

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.03.093>

УДК 339.13: [671.15/ .16:658.62

В.В. Індутний, д-р геол.-мін. наук, доцент, професор

E-mail: indutny@nwv.com.ua; <https://orcid.org/0000-0001-6676-7472>

Н.В. Мережко, д-р техн. наук, професор

E-mail: n.merezhko@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0003-3077-9636>

К.А. Піркович, канд. техн. наук, доцент

E-mail: k.pirkovich@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-1461-0235>

Н.В. Калуга, канд. хім. наук, доцент

E-mail: n.kaluga@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0901-5052>

Державний торговельно-економічний університет

02156, м. Київ, Україна, вул. Кіото, 19

АНАЛІЗ РИНКУ ОГАНОВАНИХ ТОПАЗІВ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХНЬОЇ ВАРТОСТІ

Описано результати вивчення українського ринку оганованих топазів. Для цього укладено спеціальну таблицю вихідних даних про огановані топази, представлені на українських інтернет-ресурсах. Переважна кількість зразків топазів характеризується помірними вартісними показниками — до 2000 грн за карат. На графіку розподілу логарифмованих вартісних показників на огановані топази виділено три ділянки, відмінні за видом функцій зростання. Показано, що побудову математичної моделі для прогнозування вартості оганованих топазів доцільно здійснювати в межах другого інтервалу. Запропоновано перелік критеріїв для оцінювання якості топазів та їх ранжування. Представлено прогнозовані питомі показники вартості оганованих топазів у гривнях за 1 карат. Представлено математичну модель для прогнозування вартості оганованих топазів під час вирішення практичних завдань професійним фахівцем — оцінювання економічної доцільності видобутку й обробки цих каменів в Україні, а також обчислення індексу їхньої ліквідності. Розглянуто чотири приклади визначення прогнозованої ціни на огановані топази з урахуванням їх показника ліквідності.

Ключові слова: топаз, огановані вставки, база даних, стан ринку, показники якості, прогнозована вартість, ліквідність.

Вступ. Топаз — добре вивчений природний мінерал і популярний дорогоцінний камінь (Holl, 2002; Miller, 2023; Frey, 1985; Uolters, 1999; Shuman, 2006; Pavlyshyn et al., 2017; Pavlyshyn, et al., 1998; Indutnyi, Merezhko, Pirkovich, 2021; Indutnyi, Pokhodiashcha, 2021). Топаз видобувають у багатьох країнах (Holl, 2002), він користується сталим попитом на світовому ринку, де представлений широким асор-

тиментом зразків високоякісних колекційних кристалів, а також оганованими вставками, придатними для використання в ювелірному виробництві та ювелірному мистецтві. Спрощена кристалохімічна формула топазу має вигляд $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$ (Platonov, Taran, Balitskiy, 1984; Povarennyh, 1966). Найхарактернішими ізоморфними домішками є Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ti, Cr, V (Platonov, Taran, Balitskiy, 1984).

Цитування: Індутний В.В., Мережко Н.В., Піркович К.А., Калуга Н.В. Аналіз ринку оганованих топазів і прогнозування їхньої вартості. *Мінерал. журн.* 2024. **46**, № 3. С. 93—103. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.03.093>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Українське родовище топазів знаходиться у межах смт Хорошів Житомирської обл. Активно його розробляли протягом 1939—1990 рр. з метою видобування п'єзокварцу. 1996 року рішенням Уряду України в названому населеному пункті на базі орендного підприємства "Західкварцсамоцвіти" створено Музей коштовного та декоративного каміння, де нині представлені найвисокоякісніші еталонні взірці природних кристалів топазу, берилу та кварцу, неодноразово описані в спеціальній літературі та підручниках з мінералогії (Indutnyi et al., 2001; Lazarenko, 1970; Lazarenko (ed.), 1973).

У природі топаз може бути безбарвний, ніжно-блакитний, жовтий, брунатно-жовтий, рожевий. Решта кольорів цього каменю — синій, яскраво рожевий й зелений — є результатом штучного облагородження шляхом опромінення, термічної обробки й опромінювання або фізико-хімічної обробки поверхні (Platonov, Taran, Balitskiy, 1984). Штучне облагородження природних топазів — зміна кольору та покращення характеристик чистоти — дає змогу суттєво підвищити їхні загальні споживчі якості й привабливість для потенційних покупців, а також збільшити економічний ефект у ході реалізації.

Проблема. Популярність топазів на світових спеціалізованих ринках та високі ціни на них обумовлюють актуальність і доцільність перманентних досліджень економічних перспектив виходу на ці ринки українських видобувних та обробних підприємств. Для цього передусім необхідно мати об'єктивну інформацію щодо економічного стану українського ринку топазів, представлених сировиною і готовими виробами, здійснити оцінку витрат у разі видобування або закупівлі сировини за межами України, витрат на обробку топазів, а також оцінити їхню ліквідність як товару на внутрішньому й зовнішньому ринках.

Мета статті — проаналізувати стан українського ринку огранованих топазів і побудувати математичну модель для прогнозування їхньої вартості з урахуванням показника ліквідності.

