

expansion of the product range of military enterprises, improve the system of financing defense facilities within the overall economic strategy, meet the key needs of the armed forces in R&D, improve the ways and means of assisting personnel in closed military installations and local people involved in their livelihoods, reduce costs by rapidly reducing excess capacity by encouraging and subsidizing merger and consolidation.

References:

1. Usachenko O.O. (2019), "State regulation of the structural reform processing process", видання Державне управління: удосконалення та розвиток.
2. Odnorolov, I.V. and Pchelintsev, S.M. (2013), "How to find funds for the defense industry", *Oboronnyj visnyk*.
3. UkrOboronProm& Available at: <https://ukroboronprom.com.ua/uk/>
4. Mihnenko, A. (2013), "Defense slice - 2012", *Jeksport oruzhija i oboronnyj kompleks Ukrainy*, pp. 11-19.

Oleksandr Tarnavskyi
6th-year student, NaUKMA
Johannes Dong-Hyok Park
4th-year student, Freie Universität Berlin

TIME SERIES METHODOLOGY FOR OPTION PRICING: EMPIRICAL TESTS

Option pricing has been a significant area for research in finance since publication of work by Black, Scholes and Merton, who developed a noted model for estimation of options' fair value, which is still used today. [1] Nevertheless, there are some major drawbacks of the Black-Scholes model, such as assumption of constant volatility and constant risk-free rate which are not true in real world. One of the realizations of these drawbacks is "volatility smile" – an empirical relationship between strike price and implied volatility for options with the same underlying asset and maturity date.

In order to make more precise estimations of option's fair value based on historical data, various researchers tried to develop models that incorporate either dynamic volatility, or dynamic risk-free rate, or both. One of the most eminent works in this field is done by Jin-Chuan Duan, who developed an option pricing model based on GARCH process of Bollerslev. [2] This work is aimed to test performance of Duan model on modern data, compare it to classic Black-Scholes model and make relevant conclusions.

Duan model is built on locally risk neutral valuation relationship (LNRVR, which is fully described in original paper by Duan), which implies that asset return process that follows GARCH(1,1) under physical measure, under LNRVR can be described as: [3]

$$\ln \frac{X_t}{X_{t-1}} = r - \frac{1}{2} h_t + z_t h_t, \quad (1)$$

$$\text{where } h_t = \alpha_0 + \alpha_1 (z_{t-1} h_{t-1} - \lambda \sqrt{h_{t-1}})^2 + \beta_1 h_{t-1},$$

$$z \sim N(0,1)$$

r - one period riskless rate of return.

It can be seen that asset return doesn't follow classic GARCH(1,1) process anymore and thus cannot be estimated in standard statistical packages. Still, parameters of the (1) can be

estimated by MLE, maximizing log-likelihood function. For this purpose, a program in R was developed by authors that uses Nelder-Mead optimization to come up with parameters of the model.

The model was estimated for Facebook, Inc. shares options based on data from January 4, 2016 to January 10, 2020. Model was then used to calculate theoretical prices for different strike prices and maturities alongside with classic model of Black, Scholes and Merton. For Duan model 200000 of Monte Carlo simulations were used to calculate European call option prices.

Fitting a (1) model to data resulted in set of parameters: $\alpha_0 = 7.87 \times 10^{-5}$, $\alpha_1 = 0.3483$, $\beta_1 = 0.5115$, $\lambda = -0.0007$. It is important to note that model satisfies stability condition. Based on parameter values long term GARCH volatility is 37.62%, compared to 29.11% of sample standard deviation. Black-Scholes model was estimated using historical volatility.

Results of the pricing were assessed with APPE (average percentage pricing error) criterion:

$$APPE = \frac{|P_m - P_a|}{P_a} \times 100\% \quad (2)$$

where P_m - theoretical price estimated by model,
 P_a - actual price observed on the market.

Results of the pricing are shown in the table 1. Results for out-of-the-money option are shaded in grey. Stock price for the analysis day (January 10, 2020) was USD 218.06.

