

© Я.С. Витвицький

д-р екон. наук  
ІФНТУНГ

## Волатильність світових цін на нафту

УДК 330.14:(622.323)

У статті здійснено аналіз волатильності світових цін на нафту з метою встановлення статистичних характеристик їх розподілу, закономірностей мінливості у певні історичні періоди для практичного використання встановлених статистичних характеристик під час прогнозування цін на нафту, інвестиційного аналізу та вартісної оцінки запасів та ресурсів нафтових родовищ.

**Ключові слова:** світові ціни на нафту, закони розподілу, статистичні характеристики, ціноутворюючі фактори, волатильність, дисперсія, стандартне відхилення, прогнозування цін на нафту.

В статье осуществлен анализ волатильности мировых цен на нефть с целью установления статистических характеристик их распределения, закономерностей изменчивости в определенные исторические периоды для практического использования установленных статистических характеристик при прогнозировании цен на нефть, инвестиционном анализе и стоимостной оценке запасов и ресурсов нефтяных месторождений.

**Ключевые слова:** мировые цены на нефть, законы распределения, статистические характеристики, ценообразующие факторы, волатильность, дисперсия, стандартное отклонение, прогнозирование цен на нефть.

The article deals with the analysis of volatility of the world oil prices in order to determine the statistic characteristics of its distribution, the regularities of variability in certain historic periods, the aim thereof being practical use of the determined statistic characteristics in oil prices forecast, investment analysis and valuation of oil field reserves and resources.

**Key words:** world oil prices, distribution laws, statistic characteristics, pricing factors, volatility, dispersion, standard deviation, oil prices forecast.

В умовах глобалізації світові ціни на нафту перетворилися на один із важливих економічних факторів, що виявляють безпосередній вплив на товарні і фінансові ринки, національні бюджетні системи і світову економіку загалом. Важливим є прогнозування і врахування волатильності цін на нафту під час розроблення державних бюджетів, обґрунтування інвестиційних проєктів, економічного оцінювання запасів родовищ нафти у надрах.

У працях [1–6] запропоновано різні підходи до прогнозування і встановлення волатильності цін на нафту. Однак, як відомо, світові ціни на нафту змінюються під впливом багатьох факторів, а тому доцільним є застосування статистичних методів під час їх аналізу та прогнозування.

**Метою статті** є аналіз волатильності світових цін нафти для встановлення статистичних характеристик розподілу цін, закономірностей їх мінливості у певні історичні періоди, прогнозування світових цін нафти на найближчий час для практичного використання встановлених статистичних характеристик під час інвестиційного аналізу та вартісної оцінки запасів та ресурсів нафтових родовищ.

Проведено аналіз величини та індексів коливання цін нафти марки Brent у доларах за 1 барель на світових ринках у період 1861–2015 рр. за даними інтернет-ресурсів [7, 8] (рис. 1). У цих джерелах інформації ціни нафти приведені до сучасного рівня, що дає змогу здійснювати їх порівняння.

Марку нафти Brent Crude Oil обрано для здійснення аналізу тому, що це еталонна марка нафти, яку ви-

