

МОДЕЛІ СТОХАСТИЧНОЇ ТА ХАОТИЧНОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ДЛЯ АНАЛІЗУ КРИВИХ НОВИН

Невідповідність теоретичних цін деривативів, отриманих за формулою Блека–Шоулза, та ринкових цін спонукає дослідників до пошуків більш точних та витончених моделей фінансових ринків. Наразі не викликає сумнівів, що волатильність, як параметр мінливості фінансового ринку внаслідок появи «гарних» і «поганих» новин, не є константою і може бути розглянутою як стохастичний процес. Моделі фінансового ринку, побудовані за таким підходом, мають назву моделей стохастичної волатильності і вони відомі, починаючи з досліджень Р. Єнгля. У роботі у якості удосконалення цього підходу запропоновано так звані моделі хаотичної волатильності, які утворюються з відомих моделей стохастичної волатильності ARCH, GARCH, EGARCH за допомогою використання послідовностей «динамічного хаосу» замість білого шуму. Ідея існування фрактального ринку та застосування «динамічного хаосу» обговорювалась ще в роботах Б. Мандельброта, Ю. Фама, А. Ширяєва та інших. А. Ширяєв у своїх роботах вказує, що поведінка послідовностей «динамічного хаосу» при певних значеннях параметрів є схожою на поведінку «білого» шуму. В роботі серед представників хаотичних послідовностей було обрано логістичну послідовність. Для реальних даних було побудовано три моделі з класу авторегресивних гетероскедастичних моделей із стохастичною та хаотичною волатильністю. Було розглянуто криву впливу новин як стандартну міру того, що новини включені в оцінку волатильності. Було виявлено асиметричну реакцію волатильності на світові позитивні та негативні новини. Ефект асиметрії найкраще враховано у EGARCH моделі і на практиці доведено, що ця модель найкраще описує зміну ситуації на ринку цінних паперів та деривативів. Спрогнозовано теоретичну ціну акцій з використанням моделей стохастичної та хаотичної волатильності. Провівши порівняльний аналіз модельних цін з ринковою ціною за допомогою обчислення відносної похибки, можна побачити, що запропоновані у статті моделі з хаотичною волатильністю мають менші відносні похибки.

Ключові слова: волатильність, очікувана волатильність, стохастичні моделі, ARCH, GARCH, EGARCH, хаотична волатильність.

Вступ

Парадигмою ціноутворення деривативів на фінансовому ринку продовжує залишатись модель Блека–Шоулза [1], проте теоретичні ціни деривативів, отримані за цією моделлю, часто відрізняються від ринкових цін. Це може відбуватися через те, що волатильність, яка використовується у формулі Блека–Шоулза, насправді, не є константою, а помилка ціноутворення, що виникає внаслідок цього припущення, має серйозні наслідки для учасників ринку. Тільки нещодавно, протягом останніх кількох років регулятори дозволили фінансовим установам відхилятися від формули Блека–Шоулза та використовувати свої внутрішні альтернативні моделі для оцінки деривативів та ринкового ризику і розподіляти економічний капітал на основі відповідних доходів, скоригованих на ризик. Найбільш популярним для моделювання стохастичної волатильності є клас моделей авторегресивної умовної гетероскедастичності, що вико-

ристовуються для опису і моделювання часових рядів [3; 4]. Їх використовують тоді, коли умовна дисперсія часового ряду (дисперсія, розрахована за минулим значенням ряду) не є константою і залежить від різних параметрів на кожному проміжку часу. В статтях [4; 5] було розглянуто моделі ARCH, GARCH, EGARCH та проаналізовано як вплив «гарних» та «поганих» новин позначається на симетричності «посмішки волатильності».

Проте наразі в парадигмі економіко-математичного моделювання спостерігаються суттєві зміни, відмова від «лінійної» парадигми та перехід до нелінійних моделей та, як наслідок, створення концепції фрактального ринку. Ідея існування фрактального ринку та застосування «динамічного хаосу» обговорювалась ще в роботах Б. Мандельброта, Ю. Фама, А. Ширяєва та інших. Знаходження показника Харста для реальних фінансових даних, його зв'язок з гіпотезою фрактального ринку та використання послідовностей детермінованого хаосу

в фінансово-економічному моделюванні досліджувалось нами в статтях [6; 7]. У цій статті запропоновано поняття «хаотичної волатильності», розглянуто моделі «хаотичної волатильності» та порівняння моделей «хаотичної» та «стохастичної» волатильності для реальних фінансових даних.

