидности на непараметричния метод за оценка на чувствителността на финансовия актив към пазарната доходност целят да окажат подкрепа на финансовия анализатор и на отделния инвеститор при вземането на целесъобразни инвестиционни решения. С тяхна помощ инвестиционният избор става по-рационален, а решението на инвестиционната задача - по-благоприятно за вложителя.