У раніше опублікованих роботах детально та в повному обсязі описано символізм, культурні традиції і легенди, пов'язані з

практичним використанням топазів (Uolters, 1999), природу їхнього забарвлення та можливості штучного облагородження (Platonov, Taran, Balitskiy, 1984). У наших роботах також було викладено загальний підхід до вирішення проблеми аналізу ринків дорогоцінних каменів (Indutnyi, Merezko, Pirkovich, 2021; Indutnyi, Pokhodiashcha, 2021), який передбачає таку загальну послідовність виконання дослідницьких робіт у контексті поставленого завдання:

- укладення представницької бази вихідних даних про ограновані топази, представлені на українському ринку;
- сортування первинної інформації за комплексними показниками якості та вартості;
- побудова математичної моделі, яка описує зв'язок якісних характеристик — розмірів зразків, їхньої чистоти, забарвлення та якості огранювання — з вартісними показниками, які спостерігаються в пропозиції на ринку;
- проектування таблиці індикаторних показників вартості для топазів із різними показниками якості;
- визначення індексів, які свідчитимуть про ліквідність топазів на українському ринку.

Об'єктом дослідження є база первинної інформації про наявність огранованих топазів на ринку України та їхні вартісні показники. Для цього укладено спеціальну таблицю вихідних даних (табл. 1) про ограновані топази, представлених на українських інтернет-ресурсах: <https://yuvik.com.ua>; <https://rozetka.com.ua>; <https://gems.ua>; <https://zakupka.com/uk>; <https://nvovkjewelry.com.ua>; <https://topgems.com.ua>; <https://prom.ua>; <https://violity.com/ua>. Загальна кількість зразків, описаних у табл. 1, становить 171, що забезпечує представництво вибірки і можливість вивчення загальних тенденцій розподілу вартісних характеристик за допомогою методів регресійного аналізу.

База вихідної інформації про ограновані топази впорядкована від найменшого до найбільшого показника питомої вартості, які обчислюються за співвідношенням вартості до ваги в каратах.

Спосіб вирішення проблеми. Для побудови математичної моделі, яка пов'язує

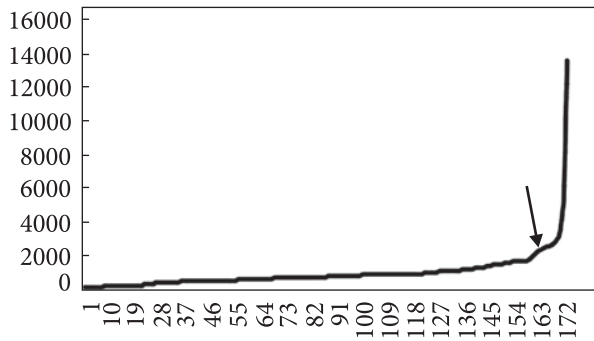


Рис. 1. Розподіл показників питомої вартості на ограновані топази, представлені на українському ринку. Вісь ординат — питомі вартісні показники, вісь абсцис — послідовність каменів у табл. 1 вихідних даних. Стрілкою позначено рівень 92 % від загальної кількості представлених каменів

Fig. 1. Distribution of specific value indicators for faceted topazes presented on the Ukrainian market. The ordinate axis describes specific value indicators. The abscissa axis is the sequence of stones in the source data Table 1. The arrow marks the level of 92 % of the total number of stones presented

якість каменів із їхньою вартістю, необхідно дотримуватись формулювання основоположного закону товарознавства: "Чим більше корисної інформації про товар, тим вища його якість й, відповідно, вартість". Закон описується виразом (Indutnyi, 2022; Indutnyi, Pokhodiashcha, 2021):

$$C = \alpha \times 2^N, \quad (1)$$

де C — прогнозована вартість; α — база оцінки, яка обчислюється в результаті проведення регресійного аналізу вартісних показників бази вихідних даних; N — кількість позитивної інформації в бітах.

Показник 2^N у формулі (1) є інтегрованою оцінкою якості і вимірюється в ексібитах exb (Indutnyi, 2022). Тобто для: $2^0 = 1 \text{ exb}$; $2^1 = 2 \text{ exb}$; $2^2 = 4 \text{ exb}$ тощо.

На рис. 1 показано розподіл питомих вартісних показників на ограновані топази, описані у базі вихідної інформації. Добре видно, що переважна кількість зразків топазів (92 %), представлених на українському ринку, характеризується помірними вартісними показниками — до 2000 грн за карат. Решта — невелика кількість каменів — є дорогими та дуже дорогими.