У другому розділі після короткого вступу описано три з відомих моделей стохастичної волатильності, а також розглянуто поняття кривої впливу новин.

У третьому розділі запропоновано покращення для даних моделей за допомогою використання логістичних послідовностей, що дозволяє ввести нове поняття хаотичної волатильності.

У четвертому розділі практично розглянуто вплив новин на волатильність та зміну цін акцій компанії. Також застосовано модель хаотичної волатильності та проаналізовано чи відбулися покращення.

Моделі стохастичної волатильності

Нехай y_t — це норма прибутку конкретної акції або ринкового портфеля з часу $t - 1$ до часу t . Також, нехай F_{t-1} є фільтрацією, тобто набором минулої інформації, що містить значення всіх реалізованих відповідних змінних до часу $t - 1$. Оскільки інвестори знають інформацію F_{t-1} , коли вони приймають рішення в момент часу $t - 1$, відповідний очікуваний прибуток і волатильність для інвесторів — це умовне математичне сподівання y_t , задане F_{t-1} , та умовна дисперсія y_t , задана F_{t-1} . Позначимо їх m_t та h_t відповідно. Тобто $m_t = E(y_t|F_{t-1})$ та $h_t = Var(y_t|F_{t-1})$. З урахуванням цих визначень, неспостережуваний параметр в момент часу t : $\epsilon_t = y_t - m_t$. У цій роботі ϵ_t розглядається як випадковий стаціонарний процес з незалежними однаково розподіленими значеннями і є загальною мірою новин в момент часу t . Додатне значення ϵ_t (несподіване підвищення ціни) припускає появу позитивних для економічного розвитку новин, тоді як від'ємне ϵ_t (несподіване зниження ціни) припускає появу «поганих» новин. Крім того, велике значення $|\epsilon_t|$ означає, що ця новина є «значною» або «великою» в тому сенсі, що вона впливає на несподівані великі зміни ціни.

Роберт Енгль (1982) припустив, що умовну дисперсію h_t можна моделювати як функцію попередніх значень ϵ_t . Тобто, очікувана волатильність залежить від минулих новин. Для цього він розробив авторегресивну умовно гете-

роскедастичну модель (ARCH) [3]:

$$\begin{cases} h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t} v_t, v_t - i.i.d.N(0, 1), \end{cases} \quad (1)$$

де параметри $\alpha_0 > 0$ і $\alpha_1 \geq 0$, v_t i.i.d. $N(0,1)$ — нормований «білий» шум, тобто послідовність незалежних однаково розподілених випадкових величин з нормальним розподілом $N(0,1)$.

У цій моделі позитивні і негативні зміни мають один і той же ефект. ARCH модель не дає ніякої інформації про джерело змін фінансових часових рядів, а також завищує прогнозовану волатильність.

Болерслєв (1986) узагальнив модель ARCH у такий спосіб, що [4]

$$\begin{cases} h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t} v_t, v_t - i.i.d.N(0, 1), \end{cases} \quad (2)$$

де $\alpha_0, \alpha_1, \beta$ — константи, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_1 \geq 0$ і $\beta \geq 0$. У моделі GARCH вплив зворотного шоку на поточну волатильність геометрично зменшується з часом.

Модель EGARCH запропонована Нельсоном в 1991 році. Нельсон стверджував, що додатні константи в лінійній моделі GARCH занадто обмежують цю модель. Модель GARCH накладає невід'ємні обмеження на параметри, α_i і y_i , в той час як у моделі EGARCH немає обмежень на ці параметри. У моделі EGARCH умовна дисперсія h_t є асиметричною функцією від ϵ_{t-1} [2]:

$$\begin{cases} \ln h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left[\frac{|\epsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \\ \quad + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \beta \ln h_{t-1} \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t} v_t, v_t - i.i.d.N(0, 1). \end{cases} \quad (3)$$

EGARCH модель широко використовується для опису та прогнозування умовної волатильності фінансових часових рядів. Основною відмінністю EGARCH моделі від ARCH / GARCH є той факт, що ARCH / GARCH моделі ігнорують ефект асиметрії для кривої новин. Проте волатильність саме асиметрично реагує на гарні і погані новини, тобто при збільшенні ціни активів забезпечується зростання доходності за ними і волатильність падає, і навпаки, зі зменшенням цін і зниженням прибутковості волатильність зростає. Крива впливу новин — це візуалізація залежності асиметричної реакції прихованої волатильності від негативних новин і великих інновацій. Крива впливу новин пов'язує минулі шоківі прибутки або втрати (внаслідок новин щодо зміни економічного довкілля) до поточної волатильності. Ця крива вимірює, наскільки нова інформація включена в оцінку волатильності [5].

