

НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ПОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТТА НА ИКОНОМИЧЕСКИТЕ НАУКИ ЗА 2003 Г.*

Кралската шведска академия на науките реши наградата на Шведската национална банка (Бенк ъв Суидън) за постижения в областта на икономическите науки в памет на Алфред Нобел за 2003 г. да бъде поделена между *Робърт Ф. Енгъл* от Ню Йоркския университет (САЩ) "за методи за анализ на икономически времеви¹ редове с време-променлива изменчивост (ARCH)²", и *Клайв У. Дж. Грейнджър* от Калифорнийския университет в Сан Диего (САЩ) "за методи за анализ на икономически времеви редове, характеризиращи се с общи тенденции (коинтеграция)".

Робърт Ф. Енгъл. Роден е през 1942 г. (60 год.) в Сиракюз, щата Ню Йорк, САЩ (гражданин на САЩ). Докторска степен от Корнелския университет през 1969 г.; Майкъл Армелиньо професор по управление на финансовите услуги в Ню Йоркски университет, щата Ню Йорк.

Клайв У. Дж. Грейнджър. Роден е през 1934 г. (69 год.) в Суонзи, Уелс (гражданин на Великобритания). Докторска степен от Нотингамския университет през 1959 г.; почетен професор по икономика в Калифорнийския университет в гр. Сан Диего.

*

Изследователите използват данни под формата на времеви редове, т.е. хронологическа последователност от наблюдения, когато правят оценка на взаимовръзки и тестват хипотези от икономическата теория. Подобни времеви редове показват развитието на БВП, цени, лихвени проценти, цени на фондовите борси и др. През 80-те години на миналия век тазгодишните лауреати създават нови статистически методи по отношение на две ключови характеристики на редица икономически времеви редове: времепроменлива изменчивост и нестационарност.

На финансовите пазари изменчивостта или произволните колебания във времето са от особено значение, тъй като стойността на акциите, опциите и другите финансови инструменти зависи от този рисков фактор. Такива колебания търпят съществени изменения във времето - турбулентни периоди, характеризиращи се с големи колебания, биват следвани от периоди на затишие с малки колебания. Въпреки тези изменения във времето поради липса на по-добра алтернатива изследователите работеха със статистически методи, предполагащи константна изменчивост. Ето защо откритието на *Робърт Енгъл* е сериозно постижение. Той стига до извода, че понятието

* Комюнике на Кралската шведска академия на науките, 8 октомври 2003 ([http://www.nobel.se/economics/laureates/2003/press \(&public\).html](http://www.nobel.se/economics/laureates/2003/press(&public).html)).

¹ В България е възприето и повременни, временни, хронологични редове – Б. р.

² Авторегресионно обусловена хетероскедастичност (ARCH - Autoregressive Conditional Heteroskedasticity).

Нобелова награда за постижения в областта на икономическите науки за 2003 г.

авторегресионно обусловена хетероскедастичност (ARCH) точно пресъздава характеристиките на множество времеви редове и разработва методи за статистическо моделиране на времепроменливата изменчивост. Неговите модели ARCH са се превърнали в незаменими инструменти не само за изследователите, но и за анализаторите на финансовите пазари, които ги използват при оценка на активите и риска на финансовите портфейли.

Повечето макроикономически времеви редове следват една стохастична тенденция, при което временните смущения, да кажем, в БВП, имат трайни последици. Тези времеви редове се наричат нестационарни и се отличават от стационарните редове, които не нарастват във времето, а се колебаят около дадена стойност. *Клайв Грейнджър* доказва, че статистическите методи, използвани за стационарни времеви редове, биха могли да доведат до напълно подвеждащи резултати, когато се прилагат при анализ на нестационарни данни. Неговото забележително откритие се състои в това, че определени комбинации от нестационарни времеви редове могат да проявяват стационарност, което позволява да бъдат направени точни статистически изводи. Грейнджър нарича това явление *коинтеграция*. Той разработва методи, които са станали неоченими при системи, в които динамиката в краткосрочен план е под въздействието на големи произволни смущения, а в дългосрочен план бива ограничавана от взаимовръзките на икономическото равновесие. Като примери могат да бъдат посочени връзките между благосъстоянието и потреблението, обменните курсове и цените, както и лихвените проценти в краткосрочен и дългосрочен план.