Такий розподіл пояснюється двома пов'язаними причинами. Перша — високоякісні топази трапляються у природі дуже рідко —

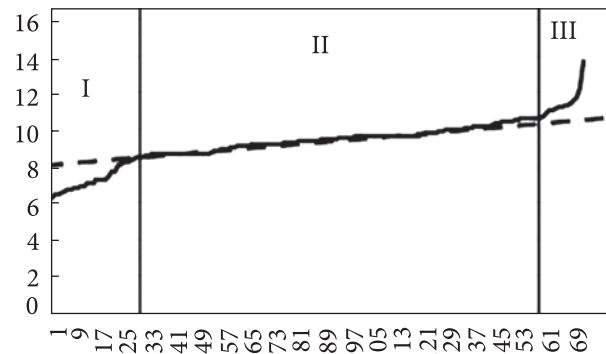


Рис. 2. Логарифмовані за основою 2 питомі показники вартості на ограновані топази (вісь ординат). Вісь абсцис — послідовність каменів у табл. 1 вихідних даних. Вертикальними лініями виділені три ділянки, відмінні за функцією зростання логарифмованих питомих показників вартості. Пунктирна лінія вказує тенденцію до зростання логарифмованих питомих показників вартості на ділянці II, параметри якої визначені на основі регресійного аналізу

Fig. 2. Specific cost indicators for faceted topazes logarithmized to the base "2" (ordinate axis). The abscissa axis is the sequence of stones in the source data Table 1. Vertical lines highlight three areas (I, II and III), which differ in the function of the growth of logarithmic specific indicators of value. The dashed line describes the trend towards growth of the logarithmic specific indicators of the cost on the II site, the parameters of which are determined on the basis of regression analysis

більшість видобутих кристалів мають низьку й задовільну якість. Друга — розподіл фінансових можливостей потенційних покупців свідчить про незначну частку тих, хто готовий витратити значні кошти на придбання огранених топазів.

Щоб установити відповідність спостереженого розподілу питомих вартісних показників і закону товарознавства, слід логарифмувати ці показники за основою "2", як це показано на рис. 2. Бачимо, що поле графіка розподілу логарифмованих вартісних показників поділяється на три ділянки, відмінні за видом функцій зростання.

Перша ділянка описує топази, які були навмисно уцінені або представлені на аукціоні за заниженою вартістю, щоб привернути пильну увагу потенційних покупців. Як правило, це невеликі за розмірами топази невисокої якості, які кількісно переважають на ринку.

Друга ділянка описується лінійно, тобто повністю відповідає закону товарознавства,

згідно з яким вартість збільшується прямо пропорційно показнику кількості позитивної інформації про товар у бітах та якості, що визначена в ексбітах.

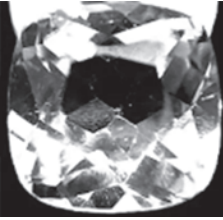
Третя ділянка описана множиною топазів із завищеними показниками вартості, що пов'язуємо з впливом емоційного фактора під час аукціону або з використанням спеціальних заходів рекламування товару, метою яких

є утримання високих показників вартості на ринку шляхом експозиції невеликої кількості найдорожчих та найякісніших каменів.

Отже, побудову математичної моделі для прогнозування вартості огранованих топазів доцільно здійснювати в межах другого інтервалу розподілу логарифмованих питомих показників вартості. Беручи до уваги лінійний характер графіка, ми обчислили параме-

Таблиця 1. Фрагмент бази вихідних даних про ограновані топази на ринку України

Table 1. A fragment of the source data base on faceted topazes on the market of Ukraine

No.	A photo of the stone, a brief description and a link to the source of information		Weight, ct	The cost of the stone, ₴ (UAH)	Specific value, ₴/ct
1		Natural blue topaz Cutting: oval https://yuvik.com.ua/ua/naturalnyi-goluboi-topaz-oval-2-96ct	2.96	226	76.4
2		Natural colorless topaz Cutting: oval Dimensions: 10.1 × 8.1 mm https://yuvik.com.ua/ua/naturalnyi-belyi-topaz-oval-10-1x8-1mm-3-20ct	3.20	282	88.1
3		Natural colorless topaz Cutting: fantasy Dimensions: 6 × 6 mm https://yuvik.com.ua/ua/naturalnyi-belyi-topaz-kushion-6x6mm-1-17ct	1.17	106	90.6
170		A rare natural topaz with a "cat's eye" optical effect Color: Sky blue Clarity: TRANSLUCENT Cutting: Oval Dimensions: 13.29 × 9.55 × 6.67 mm Country of origin: Brazil https://nvovkjewelry.com.ua/topaz-kotiache-oko-velyka-ridkist-8-karat	8.16	42400	5196.1
171		Color: Rainforest Cutting: Pear Dimensions: 5.00 × 3.00 mm https://gems.ua/shop/item/topaz/15937	0.18	277	13369.9

три відповідного лінійного рівняння методом найменших квадратичних відхилень К.Ф. Гаусса (Korn, G., Korn, T., 1968) і здійснили апроксимацію ним відповідної ділянки графіка (рис. 3). Рівняння має вигляд:

$$\begin{aligned} \log_2 C &= 0,016x + 8,04 \\ \text{або} \\ C &= 2^{0,016x + 8,04} = 2^{0,016x} \times 2^{8,04} = \\ &= 263,12 \times 2^{0,016x}, \end{aligned} \quad (2)$$

де x — номер топазу в базі вихідних даних.

У поданому лінійному регресійному рівнянні (2) величина 263,12 є розрахунковою величиною бази оцінки в гривнях — найменшою обґрунтованою питомою вартістю, визначеною у гривнях. Вона відповідає точці перетину лінійним трендом осі ординат на рис. 2 (пунктирна лінія). Водночас оцінка якості в експітах визначена як "1", тобто інформація про якісні характеристики відсутня ($N = 0$).