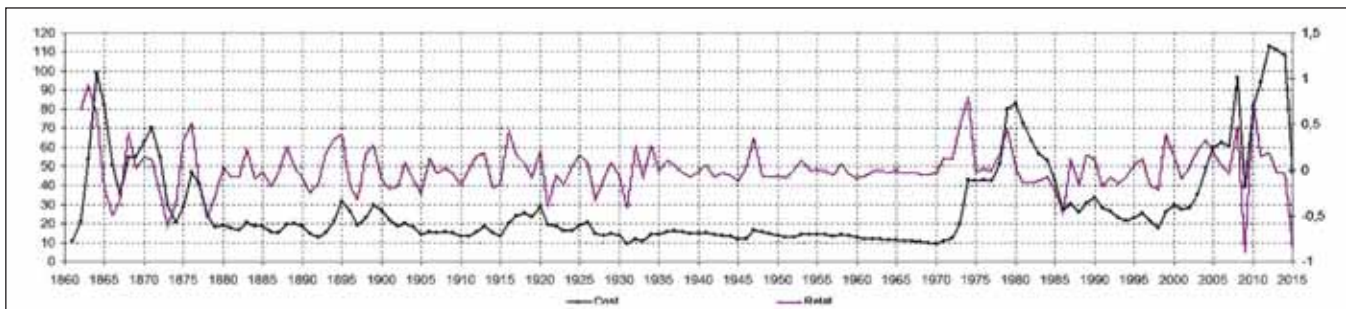
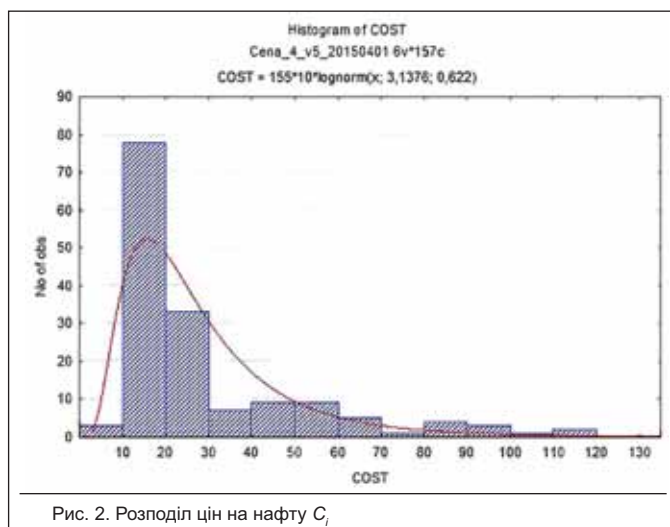
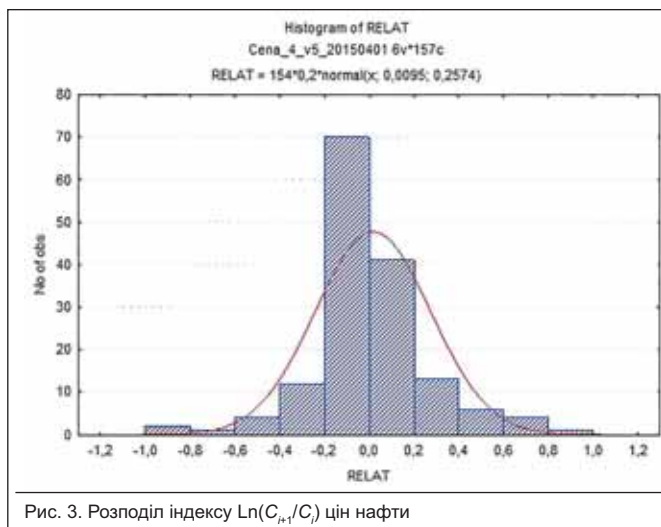


Рис. 1. Світові ціни на нафту за період із 1861 до 2015 року

Рис. 2. Розподіл цін на нафту  $C_t$ Рис. 3. Розподіл індексу  $\ln(C_{t+1}/C_t)$  цін нафти

добувають у Північному морі. Своєю назвою ця марка нафти зобов'язана однойменному родовищу у Північному морі, що було відкрите 1970 року. Brent є світовим еталоном нафти, оскільки її якість, властивості і склад є найбільш оптимальними з точки зору переробки і виробництва нафтопродуктів, зокрема бензину і дистилатів. Її густина становить  $38^\circ \text{API}$ , вміст сірки – 0,2–1 %. Тому ціна нафти Brent є основою для ціноутворення близько 40 % усіх світових сортів нафти. Чим гірша нафта, тобто чим далі вона відрізняється за своєю якістю, властивостями і складом від еталона Brent, тим менша її ціна. Основну масу нафти сорту Brent споживають у Західній Європі. Ф'ючерс на цей сорт нафти торгується на британській біржі ICE (International Continental Exchange).