Статистически методи за анализ на икономически времеви редове

Когато правят оценка на взаимовръзки, при прогнозиране и при проверка на хипотези от сферата на икономическата теория, изследователите често използват данни, състоящи се от времеви редове - хронологическа последователност от наблюдения, с цел изучаване на макроикономически променливи. По този начин потреблението в една икономика може да бъде в зависимост от общите приходи от работна сила и благосъстоянието, от реалните лихвени проценти, възрастовите групи сред населението и т.н. Най-простият възможен пример за такава зависимост, показван в учебниците, представлява линейният израз, който съдържа само две променливи:

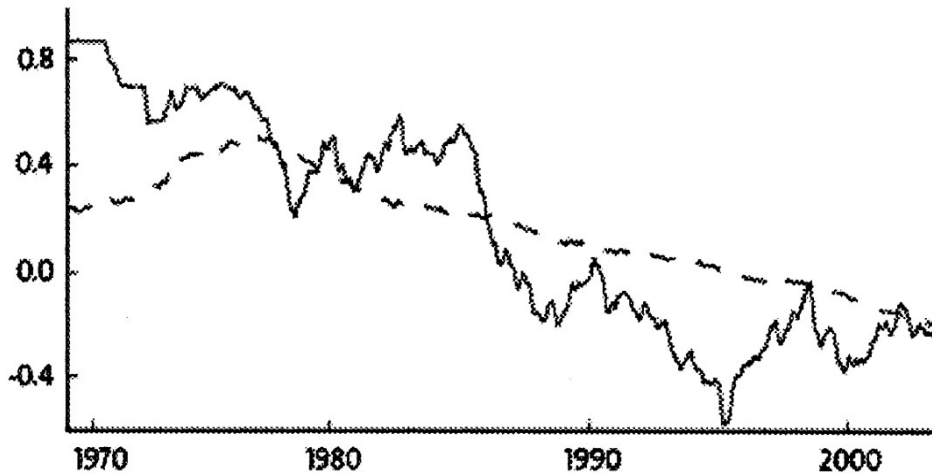
$$y_t = \alpha + \beta x_t + e_t$$

Според това уравнение променливата y_t (например потреблението за тримесечие t) зависи от променливата x_t (например приходите за същия

период). Последният елемент e_t^3 , отчитащ произволни грешки, означава промените в y_t , които не могат да бъдат обяснени от модела. С помощта на времеви редове за променливите y_t и x_t , параметрите α и β могат да бъдат изчислени с приближение посредством статистически методи (познати като регресивен анализ). Валидните заключения предполагат, че методите са добре пригодени към специфичните характеристики на времевите редове. Лауреатите тази година са разработили методи, чрез които се разкриват две ключови характеристики на редица икономически времеви редове: нестационарност и времепроменлива изменчивост.

Нестационарност, общи тенденции (тренд) и коинтеграция

Много от икономическите времеви редове са нестационарни - една променлива, например БВП, следва дългосрочна тенденция, като временните смущения се отразяват върху дългосрочното ѝ равнище. За разлика от стационарните времеви редове нестационарните не проявяват ясно изразена склонност да се връщат към едно константно равнище или дадена тенденция. Фиг. 1 показва два примера за такива времеви редове. Силно нарязаната крива с множество краткотрайни изменения представлява обменният курс на японската йена към щатския долар по месеци от 1970 г. насам. По-гладката крива показва равнището на потребителските цени в Япония спрямо това в САЩ за същия период.