Для зручності прогнозування величину x можна замінити на 2^N . Для цього достатньо фрагментувати вісь абсцис на ділянки відповідно до значень, що збігаються із кількістю корисної інформації про товар $N = 0; 1; 2, \dots$, як це показано на рис. 3.

На рис. 3 видно, що цінові інтервали, визначені кількістю позитивної інформації про якість топазів (N) є досить широкими. Це означає, що прогностична модель дає можливість визначати вартість інтервально, тобто у вигляді нижнього та вищого значення. Середня вартість у цьому інтервалі є модальним значенням, яке можна використати як остаточний прогноз — індикаторну вартість. Широкі інтервали прогнозних питомих вартісних показників відображають реальний стан ринку, де цінова політика продавців і посередників є дуже різноманітною й не завжди аргументованою. Через це ціни на споріднені товари у різних продавців дуже різні. До того ж експерти дорогоцінних каменів вважають, що помилка експерта на одну позицію за шкалою якості не є помилкою. Це означає, що інтервальне визначення прогнозної вартості є найобґрунтованішим результатом роботи експерта.

Описана математична модель для прогнозування вартісних показників на ограновані топази дає змогу також вирішити поставлене

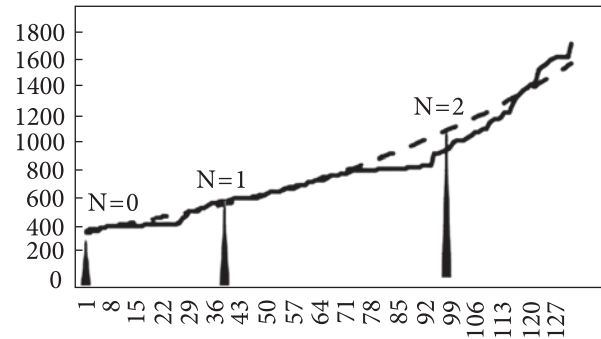


Рис. 3. Співвідношення спостережених (суцільна лінія) і прогнозованих вартісних показників (пунктир) на ограновані топази. Якість апроксимації, розрахована на основі показника кореляції К. Пірсона, становить 0,987

Fig. 3. Correlation of observed (solid line) and predicted value indicators (dashed line) for faceted topazes. The quality of the approximation, calculated on the basis of the K. Pearson correlation index, is 0.987

завдання на основі об'єктивної інформації, яка ліквідує невизначеність щодо якісних характеристик за допомогою критеріальних запитань. Відповідні критерії представлені у табл. 2. Кількість позитивної інформації (N) визначена як кількість позитивних відповідей на запитання зі спеціального протоколу дослідження якісних характеристик (запитання, які "знімають" невизначеність у питаннях про якість).

Згідно із загальноприйнятими традиціями оцінювання кольорових дорогоцінних каменів (Indutnyi, Pokhodiashcha, 2021), їхню якість оцінюють, ураховуючи вагу, насиченість забарвлення, чистоту, якість огранювання та наявність унікальних і рідкісних ознак (табл. 2).

Звичайно, ми припускаємо, що рівень фрагментації шкал для оцінки якості може змінюватись залежно від оціночного завдання. Вказані у табл. 2 критерії оцінювання якості топазів мають такі значення.

Вага каменя — ознака, яка дає змогу фрагментувати відповідну шкалу якості на чотири рівні — дрібні камені — до 5 каратів; середні — від 5 до 20 каратів; великі — від 20 до 50 каратів та унікальні — 50 каратів і вище. Застосування чотирирангової напівкількісної шкали для оцінювання топазів є даниною традиціям їх використання. Перші два ранги (до 20 каратів) використовують

для створення тиражованих ювелірних прикрас. Камені з вагою понад 20 каратів використовують для мистецьких ювелірних прикрас, а ограновані камені вагою понад 50 каратів найчастіше входять до колекцій унікальних дорогоцінних каменів.

Чистота каменя — ознака, яка визначає присутність сторонніх включень у каменях — дрібних мінералів, пустот, тріщин і ділянок зі зменшеною прозорістю — які негативно впливають на експертне визначення їхньої якості. Найчистіші взірці топазів (бездоганні), які не містять включень, помітних під десятикратною лупою, — позначаються латинськими літерами *IF (Identified as Flawless)*; камені високого рівня чистоти мають нечисленні маленькі включення, непомітні неозброєним оком, але видимі під десятикратною лупою, позначають *VVS (Very Very Small Inclusions)*; камені, які мають нечисленні видимі неозброєним оком включення, які помірно знижують їхню якість, позначають *VS*

(*Very Small Inclusions*); камені незадовільної якості, які мають добре помітні включення, що значно знижують їхню якість, позначають *I (Inclusions)*.