На першому етапі аналізу необхідно було встановити, яким законам розподілу підпорядковується мінливість світових цін на нафту. З цією метою було побудовано гістограму розподілу цін (рис. 2).

Характер цього розподілу показує, що він підпорядкований чітко вираженому логнормальному закону. Тому на наступному етапі аналізу було побудовано розподіл натуральних логарифмів індексу цін на нафту (рис. 3), а у табл. 1 наведено статистичні характеристики цього розподілу.

Як видно з рис. 3, розподіл натуральних логарифмів індексу цін на нафту вже підпорядковується нормальному закону.

Якщо поглянути на рис. 1, то навіть візуально помітно, що ціни на нафту у певні періоди були відносно стабільними, а часом мали значні збурення. Тому було здійснено спектральний аналіз динаміки цін на нафту (рис. 4).

За результатами спектрального аналізу встановлено, що ціни на нафту отримують пуассонівські шоки з пері-

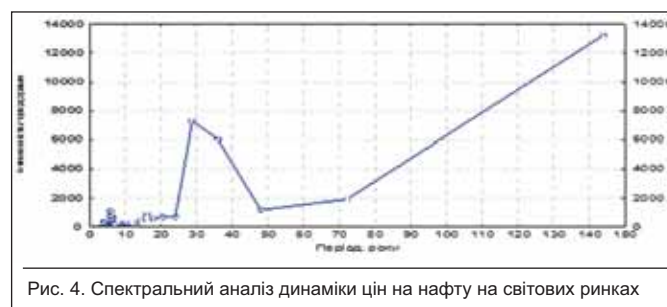


Рис. 4. Спектральний аналіз динаміки цін на нафту на світових ринках

одичністю близько 25–30 років. Пуассонівськими шоками вважалися відхилення цін, які перевищували 35 дол. США за барель. Також на спектрограми помітні менш значні збурення цін із періодами 5–6 років.

Загалом необхідно зазначити, що коливання цін на нафту пов'язані, крім історичних подій, – по-перше, з циклами сонячної активності періодом у 11 років; по-друге, з більш довготривалими циклами економічної активності 25–35 років, так званими хвилями Кузнеця–Еліота [9]. Доцільно коротко описати основні історичні періоди змін цін нафти, які чітко простежуються на рис. 1.

Перший історичний період із 1861–1878 р.р. – це час бурхливого становлення нафтової промисловості, коли нафту було запропоновано використовувати як альтернативне джерело світла замість низькосортного гасу, який виробляли із вугілля, а отже, стало можливим збільшення тривалості робочого дня.

Значна волатильність коливань цін на нафту у цей час пояснюється історичними подіями у США (Громадянська війна 1861–1865 рр.) та інноваційними на той час відкриттями, що спричинили до значного зростання попиту на нафту. З іншого боку, саме тоді Едвін Дрейк зро-

бив значні відкриття нових джерел видобування нафти у Пенсільванії для покриття її дефіциту, а Джордж Біссел запропонував інноваційні підходи, вирішивши використовувати нафту не для лікування, а для освітлення міст та приміщень. Саме

#### Статистичні характеристики розподілу цін на нафту

Параметр	Обсяг вибірки	Середнє значення	Медіана	Мінімальне значення	Максимальне значення	Стандартне відхилення	Дисперсія
Ціна $C_t$	155	28,75225	19,26646	9,1360	112,9200	22,67656	514,22654
$\ln(C_{t+1}/C_t)$	154	0,00950	-0,01542	-0,902453	0,9302	0,25741	0,06626

Таблиця 1

ініціативність, креативність і настирливість цих двох чоловіків поклали початок бурхливій нафтовій епосі – часу винахідництва і новацій, вигідних угод і обманів, набутих і втрачених багатств, важкої і виснажливої праці, гірких розчарувань та неймовірного зростання, який тепер називають нафтовою ерою [10].