Фиг. 1. Логаритъм на индекса на обменния курс японска йена/американски долар и логаритъм на коефициента от индекса на потребителските цени в Япония към индекса на потребителските цени в САЩ. Месечни отчетни данни, януари 1970 - май 2003 г.

³ Много често неправилно разбира се само като стохастична грешка – Б. р.

Клопки по пътя на статистическите изследвания

Въпреки че макроикономическите времеви редове често са нестационарни, доста дълго време изследователите разполагаха единствено със стандартни методи, разработени за стационарни данни. През 1974 г. *Клайв Грейнджър* (съвместно с колегата си *Пол Нюболд*) доказва, че прогнози, базирани на съотношенията между нестационарни променливи, биха могли да доведат до абсурдни резултати, като погрешно отчитат значими взаимозависимости между напълно несвързани променливи. (В посоченото уравнение възниква проблемът дали случайната грешка ϵ_t е нестационарна. Един стандартен тест може в такъв случай да покаже, че β е различно от 0, въпреки че реалната стойност е 0.)

Подобни статистически клопки могат да доведат до подвеждащи резултати и в случаи, когато такава взаимозависимост наистина съществува. В частност, може да се окаже трудно да се разграничат временните от постоянните взаимозависимости между нестационарни времеви редове. Например според икономическата теория в дългосрочен план един стабилен обменен курс би трябвало да е свързан с относително по-бавни повишавания на цените, тъй като последните, изразени в единна валута, не могат да се отличават твърде много една от друга. Подобна тенденция се разкрива и на фиг. 1, където йената става по-силна в сравнение с долара през периода, когато равнищата на цените в САЩ се увеличават спрямо тези в Япония. В краткосрочен план обаче, очакванията и движението на капитала имат толкова силен ефект върху обменния курс, че стандартните методи могат да се окажат неадекватни за точна оценка на краткосрочните взаимозависимости.

Често срещан начин за решаване на проблема с нестационарните данни беше да се определят статистическите модели като взаимозависимости между разлики, т. е. темпове на растеж. Вместо да се използват обменният курс и относителното равнище на цените, би се направила оценка на връзката между обезценката на валутата и относителната инфлация. Ако темповете на прираст са наистина стационарни, то традиционните методи дават валидни резултати. Но дори един статистически модел, който се базира единствено на разликите да може да отрази краткосрочната динамика на един процес, то той е в състояние да ни каже далеч по-малко относно съизмененията на променливите в дългосрочен план. Това е твърде жалко, като се има предвид, че икономическата теория често се формулира посредством равнища, а не разлики.

Именно поради присъщите характеристики на нестационарните данни изникна предизвикателството да се намерят методи, които да откриват потенциалните дългосрочни взаимозависимости, маскирани от шума на краткосрочните колебания. Подобна методика за статистически анализ беше създадена благодарение на разработките на *Клайв Грейнджър*.

Приносът на Грейнджър

В изследвания, публикувани през 80-те години на миналия век, Грейнджър развива идеи и аналитични методи, които обединяват краткосрочните и дългосрочните перспективи. Ключът към тези методи и към валидните статистически заключения е, че една конкретна комбинация от две (или повече) нестационарни редове може да се яви стационарна. Икономическата теория често прави такива прогнози - ако съществува равновесна взаимовръзка между две икономически променливи, то те могат да се отклонят от равновесието в краткосрочен план, но в дългосрочен пак ще клонят към него. Например традиционната теория прогнозира равновесен обменен курс в дългосрочен план, при което цените, изразени в единна валута, са в паритет една спрямо друга. Грейнджър създава термина *коинтеграция* с който означава стационарна комбинация от нестационарни променливи.

Грейнджър доказва също, че паралелната динамика сред коинтегрирани променливи може да бъде изразена чрез т. нар. модел с корекция на грешката. Такъв модел е не само статистически надежден, но и позволява смислена икономическа интерпретация. Например динамиката при обменните курсове и цените се влияе от две паралелно действащи сили - тенденцията към изглаждане колебанията спрямо дългосрочната равновесна точка на обменния курс и стремежа към краткосрочни колебания около кривата на приближаване към тази дългосрочна точка на равновесие.