Моделі хаотичної волатильності

У авторегресивних умовно гетероскедастичних моделях ϵ_t обчислюється: $\epsilon_t = \sqrt{h_t}v_t$, де v_t — величина, яка має стохастичну природу і, більш того, є нормованим нормально розподіленим «білим» шумом.

Альберт Ширяєв [8] показав, що детерміновані системи виду

$$\begin{cases} x_{n+1} = f(x_n; \lambda) \\ x_{n+1} = f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_{n-k}; \lambda) \end{cases} \quad (4)$$

можуть породжувати послідовність, поведінка якої при певних значеннях параметрів дуже схожа на поведінку стохастичних послідовностей. Такі послідовності називаються хаотичними. Нехай v_t задається, як одна з послідовностей «динамічного хаосу», а саме логістична послідовність:

$$\begin{cases} v_t = \lambda v_{t-1}(1 - v_t) \\ 0 < v_0 < 1. \end{cases} \quad (5)$$

Параметр $\lambda = 4$ є ключовим для цієї послідовності — саме при цьому значенні детерміністична послідовність (x_n) стає хаотичною та нагадує реалізацію стохастичної послідовності типу білого шуму. Автокореляційна функція, що може бути побудована за значеннями цієї послідовності, вказує на некорельованість значень (x_n) та середнє дорівнює 0 [6]. Хаотичні ARIMA моделі та їх застосування було розглянуто у [7].

Гетероскедастичні моделі хаотичної волатильності матимуть вигляд:

хаотична ARCH:

$$\begin{cases} h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t}v_t, \begin{cases} v_t = 4v_{t-1}(1 - v_t) \\ 0 < v_0 < 1 \end{cases} \end{cases}, \quad (6)$$

хаотична GARCH:

$$\begin{cases} h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t}v_t, \begin{cases} v_t = 4v_{t-1}(1 - v_t) \\ 0 < v_0 < 1 \end{cases} \end{cases}, \quad (7)$$

хаотична EGARCH:

$$\begin{cases} \ln h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left[\frac{|\epsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \beta \ln h_{t-1} \\ \epsilon_t = \sqrt{h_t}v_t, \begin{cases} v_t = 4v_{t-1}(1 - v_t) \\ 0 < v_0 < 1 \end{cases} \end{cases}. \quad (8)$$

Дослідження на реальних даних

Для досліджень було взято акції компанії Ерам за один рік (листопад 2017 р. – листопад 2018 р.). Дані отримано з сайту NASDAQ

(<http://www.nasdaq.com/>). Для цих даних проведено розрахунки для побудови трьох авторегресивних умовно гетероскедастичних моделей: ARCH, GARCH та EGARCH.

Для ідентифікації моделей треба було визначити значення параметрів α_0 , α_1 , β , γ методом моментів. Після розрахунку кожна модель має вигляд:

ARCH:

$$h_t = 0.00005 + 0.19985\epsilon_{t-1}^2, \quad (9)$$

GARCH:

$$h_t = 0.00005 + 0.19985\epsilon_{t-1}^2 + 0.64609h_{t-1}, \quad (10)$$

EGARCH:

$$\begin{aligned} \ln h_t = & -1.8801 + 0.8 \ln h_{t-1} - 0.362 \frac{\epsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \\ & + 0.3258 \left[\frac{|\epsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]. \end{aligned} \quad (11)$$

Для усіх трьох моделей крива впливу новин (рис. 1) за 3 місяці (березень–травень 2018 року) має схожий вигляд.