Потрібно зазначити, що ще задовго до підприємницького осяяння Д. Біссела ідею побутового і промислового використання нафти вперше було запропоновано і запроваджено в Галичині. У 1859 році тут вже функціонувала повноцінна нафтова промисловість, а обсяг видобутої сирової нафти у цей час сягав 36 тис. барелів. Місцеві робітники вручну копали криниці, із яких відрами черпали нафту та відвозили її бочками на переробку. Поштовхом для швидкого збільшення видобутку нафти послужив винахід львівським бляхарем Братковським та аптекарем Лукасевичем газової лампи, і тому вже 1870 року видобуток нафти у Бориславі досяг 10 600 т [11, с. 6].

За період із 1879–1893 рр. ціни на нафту стабілізувалися унаслідок врівноваження попиту і пропозиції, і їх волатильність була незначною. У цей час ціни на нафту підтримувалися на приблизно одному рівні фірмою «Стандарт ойл компани» Рокфеллера, яка контролювала 90 % нафтопереробних потужностей і ринку нафтопродуктів у США і 78 % світового ринку [10].

Ситуація змінилася після винаходу двигунів внутрішнього згорання та появи автомобілів. У 1894–1900 рр. спостерігається зростання цін на нафту, оскільки, окрім бензину, почав розвиватися ринок мазуту для котелень на промислових підприємствах та двигунів внутрішнього згорання, які встановлювали на поїздах і кораблях [10].

У період 1901–1915 рр. знову сталося падіння цін нафти у зв'язку зі зростанням обсягів її видобутку в Росії, Галичині, на Суматрі, в Ірані, а також уповільненням економічного росту через революційні події 1905 р. у Росії (нафтові родовища Баку у вогні) і Першу світову війну.

Кінець Першої світової війни і зростання попиту на нафту знову призвели до зростання її цін у період 1918–1927 рр.

Період 1928–1973 рр. був унікальним і характеризувався мінімальними волатильністю і цінами на нафту на рівні 2,5–3,5 дол. США/барель. Це було обумовлено такими причинами: по-перше, монопольним ціноутворенням на ринку світової нафти; по-друге, нарощуванням видобування «дешевої нафти» у країнах Близького і Середнього Сходу.

Монопольні ціни на нафту встановлював спочатку картель «Сім сестер», а потім ОПЕК. 1928 р. у Шотландії підписано відому у нафтових колах Ачнакарську угоду, якою було сформовано Міжнародний картель нафтових компаній (МНК), що отримав широковідому назву «Сім сестер» (американські Exxon, Gulf Oil, Mobil, Chevron, Texasco, англійська British Petroleum, англо-голландська Royal Dutch Shell). Саме ці компанії контролювали нафтовий ринок у 30–60 рр. минулого століття. Ачнакарською угодою було створено неконкурентний, монопольний ринок фізичної нафти з трансфертним ціноутворенням у рамках довготривалих (до 99 років) концесійних угод із країнами, що розвивалися. Також було встановлено так звану однобазову систему цін у міжнародній торгівлі за принципом «витрати плюс». Цей принцип передбачав прямиий підрахунок рівня цін на

нафту шляхом сумування усіх витрат – від її видобування (гірла свердловини) до кінцевого споживача, включаючи і транспортні витрати [12].

Картель «Сім сестер» установлював закупівельні ціни на нафту і потім перепродавав її власним дочірнім компаніям, але вже за світовими цінами, виходячи з припущення, що вся нафта видобувається у США і транспортується із портів Мексиканської затоки. Тому на початку минулого століття компанії МНК приступили до широкомасштабного освоєння дешевих ресурсів нафти Близького і Середнього Сходу (до рубежу 1960–70-х рр. витрати на розвідку і видобування нафти на родовищах цього нафтогазоносного регіону невпинно знижувалися) і, постачаючи звідти нафту у основні світові центри споживання у Західній Європі і Японії, отримували надприбутки двічі, оскільки розмір роялті, що сплачувався країнам-власникам родовищ країн Близького і Середнього Сходу, був сміхотворним і, окрім цього, споживачі оплачували ще й значні транспортні витрати [12].