Понятието коинтеграция нямаше да бъде от полза в практиката без мощни статистически методи за оценка и проверка на хипотези. Клайв Грейнджър и Робърт Енгъл представят такива методи в една статия, публикувана през 1987 г., която има забележителен отзвук. В нея те излагат проверка на хипотезата, че редица нестационарни променливи не са коинтегрирани, както и двуетапен подход към оценка на модела с корекция на грешката. Някои подобрени методи, вече превърнали се в норма, са разработени по-късно от Съорен Йохансен.

В по-нататъшната си работа и в сътрудничество с други изследователи Грейнджър доразвива коинтеграционния анализ в няколко насоки, вкл. възможността да се обработват редове, проявяващи сезонна структура (сезонна коинтеграция), както и редове, в които завръщането към равновесната точка настъпва едва след като отклонението превиши дадена критична стойност (прагова коинтеграция).

Приложения

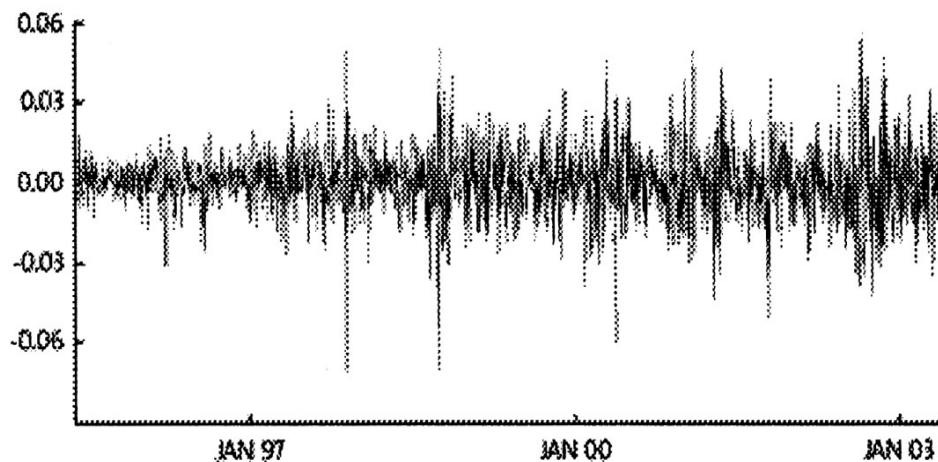
Трудът на Клайв Грейнджър промени начина, по който икономистите работят с данни под формата на времеви редове. Днес проверки за стационарност и коинтегрираност се извършват рутинно като необходима

Нобелова награда за постижения в областта на икономическите науки за 2003 г.

стъпка към уточняването на динамични иконометрични модели. Коинтеграционният анализ се оказва особено ценен при системи, в които краткосрочната динамика се влияе от големи произволни смущения, докато в същото време дългосрочните колебания са ограничавани от равновесни икономически взаимозависимости. Един пример е връзката между обменните курсове и цените. Други подобни примери са връзката между потреблението и благосъстоянието (които в дългосрочен план трябва да са съотносими помежду си, макар кривата на потреблението да е много по-гладка от тази на благосъстоянието в краткосрочен план), дивидентите и цените на акциите (където цените на акциите следват хода на дивидентите в дългосрочен план, но се характеризират със значително по-големи колебания в краткосрочен план) и лихвените проценти при падежите на полици (където дългосрочните и краткосрочните лихви са свързани помежду си вследствие очакванията по отношение бъдещите краткосрочни лихви, макар и движението им да е в противоположни посоки в краткосрочен план).