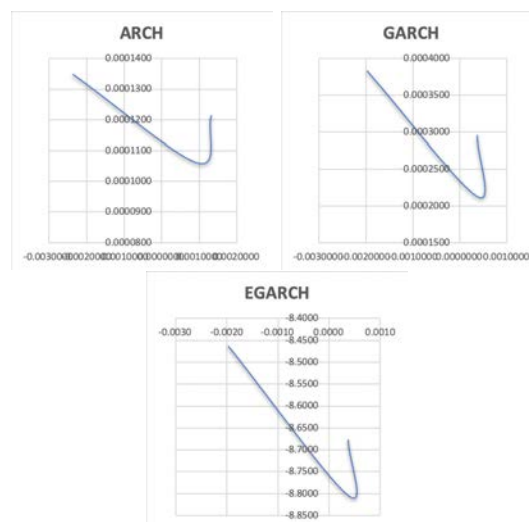


Рис. 1: Криві впливу новин

Проаналізувавши події, що відбулися у цей період, можна побачити таку закономірність: 4 березня 2018 року відбувся протест вчителів у Західній Вірджинії, який тривав 3 дні. 13 березня – це один протест вчителів у Західній Каліфорнії. 23 березня відбувся протест проти володіння зброєю, у зв'язку з розстрілами в школах. Можна побачити, що березень 2018 року був неспокійним періодом для Сполучених Штатів. Це

зразу відобразилося на ринку, і волатильність збільшилася.

До кінця березня у більшості штатів прийняли закони про підвищення заробітної плати вчителів. Також було прийнято низку законів щодо зброї, що дало можливість стабілізувати ціни на акції і знизити рівень волатильності.

8 травня президент Трамп оголосив, що Америка виходить з ядерної угоди з Іраном. Це був рішучий, проте зміцнюючий крок для економіки держави. 18 травня відбулося весілля принца Гарі та Меган Маркл. За цією подією слідкував увесь світ, безліч газет публікували статті про історію кохання пари, їхні зустрічі та весілля. Ці події справили різкий, але позитивний ефект на значення волатильності, що й відображено на графіках моделей.

Теоретична ціна акцій розраховується за формулою:

$$S_t = S_0 e^{\sum_{t=1}^n \epsilon_t}. \quad (12)$$

Результати оцінюють за допомогою відносною похибки вимірювання:

$$\sigma = \frac{\delta}{S_t} = \frac{S_t - S_d}{S_t}, \quad (13)$$

де S_d — дійсне значення вимірюваної фізичної величини.

Порівняння результатів можна побачити на рис. 2 і 3.

Date	Real Price	ARCH Price	GARCH Price	EGARCH Price	ARCH Relative Mistake	GARCH Relative Mistake	EGARCH Relative Mistake
11/13/18	128.25	126.3497	128.9801	129.0120	1.482%	0.569%	0.594%
11/14/18	126.02	129.8190	128.2912	128.2736	3.015%	1.802%	1.788%
11/15/18	126.16	124.9218	125.9931	126.0053	0.981%	0.132%	0.123%
11/16/18	125.32	129.0144	126.2251	126.1940	2.948%	0.722%	0.697%
11/19/18	121.1	125.6976	125.3283	125.3242	3.796%	3.492%	3.488%
11/20/18	118.01	127.4326	121.2329	121.1640	7.985%	2.731%	2.673%
11/21/18	120.52	113.3698	117.9100	117.9636	5.933%	2.166%	2.121%
11/23/18	120.37	117.0052	120.4456	120.4857	2.795%	0.063%	0.096%
11/26/18	124.41	119.7661	120.3575	120.3643	3.733%	3.257%	3.252%
11/27/18	124.08	118.1358	124.2777	124.3513	4.791%	0.159%	0.219%
11/28/18	126.34	123.0371	124.0585	124.0704	2.614%	1.806%	1.796%
11/29/18	126.7	123.7185	126.2858	126.3164	2.353%	0.327%	0.303%
11/30/18	130.25	125.0619	126.6663	126.6855	3.983%	2.751%	2.737%
...
2/25/19	159.48	158.1663	158.6010	158.6063	0.824%	0.551%	0.548%
2/26/19	159.68	155.2932	159.3937	159.4453	2.747%	0.179%	0.147%
2/27/19	159.87	165.5001	159.7964	159.7272	3.522%	0.046%	0.089%
2/28/19	161.78	156.7940	159.8068	159.8446	3.082%	1.220%	1.196%
3/1/19	163.55	162.8560	161.8018	161.7888	0.424%	1.069%	1.077%
3/4/19	162.5	162.0012	163.5183	163.5373	0.307%	0.627%	0.638%
3/5/19	161.68	170.8508	162.6658	162.5664	5.672%	0.610%	0.548%
3/6/19	160.69	166.7603	161.7819	161.7205	3.778%	0.679%	0.641%
3/7/19	159.42	165.9352	160.7951	160.7316	4.087%	0.863%	0.823%
3/8/19	161.08	159.8585	159.4289	159.4235	0.758%	1.025%	1.028%
3/11/19	163.57	164.7244	161.1534	161.1088	0.706%	1.477%	1.505%
3/12/19	165.55	164.3479	163.5858	163.5762	0.726%	1.186%	1.192%
3/13/19	166.48	160.3417	165.4423	165.5078	3.687%	0.623%	0.584%
					2.809%	1.564%	1.562%