Колір — ознака, урахування якої пов'язано з культурними традиціями й повір'ями, з використанням топаза як символу, а також із відповідністю торговій назві (Uolters, 1999). Шкала оцінки кольору фрагментована за номінальною шкалою на безбарвні топази, слабко забарвлені, які частково відповідають відомим традиціям їх практичного використання як символів, а також інтенсивно забарвлені топази, які відповідають соціально-культурним традиціям. Так, інтенсивно забарвлений блакитний топаз є символом розсудливості та холодного розуму; жовтий ("імперіал") є символом багатства тощо (Uolters, 1999). Отже, будь-яка невідповідність забарвлення за ознакою насичення кольору каменів до добре описаних еталонів впливає на їх оцінку. Це стосується також

Таблиця 2. Перелік критеріїв для оцінювання якості топазів

Table 2. List of criteria for assessing the quality of topazes

Criterion No.	The name of the criterion for evaluating the quality of stones	Ranking of quality indicators	Quality indicator, exb
1	The weight of the stone	Up to 5 carats From 5 to 20 carats From 20 carats to 50 carats Unique — from 50 carats and above	1 2 4 8
2	The purity of the stone	1 — the highest (IF) 0.5 — high (VVS) 0.25 — average (VS) 0.125 — satisfactory (S) 0.0625 — low (I)	1 0.5 0.25 0.125 0.0625
3	Stone color	Achromatic Color saturation is weak Color saturation is intense Saturation is very intense	1 2 4 8
4	Quality of stone cutting	Primitive Traditional Fantasy complex	0.5 1 2
5	The presence of signs of uniqueness	Lack of signs of uniqueness The presence of signs of uniqueness	1 2
6	Liquidity indicator	Liquid Low level of liquidity Very low level of liquidity	1 0.5 0.25
Aggregate quality indicator in exb (the product of indicators in column 4)			

облагороджених каменів. Шкала у табл. 2 дає змогу врахувати невідповідність кольору в завданнях прогнозування вартості.

Якість огранювання каменя — ознака, яка під час оцінювання огранованого топазу допомагає врахувати складність робіт з огранювання, істотно різних за витратами часу та коштів. Примітивними слід вважати огранки, виробництво яких не потребує спеціального обладнання — довільні форми, кульки, кабошони, еліпсоїди, об'ємні фігури з невеликою кількістю граней. До традиційних видів огранювання відносять камені, оброблені із урахуванням симетрії відповідно до відомих торгових назв форм — "багет", "каре", "груша", "серце" тощо. До фантазійних складних огранок слід відносити форми, створені гранувальниками для реалізації певного художнього задуму і з метою їх використання як самостійних мистецьких творів або в ювелірних мистецьких творах. Як правило, такі камені мають дуже складні форми і велику кількість граней, тому потребують використання спеціального обладнання.

Наявність ознак унікальності — критерій, який дає можливість урахувати особливі й дуже рідкісні ознаки, приманні огранованим каменям — оптичні ефекти, унікальні вclusions, поліхромність тощо. За наявності таких ознак прогнозована вартість збільшується удвічі. Як приклад можна розглянути топаз з оптичним ефектом "котячого ока", представлений передостаннім у табл. 1. У топазах цей ефект у край рідкісний, а ограновані камені з ним майже відсутні на ринку.

Показник ліквідності — критерій, який допомагає відповісти на питання про можливість реалізації огранованих каменів упродовж певного часу експозиції на аукціоні. Наприклад, якщо топази виставлені на продаж з аукціону *Violity* (<https://violity.com/ua>), то на їхню реалізацію відводиться 30 днів. У разі відсутності потенційного покупця впродовж 7—8 днів (чверть відведеного часу) ліквідність слід вважати низькою й під час розрахунку прогнозованої вартості застосовувати коефіцієнт коригування 0,5 *exb* (брак корисної інформації про товар). У разі, коли упродовж половини часу (15 днів) експозиції каменя на аукціоні потенційних покупців не було, ліквідність слід визначити коефіцієн-

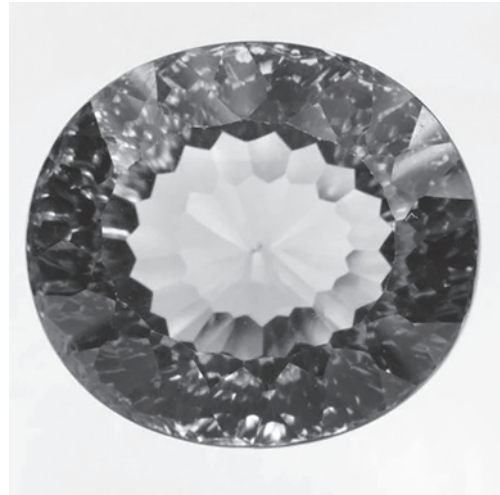


Рис. 4. Блакитний топаз, представлений на продаж за ціною 8488 грн на сайті інтернет-магазину <https://yuvik.com.ua/ua/naturalnyi-goluboi-sviss-topaz-oval-18-8x16-8mm-31-19ct>. Вага каменя 31,19 карат, чистота VS. Походження Бразилія. Облагороджений

Fig. 4. Blue topaz, presented for sale at the price of 8488 hryvnias on the website of the online store <https://yuvik.com.ua/ua/naturalnyi-goluboi-sviss-topaz-oval-18-8x16-8mm-31-19ct>. Stone weight — 31.19ct, clarity VS. Origin Brazil. Ennobled



Рис. 5. Винного забарвлення топаз з України. Представлений на сайті <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-vynnyi-para-18-karat-oktahon-13kh10mm/>. Чистота IF, огранювання октагон, вага 8,89 карат