Времепроменлива изменчивост и ARCH

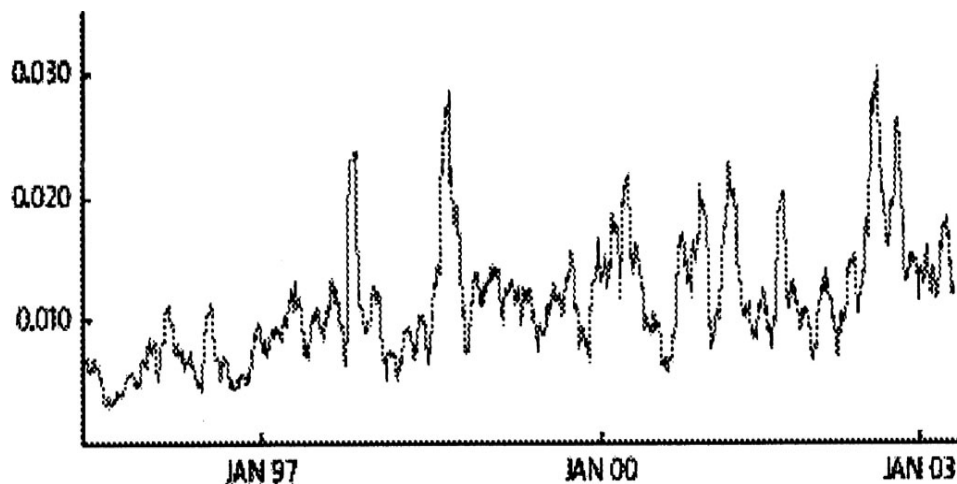
Оценката на риска е в основата на всички дейности на финансовите пазари. Инвеститорите правят оценка на финансовата възвръщаемост на един актив спрямо риска. Банките и другите финансови институции биха искали да направят така, че стойността на техните активи да не пада под дадено минимално равнище, което би довело банката до неплатежоспособност. Подобни оценки е невъзможно да бъдат направени без отчитане изменчивостта на възвръщаемостта. *Робърт Енгъл* разработва подобрени методи за извършване на такива оценки.



Фиг. 2. Дневна възвръщаемост в проценти на една инвестиция от борсовия индекс на Стандарт енд Пуър 500 за периода 16 май 1995 - 29 април 2003 г.

Фиг. 2 показва възвръщаемостта на една инвестиция от борсовия индекс на Ню Йоркската фондова борса (Стандард енд Пуър 500) за всички работни дни на борсата през периода май 1995 - април 2003 г. Средната годишна възвръщаемост възлиза на 5.3%. В същото време се наблюдават дни, в които колебанията (плюс - минус) в цените са надвишавали 5%. Стандартното отклонение при дневната възвръщаемост, измерено за целия период, е 1.2%. Едно по-внимателно проучване, обаче разкрива, че изменчивостта варира във времето - големите промени (нагоре или надолу) често са следвани от допълнителни силни колебания, докато тенденцията при малките изменения е да бъдат следвани от малки колебания

Това е ясно илюстрирано на фиг. 3, която показва как стандартното отклонение, измерено през последните четири седмици, се е движило във времето. Очевидно е, че то е варирано в голяма степен - от приблизително 0.5% през по-спокойните периоди до почти 3% през по-бурните. Редица финансови времеви редове се характеризират именно с такива времеви промени в изменчивостта.



Фиг. 3. Стандартно отклонение при дневна възвръщаемост в проценти на една инвестиция от борсовия индекс на Стандард енд Пуър 500 за периода 16 май 1995 - 29 април 2003 г., изчислено на база данни от предходните четири седмици

Приносът на Енгъл

Фиг. 3 показва изчисления на времепроменлива изменчивост за изминали периоди. Инвеститорите и финансовите институции обаче се нуждаят от бъдещи оценки, т.е. прогнози, за изменчивостта, да кажем, за следващия ден, седмица или година. В една своя забележителна статия,

публикувана през 1982 г., Робърт Енгъл формулира модел, който позволява такива оценки.