У 1960 році виникла Організація країн-експортерів нафти (ОПЕК), яка стала товарною асоціацією суверенних нафтовидобувних країн, що отримали незалежність. Для регулювання цін на нафту на світовому ринку ОПЕК застосувала характерний для картелів метод квотування, тобто встановлення для кожної країни-учасника індивідуального максимального обсягу видобування нафти [13].

Ситуація на світовому ринку нафти різко змінилася після жовтня 1973 року, коли розпочалася єгипетсько-ізраїльська «війна судного дня». У цей період арабські країни-члени організації ОПЕК оголосили ембарго країнам, які підтримували Ізраїль, і різко зменшили поставки до основних країн-нафтоспоживачів. У період 1973–1985 рр. ціна нафти здійснила два стрибки (пуассонівські шоки) практично удвічі (1974, 1980). У цей період арабські країни-члени ОПЕК отримували найбільші доходи від продажу нафти (максимум припав на 1981 р.), частка ОПЕК у світовому видобуванні нафти досягла найвищого рівня. Різне зростання цін на нафту призвело до того, що промислово розвинені країни обрали стратегічний курс на енергозбереження і розроблення енергоощадних технологій і, як наслідок, у розвинутих країнах знизилася споживання нафти на одиницю ВВП [13]. Також високі ціни на нафту стимулювали пошуки і розвідку родовищ нафти за межами країн-членів ОПЕК. Все це призвело до падіння цін на нафту 1986 року до рівня 26 доларів США/барель.

Період 1986–2003 рр. характеризується відносно незначною волатильністю світових цін нафти. У 90-ті роки найважливішим фактором, що впливав на такий характер волатильності цін нафти, стало прийняття країнами ОПЕК концепції «коридору цін». Оптимальний рівень цінового коридору (22–28 дол. США/барель) підтримувався протягом достатньо довгого періоду механізмом квот для країн-членів ОПЕК, які у цей час поставляли майже 40 % нафти на світовий ринок [13]. Цей період є четвертим етапом у формуванні ринку нафти, адже саме 1986 року почалося біржове ціноутворення і виникли спеціалізовані нафтові біржі. Сформувалися світові інститути фінансового ринку вторинних цінних паперів (ф'ючерси, форварди, опціони, свопи), і нафта із матеріального товару трансформувалася у глобальний фінансовий актив [12].

Період 2004–2014 рр. позначився черговим стрибком цін на нафту. Спричинила його війна США в Іраку, яка роз-

почалася 2003 року. Також початок XXI ст. характеризується збільшенням попиту на нафту з боку Китаю та Індії у зв'язку зі стрімким зростанням їх економік. Окрім цього, у США та Китаї було оголошено програми формування стратегічних запасів нафти, що ще більше порушило баланс попиту і пропозиції. Ці очікування були підсилені і розкриті зростаючої спіралі цін на ринках паперової нафти, і тому ціна тривалий період трималася на високому рівні, що досягнув історичного максимуму 147 дол. США/барель у липні 2008 року [12]. Правда, 2009 року ціна на нафту на світовому ринку різко впала до 39 дол. США/барель через світову економічну кризу, що розпочалася 2008 року. Однак уже 2010 року вона знову піднялася до 81 доларів/барель, а упродовж 2011–2014 рр. трималася на рівні понад 100 дол. США/барель. Відсутність цінової волатильності останніми роками була наслідком не якихось об'єктивних факторів, а результатом цілеспрямованої політики Саудівської Аравії, яка коригувала обсяги видобутку нафти залежно від змін обсягів пропозиції з боку інших експортерів [14].

3 липня 2014 рр. розпочався сучасний період розвитку ринку нафти, який характеризується черговим падінням цін на нафту, яке досягло мінімального значення 48,5

дол. США/барель у січні 2015 року. Це обумовлено такими основними причинами: по-перше, зниженням темпів світового економічного зростання; по-друге, зростанням за останні 5 років на 75 % обсягів видобування у США, в основному, сланцевої нафти [4].