Fig. 5. Wine-colored topaz originating from Ukraine. Presented on the website <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-vynnyi-para-18-karat-oktahon-13kh10mm/>. Clarity IF, octagon cut, weight 8.89 carats

том 0,25 *exb*. Окрім того, оцінку ліквідності *L* можна здійснити у відсотках, обчислюючи співвідношення кількості зацікавлених учасників торгів і кількості виставлених на продаж огранованих топазів. Зокрема, на цьому самому аукціоні 23.01.2024 були виставлені 123 ограновані топази, а кількість учасників

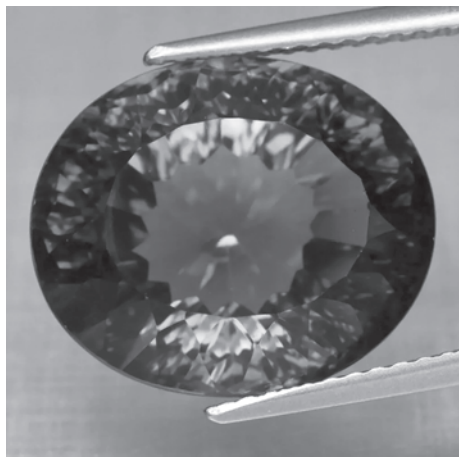


Рис. 6. Бразильський "імперіал" топаз вагою 24,96 карати, чистота VVS. Представлений на сайті <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-zolotiy-para-25-karat-oval-146kh12-mm/>. Термічно облагороджений. Ціна 19 200 грн

Fig. 6. Brazilian Imperial Topaz weighing 24.96 carats, VVS clarity. Presented on the website <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-zolotiy-para-25-karat-oval-146kh12-mm/>. Thermally ennobled. The price is 19.200 hryvnias

торгів склала 18 осіб. Отже, співвідношення, яке описує стан ліквідності цього товару, таке: $L = 18/123 = 0,146$, або 14,6 %. Звичайно, такий рівень ліквідності слід вважати українським і визначити коефіцієнтом 0,25 *exb*.

Максимально висока оцінка якості огранованих топазів, згідно з табл. 2, становить 64 *exb*, мінімальна — 0,0078 *exb*. Оскільки найважливішими характеристиками якості є розмір, чистота і колір каменів, то проектування таблиць прогнозованих показників вартості доцільно здійснювати у відповідному форматі: чотири комірки за вагою на чотири комірки за чистотою для кожної з розмірних груп, як це показано в табл. 3.



Рис. 7 Бразильський зелений облагороджений топаз вагою 2,5 карати, чистота IF-VVS. Представлений на сайті <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-zelenyi-kushon-9kh7-mm-tsina-za-sht/>. Ціна 3000 грн

Fig. 7. 2.5 carat Brazilian green ennobled topaz, IF-VVS clarity. Presented on the website <https://nvovkjewelry.com.ua/ru/topaz-zelenyi-kushon-9kh7-mm-tsina-za-sht/>. The price is 3000 hryvnias

Приклади оцінювання. Перший приклад. Розглянемо огранований блакитний топаз, показаний на рис. 4. Згідно з описаним вище порядком зазначимо, що камінь має вагу до 50 каратів і, за найкращих характеристик якості показник його питомої вартості становитиме 1046,96 грн за карат (табл. 3), а ціна, відповідно — 32 654,68 грн. Однак чистота каменя визначена як VS. Колір загалом відповідає еталонам блакитних топазів і повинен бути врахований коефіцієнтом 4 (насичене забарвлення). Огранка належить до традиційних (коефіцієнт 1). Тобто прогнозована питома вартість каменя становитиме 263,12 грн за карат (табл. 3), а прогнозована ціна з урахуванням показника ліквідності (0,25), становитиме: $C = 263,12 \times 31,194 \times 4 \times 0,25 = 8\,207,76$ грн.

Таблиця 3. Прогнозовані питомі показники вартості на ограновані топази у гривнях за 1 карат

Table 3. Forecast specific indicators of the cost of faceted topazes, €/ct

Purity	Weight, carats			
	Up to 5	Up to 20	Up to 50	More than 50
IF	263.12	526.24	1052.48	2104.96
VVS	131.56	263.12	526.24	1052.48
VS	65.78	131.56	263.12	526.24
S	32.89	65.78	131.56	263.12
I	16.44	32.89	65.78	131.56

Другий приклад (рис. 5). Камінь має вагу до 20 каратів, питома вартість такого каменя 526,24 грн за карат, ціна — 4 678,27 грн. Чистота визначена як IF. Колір загалом відповідає еталонам топазів із винним забарвленням і має бути врахований коефіцієнтом 4. Огранка традиційна (коефіцієнт 1). Отже, прогнозована питома вартість каменя, з урахуванням низької ліквідності (0,25), становитиме: $C = 526,24 \times 8,89 \times 4 \times 0,25 = 4 678,27$ грн. Ціна цього ограненого топазу на сайті продавця буде 3600 грн, що вказує на значну уцінку товару. Водночас, якщо розглянути інтервал питомої прогнозованої вартості, де нижня межа ціни визначена величиною $C = 263,12 \times 8,89 \times 4 \times 0,25 = 2 339,14$ грн, то середнє (модальне) значення питомої прогнозованої вартості визначиться величиною 3 508,70 грн, що пояснює застосування дисконту за умов низької ліквідності товару.