Статистическите модели на възвръщаемостта на активите могат да обяснят едва малка част от изменчивостта за периода от едно денонощие. По този начин голям дял от изменчивостта се съдържа в термина, означаващ случайната грешка (e_t от уравнението в уводната част), или с други думи, в прогнозната грешка на модела. В класическите статистически модели очакваното отклонение на случайната грешка се приема за константа във времето. Очевидно е, че този подход далеч не отразява големите изменения във възвръщаемостта на актива, дадени на фиг. 3.

Вместо това Енгъл приема, че отклонението на случайната грешка в даден статистически модел за даден период е в определена зависимост от отчетените преди това случайни грешки, като големите (малките) грешки са следвани от големи (малки) грешки. Ако използваме съответната терминология, променливата с произволна стойност проявява *авторегресионно обусловена хетероскедастичност*. Така неговият подход е наречен ARCH. В нашия пример моделът вече съдържа не само прогнозно уравнение за възвръщаемостта на активите, но също и определен брой параметри, показващи как отклонението на случайната грешка в това уравнение зависи от прогнозните грешки в по-ранни периоди. Енгъл демонстрира как може да се направи оценка на моделите ARCH и предлага практическа проверка на хипотезата, че обусловеното отклонение на случайната грешка е константна величина.

В по-нататъшната си работа и в сътрудничество със студенти и свои колеги Енгъл доразработва тази концепция в няколко различни направления. Най-известното продължение е т. нар. обобщен модел ARCH (GARCH), разработен от Тим Болерслев през 1986 г. В него отклонението на случайната грешка за даден период зависи не само от предишните грешки, но и от величината на самото отклонение през изминали периоди. Това развитие се оказва много полезно - GARCH е моделът, който най-често се прилага в наши дни.

Приложения

В първата си статия за ARCH Енгъл използва модела си на време-променливата изменчивост за изследване на инфлацията. Не след дълго обаче става ясно, че най-важните му приложения ще бъдат във финансовия сектор, където дейностите са насочени към справянето с и оценката на различни видове риск. При това ценообразуващите модели представят връзката между цените на ценните книжа и изменчивостта; очакваната възвръщаемост на даден вид акции зависи от съотклонението между възвръщаемостта на акцията и тази на пазарния портфейл

(съгласно модела CAPM,⁴ разработен от Шарп, лауреат на Нобелова награда по икономика за 1990 г.); цените на опциите зависят от отклонението във възвръщаемостта на съответния актив (според формулата на Блэк-Сколз, за която Мъртън и Сколз получават награда по икономика за 1997 г.) и т.н.

В съвместната си работа с други изследователи Енгъл успява да улови тези взаимозависимости, като разработва модели (GARCH-M), в които очакваните равнища на възвръщаемост зависят от време-променливи отклонения и съотклонения, като по този начин самите те стават време-променливи.

Какви са на практика следствията от време-променливата изменчивост? Ако моделът GARCH се приложи към възвръщаемостта на акциите на фиг. 2, обусловената изменчивост, изразена като стандартна девиация, варира между 0.5 и 3% през въпросния период. Ако един инвеститор разполага с портфейл, съответстващ на този на Стандарт енд Пуър 500, колко капитал рискува той евентуално да загуби на следващия ден? При прогнозната стандартна девиация от 0.5%, неговата загуба (с точност от 99%) не би надвишила 1.2% от стойността на портфейла. Ако прогнозната стандартна девиация беше 3%, то съответната капиталова загуба щеше да се повиши на 6.7%. Подобни изчисления на рискови стойности са от решаващо значение в съвременния анализ на риска, при което банките и другите институции калкулират и пазарния риск в своите портфейли от ценни книжа. От 1996 г. насам една международна спогодба (т. нар. Базелски правила) постановява използването на рисковата стойност при контрола на банковите капиталови изисквания. Благодарение на употребата му при посочените, а и при други обстоятелства, рамковият модел ARCH е незаменимо средство при оценка на риска във финансовия сектор.

Превод Свилен Илиев

⁴ CAPM (Си Ей Пи Ем) - модел за оценка на капиталовите активи, получен при ограничаващи обстоятелства – Б. р.