Отже, як бачимо, волатильність цін на нафту має чітко виражений коливальний характер, пов'язаний із дією численних економічних, політичних, природних і ринкових факторів. Як показує практика, прогнозування цін на нафту є складним та наближеним, і, зі слів керівника однієї великої нафтової компанії, «всі прогнози цін нафти подібні один до одного тим, що вони всі неправильні» [13]. Тому, як уже зазначалося вище, для встановлення закономірностей змін цін на нафту доцільним є застосування саме статистичних методів.

З цією метою нами було здійснено більш детальне вивчення статистичних параметрів розподілу цін нафти. Досліджені окремо закони розподілу спекулятивних коливань (рис. 5 та 6; табл. 2) та пуассонівських шоків цін на нафту (рис. 7 та 8; табл. 3). Як вже зазначалося вище, пуассонівськими шоками вважалися відхилення цін, які перевищували 35 дол. США за барель.

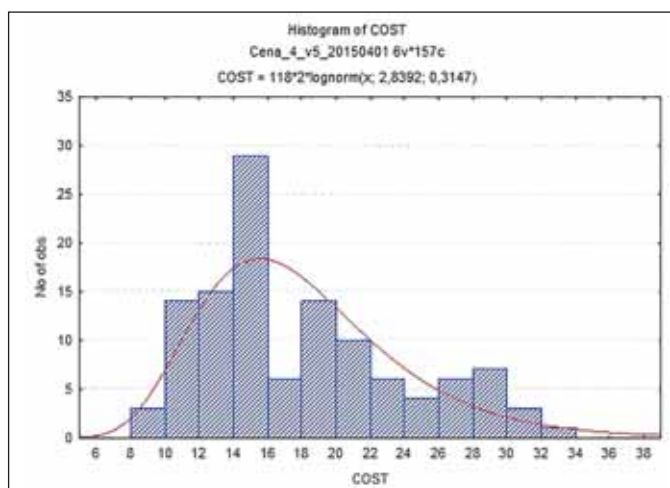


Рис. 5. Розподіл спекулятивних коливань цін нафти  $C_t$

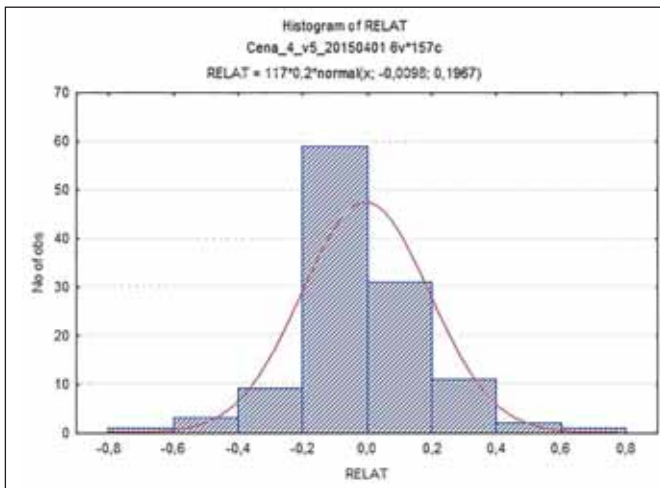


Рис. 6. Розподіл спекулятивних коливань  $\ln(C_{t+1}/C_t)$  цін нафти

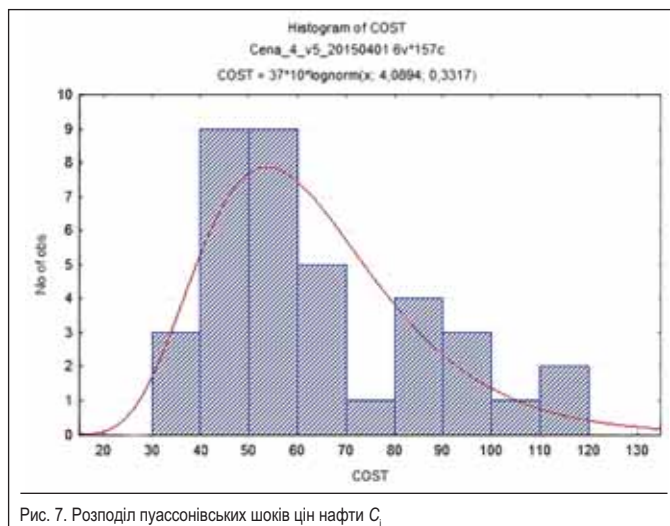


Рис. 7. Розподіл пуассонівських шоків цін нафти  $C_t$

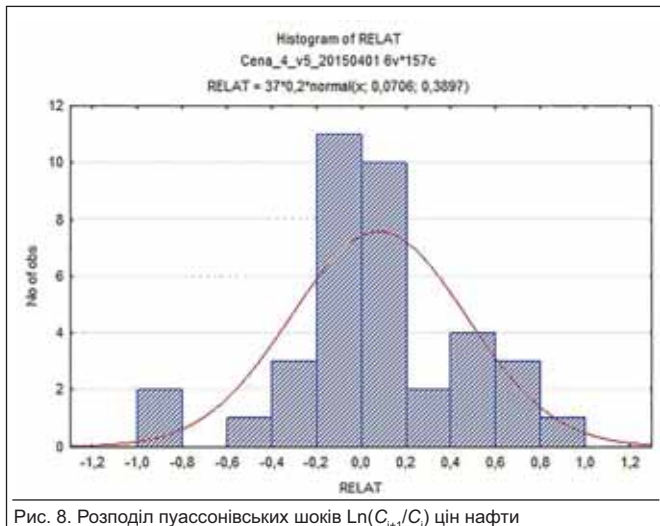


Рис. 8. Розподіл пуассонівських шоків  $\ln(C_{t+1}/C_t)$  цін нафти

Статистичні характеристики спекулятивних коливань цін на нафту

Параметр	Обсяг вибірки	Середнє значення	Медіана	Мінімальне значення	Максимальне значення	Стандартне відхилення	Дисперсія
Ціна $C_i$	118	17,97972	15,87023	9,135960	33,94967	5,883978	34,62119
$\ln(C_{i+1}/C_i)$	117	-0,00983	-0,02668	-0,612581	0,65935	0,196728	0,03870

Статистичні характеристики пуассонівських шоків цін на нафту