Третій приклад (рис. 6). Камінь має вагу до 50 каратів, питома вартість з урахуванням чистоти VVS — 526,24 грн за карат (табл. 3). Колір загалом відповідає еталонам "імперіал" топазів і повинен бути врахований коефіцієнтом 8 (інтенсивне насичення). Огранка традиційна (коефіцієнт 1). Прогнозована питома вартість каменя з урахуванням низької ліквідності (0,25) становитиме: $C = 526,24 \times 24,96 \times 8 \times 0,25 = 26 269,90$ грн. Ціна цього ограненого топазу на сайті продавця дорівнює 19 200 грн, що вказує на значну уцінку товару. Відповідно до інтервалу питомої прогнозованої вартості, де нижня межа визначена величиною $C = 263,12 \times 24,96 \times 8 \times 0,25 = 13 134,95$ грн, середнє (модальне) значення питомої прогнозованої вартості становитиме 19 702,43 грн, що пояснює застосування значного дисконту за умов низької ліквідності товару.

Четвертий приклад (рис. 7). Камінь має вагу до 5 каратів, питома вартість з урахуванням чистоти IF-VVS становить 263,12—131,56 грн за карат (табл. 3). Колір загалом відповідає еталонам зелених облагороджених топазів (обробка поверхні) і повинен бути врахований коефіцієнтом 8 (дуже інтенсивне насичення). Огранка традиційна (коефіцієнт 1). Ліквідність таких каменів до-

сить висока (коефіцієнт 1), що підтверджується наявністю потенційних покупців у режимі продажу з аукціону, то камінь може оцінюватися так: $C = 263,12 \times 2,5 \times 8 \times 1 = 2 631,2$ грн. Отже, ціна продавця (3000 грн) є завищеною і передбачає наявність попиту на цей товар.

Висновки. 1. Прогнозування вартості огранованих топазів доцільно здійснювати на основі аналізу цінових показників відкритого ринку та інформації з аукціонів.

2. Цінові показники на ограновані топази, представлені на ринку, слід поділяти на три групи: занижені, обґрунтовані та завищені. Виявити ці групи можна лише на основі представницької вибірки цінових показників і за допомогою перетворень вихідних даних відповідно до закону товарознавства.

3. Побудову математичної моделі для обґрунтованого прогнозування вартості огранованих топазів доцільно виконувати лише в інтервалі показників вартості, які розподілені відповідно до закону товарознавства.

4. У ході прогнозування вартісних показників огранених топазів необхідно скласти чітке формулювання мети цієї роботи, перелік якісних характеристик і способів фрагментації шкал для їхньої оцінки, а також описати усі теоретичні припущення.

5. Для досягнення відтворюваності результатів прогнозування усі якісні характеристики потрібно змістовно описати, а шкали оцінювання фрагментувати аргументовано.

6. Прогнозування вартості огранованих топазів необхідно здійснювати з урахуванням можливості експертної похибки на один біт корисної інформації про якість предмета оцінювання, а результат доцільно представляти в інтервальної формі — "мінімальна прогнозна вартість — максимальна прогнозна вартість".

7. Ураховуючи відмінності в традиціях і способи практичного використання огранованих топазів, які мають різне забарвлення, прогнозування їхньої вартості доцільно здійснювати окремо для блакитних, синіх, жовтих, жовто-брунатних, рожевих і зелених каменів.