Рис. 2: Стохастичний підхід

Date	Real Price	ARCH Price	GARCH Price	EGARCH Price	ARCH Relative Mistake	GARCH Relative Mistake	EGARCH Relative Mistake
11/13/18	128.25	128.9832	128.9136	128.9720	0.572%	0.517%	0.563%
11/14/18	126.02	128.7005	129.2328	128.8183	2.127%	2.549%	2.221%
11/15/18	126.16	125.5961	125.2024	125.5861	0.447%	0.759%	0.455%
11/16/18	125.32	125.9146	125.7042	125.8957	0.474%	0.307%	0.459%
11/19/18	121.1	125.5489	125.7445	125.5707	3.674%	3.835%	3.692%
11/20/18	118.01	121.3305	121.5147	121.3263	2.814%	2.970%	2.810%
11/21/18	120.52	118.2156	118.3711	118.1943	1.912%	1.783%	1.930%
11/23/18	120.37	120.7681	120.9503	120.7278	0.331%	0.482%	0.297%
11/26/18	124.41	120.5392	120.6587	120.5028	3.111%	3.015%	3.141%
11/27/18	124.08	124.7360	124.9684	124.6579	0.529%	0.716%	0.466%
11/28/18	126.34	124.0707	124.0645	124.0734	1.796%	1.801%	1.794%
11/29/18	126.7	126.7980	127.1273	126.6720	0.077%	0.337%	0.022%
11/30/18	130.25	126.2081	125.9036	126.3783	3.103%	3.337%	2.972%
...
2/25/19	159.48	158.9085	159.1152	158.8430	0.358%	0.229%	0.399%
2/26/19	159.68	159.7656	159.9621	159.6935	0.054%	0.177%	0.008%
2/27/19	159.87	159.9939	160.2094	159.9069	0.077%	0.212%	0.023%
2/28/19	161.78	160.1274	160.3022	160.0502	1.022%	0.913%	1.069%
3/1/19	163.55	162.1512	162.4064	162.0361	0.855%	0.699%	0.926%
3/4/19	162.5	163.6866	163.7776	163.6411	0.730%	0.786%	0.702%
3/5/19	161.68	163.0328	163.4067	162.8604	0.837%	1.068%	0.730%
3/6/19	160.69	161.2941	161.0521	161.4371	0.376%	0.225%	0.465%
3/7/19	159.42	160.8288	160.9223	160.7895	0.884%	0.942%	0.859%
3/8/19	161.08	159.9392	160.3078	159.7929	0.708%	0.479%	0.799%
3/11/19	163.57	160.7098	160.4753	160.8354	1.749%	1.892%	1.672%
3/12/19	165.55	163.7446	163.8634	163.6999	1.091%	1.019%	1.118%
3/13/19	166.48	166.0560	166.4145	165.9226	0.255%	0.039%	0.335%
					1.558%	1.589%	1.558%

Рис. 3: Хаотичний підхід

Висновок

У цій статті було запропоновано удосконалення відомих моделей ARCH, GARCH, EGARCH за допомогою використання логістичної послідовності замість білого шуму, так звані моделі хаотичної волатильності. Було розглянуто криву впливу новин як стандартну міру того, що новини включені в оцінку волатильності. Для реальних даних було побудовано три моделі з класу авторегресивних гетероскедастичних моделей із стохастичною та хаотичною волатильністю. Було виявлено асиметричну реакцію волатильності на світові позитивні та негативні новини. Ефект асиметрії найкраще враховано у EGARCH моделі, і на практиці доведено, що ця модель найкраще описує зміну ситуації на ринку цінних паперів та деривативів. Спрогнозовано теоретичну ціну акцій із використанням моделей стохастичної та хаотичної волатильності. Провівши порівняльний аналіз модельних цін із ринковою ціною за допомогою обчислення відносною похибки, можна побачити, що запропоновані у статті моделі з хаотичною волатильністю мають менші відносні похибки.