Параметр	Обсяг вибірки	Середнє значення	Медіана	Мінімальне значення	Максимальне значення	Стандартне відхилення	Дисперсія
Ціна $C_i$	37	63,10788	55,00036	35,25995	112,9200	22,22060	493,75495
$\ln(C_{i+1}/C_i)$	37	0,07065	0,01602	-0,90245	0,9302	0,38966	0,15183

Статистичні характеристики цін нафти такі:

для спекулятивних коливань: дисперсія – 0,0387, стандартне відхилення – 0,1967 (за даними, наведеними А. Дамодараном [1], дисперсія цін на нафту становить 0,03);

для пуассонівських шоків: дисперсія – 0,1518, стандартне відхилення – 0,3897. Середньозважені за досліджуваній період значення волатильності цін такі: дисперсія – 0,0659; стандартне відхилення – 0,243.

## Висновки

Дослідження волатильності цін на нафту за тривалий період показує, що ціни на нафту останнім часом пока-

зують стрімке зростання із періодом 25–30 років, але повертаються до відносно стабільного середнього рівня, зберігаючи підвищувальний тренд у зв'язку зі зростанням

дефіцитності запасів нафти і передусім через вичерпання ресурсів дешевої нафти. Зважаючи на встановлений характер волатильності цін на нафту протягом тривалого історично-

го періоду, можемо припустити, що найближчим часом, принаймні до 2020 року, ціни на нафту на світових ринках будуть відносно стабільними і коливатимуться у діапазоні 40–70 дол. США за 1 барель.

Застосовуючи метод реальних опціонів у практиці інвестиційного аналізу та економічної оцінки ресурсів нафтових родовищ, середньозважені за період величини волатильності цін на нафту потрібно використовувати для періодів розробки нафтових родовищ, більших за 25 років. Для проектних періодів розробки нафтових родовищ, менших за 25 років, доцільно застосовувати волатильність цін нафти, отриману для спекулятивних коливань цін.