Table 1. Comparison of the results

		Duan model			
		Strike prices			
		160	190	225	250
Time to maturity (days)	7	0.40%	0.93%	474.42%	2100.00%
	42	1.07%	4.88%	81.50%	457.14%
	161	2.70%	16.20%	70.99%	187.87%
	371	5.94%	17.80%	55.49%	102.21%
		Black-Scholes model			
		160	190	225	250
Time to maturity (days)	7	0.40%	0.32%	158.14%	91.60%
	42	0.24%	2.37%	6.17%	38.10%
	161	2.98%	3.12%	4.86%	6.36%
	371	6.78%	8.23%	3.80%	4.49%

It can be clearly seen that Black-Scholes model outperforms Duan model in most cases. Still, there are two cases where Duan model performs better (deep in-the-money options). This can be seen as an evidence that Duan model can deliver increased accuracy in some cases. Nevertheless, there is a room for improvement in the Duan model (variance reduction techniques, different

optimization method for MLE, etc.). Another promising approach would be to use GARCH long term volatility in the context of Black-Scholes model.

In the context of Ukrainian economy, Duan model can be used to estimate prices of options, embedded in bonds with indexed value. These bonds are known to be deep in-the-money in most of the cases. Duan model can improve the methodology of National Bank of Ukraine and private banks for estimating prices of derivatives embedded in government bonds. More, GARCH(1,1) model can be used to assess the risk of these instruments.

References:

1. Black F., Scholes M. (1973) The Pricing of options and Corporate Liabilities.
2. Bollerslev T. (1986) Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
3. Duan J.-C. (1995) The GARCH Option Pricing Model
4. Yahoo Finance – Access mode: finance.yahoo.com

Ташлик А. М.
Студентка 4 р.н. НаУКМА

ВПЛИВ КОРОНАВІРУСУ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ

Пандемія коронавірусу – спалах вірусного захворювання, який почався в середині грудня 2019 року в китайському місті Ухань, а зараз є чи не в кожній країні світу. На сьогоднішній день дане захворювання похитнуло світову економіку. Фондові ринки зазнали падіння капіталізації на 5 трлн дол., що є найбільшим падінням з часів кризи 2008 року.

Україна на даний момент переживає піковий період розвитку пандемії коронавірусу, тому економіка тільки почала зазнавати втрат. Більшість підприємств малого та середнього бізнесу припиняють функціонування під час карантину. Крім того значних збитків зазнає транспортна галузь, адже пасажирське сполучення в Україні є обмеженим. Також дане обмеження вплине на всі експортні галузі (без виключення), адже торгівля з іншими країнами на даний момент припинена. Крім того значні втрати нестиме туристичний та ресторанний бізнеси.

Варто зазначити, що втрати від коронавірусу поки не можна підрахувати, адже невідомий план перебігу цього вірусного захворювання. Влада мобілізує всі сили, щоб пом'якшити наслідки для економіки, проте цього не достатньо.

Найбільшою подією за останні 10 років, яка сколихнула світову економіку можна вважати коронавірус, що спричинив нову кризу. Економіка України є дуже чутливою до подій що відбуваються в країні та поза нею, тому пандемія спричинила рецесію, пропозиція перевищує попит, населення втрачає робочі місця, а ВВП зменшується. Тільки Київ, за підрахунками КМДА, станом на 20 березня втратив 1,5 млрд грн. Галузі, які зазнали найбільших збитків – транспортний, готельний та ресторанні бізнеси, кінотеатри, торгові центри а також підприємства з продажу будівельних матеріалів, меблів, одягу та інше.

Міжміське сполучення є суворо обмеженим, залізничне та автобусне перевезення є скасованим. Українська залізниця приносила до 15 млрд грн збитків на рік, проте зараз, коли перевезення скасовані а заробітні плати машиністам, провідникам та іншому персоналу виплачувати потрібно, то витрати бюджету тільки зростають. Щодо ситуації в середині міст, то станом на 23 березня припинив перевезення всі види транспорту, а метрополітен з 17 березня. Збитки від цього рішення нестимуть не тільки компанії-перевізники, а і жителі міст, адже єдиним видом транспорту, який продовжує свою діяльність, є таксі, що є значно дорожчим в порівнянні з іншими видами міського транспорту.

Готельний бізнес зазнає збитків через відсутність клієнтів, а особливо головного сегменту споживачів – туристів. Ресторанний бізнес отримав обмеження в роботі, а саме