Список літератури

1. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journal of Political Economy. 1973. Vol. 81. P. 637–654.
2. Nelson D. B. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach // Econometrica. 1991. Vol. 59 (2). P. 347–370.
3. Engle R. F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U. K. inflation // Econometrica. 1982. Vol. 50 (4). P. 987–1008.
4. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional

- geteroskedasticity // Journal of Econometrics. 1986. Vol. 31 (3). P. 307–327.
5. Engke R. F., Ng V. K. Measuring and Testing the Impact of News on Volatility // The Journal of Finance. 1993. Vol. 48 (5). P. 1749–1778.
 6. Щестюк Н., Канєвська Ю., Берьозкіна І. Феномен Харста і гіпотеза фрактального ринку // Вісник СНУ ім. В. Даля. 2011. Вип. 8 (162). С. 21–29.
 7. Дрін С. С., Іщук В. П., Щестюк Н. Ю. Математичне моделювання фінансово-економічних процесів на базі логістичної послідовності детермінованого хаосу // Наукові записки НаУКМА. 2016. Т. 178: Фіз.-мат. науки. С. 10–15.
 8. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики. Том 1. Факты. Модели. Москва : Фазис, 1998.

References

1. F. Black and M. Scholes, “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, Journal of Political Economy. **81**, 637–654 (1973).
2. D. B. Nelson, “Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach”, Econometrica. **59** (2), 347–370 (1991).
3. R. F. Engle, “Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U. K. inflation”, Econometrica. **50** (4), 987–1008 (1982).
4. T. Bollerslev, “Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity”, Journal of Econometrics. **31** (3), 307–327 (1986).
5. R. F. Engke and V. K. Ng, “Measuring and Testing the Impact of News on Volatility”, The Journal of Finance. **48** (5), 1749–1778 (1993).
6. N. Shchestiuk, Yu. Kanievska and I. Berozkina, “Fenomen Kharsta i hipoteza fraktalnoho rynku”, Visnyk SNU im. V. Dalia. **8** (162), 21–29 (2011).
7. S. S. Drin, V. P. Ishchuk and N. Yu. Shchestiuk, “Matematychnе modeliuвання finansovo-ekonomichnykh protsesiv na bazi lohistrychnoi poslidoynosti determinovanoho khaosu”, Naukovi zapysky NaUKMA. **178**: Fiz.-mat. nauky, 10–15 (2016).
8. A. N. Shirjaev, *Osnovy stohasticheskoy finansovoy matematiki*. Tom 1. Fakty. Modeli (Fazis, Moskva, 1998).

M. Leskiv, N. Shchestuk

MODELS OF STOCHASTIC AND CHAOTIC VOLATILITY FOR NEWS ANALYSIS

The difference between the theoretical prices of Black–Scholes derivatives and market prices is reason for researchers to look for more accurate and sophisticated models of financial markets. There is no doubt that volatility as a parameter of financial market changeability due to the emergence of “good” and “bad” news, is not a constant and can be considered as a stochastic process. The financial market models under this approach are called stochastic volatility models and have been known since R. Engle’s research. In an effort to improve this approach, we propose the so-called chaotic volatility models, which are formed from the known ARCH stochastic volatility models, GARCH, EGARCH, by using “dynamic chaos” sequences instead of white noise. The idea of the existence of a fractal market and the application of “dynamic chaos” was discussed in the works of B. Mandelbrot, Y. Fam, A. Shiryaev and others. A. Shiryaev in his works indicates that the behavior of sequences of “dynamic chaos” under certain parameter values is similar to the behavior of “white” noise. In the work among the representatives of chaotic sequences, was selected the logistic sequence. For real data, three models were constructed from the class of autoregressive heteroscedastic models with stochastic and chaotic volatility. The news impact curve was considered, which measures how new information is incorporated into volatility estimates. An asymmetric reaction of volatility to world positive and negative news has been revealed. In practice it is proven that EGARCH model accounts the best the asymmetry effect and describes the changing situation in the securities and derivatives market. The theoretical stock prices were predicted by using stochastic and chaotic volatility models. Having conducted a comparative analysis of the model prices with the market prices by calculating the relative error, it can be seen that the models proposed in the article with chaotic volatility have less relative error.

Keywords: volatility, estimated volatility, stochastic models, ARCH, GARCH, EGARCH, chaotic volatility.

Матеріал надійшов 16.08.2019