## Список використаних джерел

1. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов. Пер. с англ. / А. Дамодаран. – М.: Альбина Бизнес Букс, 2005. – 1341 с. – 2-е изд., исп.
2. Chalmin P. Pétrole cher: une chance pour la planète / Philippe Chalmin // Article publié initialement dans la revue «Politique internationale», n°109, automne, 2005.
3. Пухов С. Мировой рынок нефти – тенденции и перспективы [Електронний ресурс] / С. Пухов. – Режим доступу: <http://www.vedi.ru/macro/3306.html>.
4. Брукс К. Почему нефть утрачивает былое великолепие: специальный отчет, апрель 2015 [Електронний ресурс] / К. Брукс, М. Веллер // Режим доступу: [http://www.forex.com/ru/special\\_report\\_oil\\_ru.pdf](http://www.forex.com/ru/special_report_oil_ru.pdf).
5. Витвицький Я.С. Економічна оцінка гірничого капіталу нафтогазових компаній: монографія / Я.С. Витвицький. – Івано-Франківськ: ІФН-ТУНГ, 2007. – 431 с.
6. Башмаков И. Цены на нефть: пределы роста и глубины падения: Электронный ресурс. – Режим доступу: [http://www.cenef.ru/file/oil\\_price\\_limits.pdf](http://www.cenef.ru/file/oil_price_limits.pdf).
7. Зміни цін на нафту за період з 1861 до 2006 рр.. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/42/Oil\\_Prices\\_1861\\_2006.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/42/Oil_Prices_1861_2006.jpg).
8. Динамика мировых цен на нефть за период 2006–2015 гг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/search>.
9. Бушуев В.В. Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз / В.В. Бушуев, А.А. Конопляник, Я.М. Миркин. – М.: ИД «Энергия», 2013. – 344 с.
10. Ергин Д. Добыча. Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть. Пер. с англ. / Д. Ергин. – М.: Альпина Паблишер, 2014. – 944 с.
11. Нафтовий комплекс Прикарпаття: упорядник Й.М. Гах. – К.: «Наукова думка», 1994. – 200 с.
12. Конопляник А.А. Нефть: эволюция механизма ценообразования / А.А. Конопляник: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.konoplyanik.ru/ru/publications/articles/524\\_Neft\\_evolyuciya\\_mexanizma\\_cenobrazovaniya.pdf](http://www.konoplyanik.ru/ru/publications/articles/524_Neft_evolyuciya_mexanizma_cenobrazovaniya.pdf).
13. Брагинский О.Б. Цены на нефть: история, прогноз, влияние на экономику [Електронний ресурс] / О.Б. Брагинский. – Режим доступу: <http://www.chem.msu.ru/rus/jvho/2008-6/25.pdf>.
14. Прогноз цены на нефть: ближайшие перспективы: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://easyfinance.ru/my/wikiwapper>.

## НОВИНИ

### Новий метод допоможе заощадити понад 100 млрд л палива на рік

Дослідники з Фраунгофера розробили метод лазерної дуги, коли шари вуглецю, майже такі ж міцні, як алмаз, можуть наноситися в промислових масштабах із високою швидкістю і великою товщиною покриття.

Застосовуючи вуглецеві покриття на компонентах двигунів, зокрема на поршневих кільцях, можна знизити витрату палива. «Систематичне застосування нашого нового методу допоможе заощадити більше як 100 млрд літрів палива на рік протягом подальших десяти років», – заявив професор Андреас Лесон (Andreas Leson) з інституту матеріалів і технологій випромінювання Фраунгофера IWS у Дрездені.

Так, виробник автомобілів BMW інтенсивно працює над впровадженням у виробництво компонентів двигунів із покриттям Та-С для різних моделей транспортних засобів із метою скорочення споживання ними палива.

За матеріалом <http://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2015/June/diamond-like-coatings-save-fuel.html>