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

- Frey, K. (ed.) (1985), *Mineralogicheskaya entsiklopediya*, Nedra, St. Petersburg, 512 p. [in Russian].
[Фрей, К. (ред.) (1985), *Минералогическая энциклопедия*. Санкт-Петербург: Недра. 512 с.]
- Holl, Cally (2002), *Gemstones. Smithsonian handbooks*, A Dorling Kindersley Limited, London, pp. 106-107.
- Indutnyi, V.V. (2022), *Science, innovations and education: problems and prospects. Proc. 14th Int. sci. and pract. conf. CPN Publ. Group*, Tokyo, Japan, pp. 55-64. URL: <https://sci-conf.com.ua/xiv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-science-innovations-and-education-problems-and-prospects-25-27-08-2022-tokio-yaponiya-arhiv/> (Accessed: 07.04.2024).
- Indutnyi, V.V. and Pokhodiashcha, O.B. (2021), *Ekspertyza pamiatok kultury*, Litera LTD, Kyiv, 516 p. [in Ukrainian].
[Індутний, В.В., Походяща, О.Б. (2021), *Експертиза пам'яток культури*. Київ: Літера ЛТД. 516 с.]
- Indutnyi, V.V., Merezko, N.V. and Pirkovich, K.A. (2021), *Materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf., Kyiv, 27 travnia 2021*, Kyiv Nat. Trade and Econom. Univ., Kyiv, pp. 148-151 [in Ukrainian].
[Індутний, В.В., Мережко, Н.В., Піркович, К.А. (2021), *Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації*: Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (Київ, 27 трав. 2021 р.). Київськ. нац. торг.-екон. ун-т. С. 148—151.]
- Indutnyi, V.V., Vasylyshyn, I.S., Pavlyshyn, V.I., Lyzun, V.M., Manokhin, O.H., Manokhina, L.V., Indutna, T.V. and Maksyuta, O.V. (2001), *Muzei koshtovnoho i dekoratyvnoho kaminnia*, Vyd-vo Derzh. hemolohichnyy tsentr Ukrayiny, Kyiv, 100 p. [in Ukrainian].
[Індутний, В.В., Васишлин, І.С., Павлишин, В.І., Лизун, В.М., Манохін, О.Г., Манохіна, Л.В., Індутна, Т.В., Максютя, О.В. (2001), *Музей коштовного і декоративного каміння*. Київ: Вид-во Держ. гемолог. центр України. 100 с.]
- Korn, G. and Korn, T. (1968), *Mathematical Handbook for Scientists and Engineers. Definitions, Theorems and Formulas for Reference and Review*, McGraw-Hill Book Company, New-York, San Francisco, Toronto, Sidney, pp. 575-576.
- Lazarenko, E.K. (ed.) (1973), *Mineralogiya i genezis kamernykh pegmatitov Volyni*, Vyshcha shkola, Lvov, 359 p. [in Russian].
[Лазаренко, Е.К. (ред.) (1973), *Минералогия и генезис камерных пегматитов Волыни*. Львов: Вища шк. 359 с.]
- Lazarenko, Ye.K. (1970), *Kurs mineralohii, pidruchnyk*, Ch. 1-2, Vyshcha shkola, Kyiv [in Ukrainian].
[Лазаренко, Є.К. (1970), *Курс мінералогії*. Підручн. Ч. 1—2. Київ: Вища шк.]
- Miller, Judith (2023), *Jewel. The Definitive Visual Guid*, DK Publ., London, 360 p.
- Pavlyshyn, V.I., Dovhyi, S.O., Pashchenko, Ye.Yu. and Vovk, O.P. (2017), *Topaz u nadrakh Ukrainy ta v istorii narodiv*, In-t obdarov. dytyny NAPN Ukrainy, Kyiv, 274 p. [in Ukrainian].
[Павлишин, В.І., Довгий, С.О., Пащенко, Є.Ю., Вовк, О.П. (2017), *Топаз у надрах України та в історії народів*. Київ: Ін-т обдаров. дитини НАПН України. 274 с.]
- Pavlyshyn, V.I., Indutnyi, V.V., Platonov, O.M. and Vozniak, D.K. (1998), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 20, No. 1, Kyiv, pp. 108-117 [in Ukrainian].
[Павлишин, В.І., Індутний, В.В., Платонов, О.М., Возняк Д.К. (1998), *Мінерал. журн.* 20, № 1. С. 108—117.]
- Platonov, A.N., Taran, M.N. and Balitskiy, V.S. (1984), *Priroda okraski samotsvetov*, Nedra, Moscow, pp. 78-88 [in Russian].
[Платонов, А.Н., Таран, М.Н., Балицкий, В.С. (1984), *Природа окраски самоцветов*. Москва: Недра. С. 78—88.]
- Povarennyh, A.S. (1966), *Kristallohimicheskaya klassifikatsiya mineralnykh vidov*, Nauk. dumka, Kyiv, pp. 1-167 [in Russian].
[Поваренных, А.С. (1966), *Кристаллохимическая классификация минеральных видов*. Киев: Наук. думка. С. 1—167.]
- Shuman, V. (2006), *Dragotsennye i poludragotsennye kamni*, Transl. from German, Reznichenko, O.L., Publ. house "Bertelsmann Media Moscow AO", 312 p. [in Russian].
[Шуман, В. (2006), *Драгоценные и полудрагоценные камни*. Пер. с нем. Резниченко, О.Л. Москва: ЗАО БММ. 312 с.]
- Uolters, R.Dzh.L. (1999), *Vse o dragotsennykh kamniakh*, Transl. from Engl., Kogteva, O., Publ. house "Bertelsmann Media Moscow AO", 160 p. [in Russian].
[Уолтерс, Р.Дж.Л. (1999), *Всё о драгоценных камнях*. Пер. с англ. О. Когтева. Москва: ЗАО БММ. 160 с.]

Received 08.04.2024

V.V. Indutnyi, DrSc (Geological and Mineralogical), Docent, Professor

E-mail: indutny@nvv.com.ua; <https://orcid.org/0000-0001-6676-7472>

N.V. Merezko, DrSc (Technical), Professor, Head at the Department

E-mail: n.merezhko@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0003-3077-9636>

K.A. Pirkovich, PhD (Technical), Associate Professor

E-mail: k.pirkovich@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-1461-0235>

N.V. Kaluha, PhD (Chemical), Associate Professor

E-mail: n.kaluga@knute.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-0901-5052>

State University of Trade and Economics, Department of Commodity Science and Customs Affairs

19, Kyoto Str., Kyiv, Ukraine, 02156

ANALYSIS OF THE FACETED TOPAZ MARKET AND FORECASTING OF THEIR VALUE

The results of the study of the Ukrainian market of faceted topaz are described. For this purpose, a special table of raw data on faceted topaz presented on Ukrainian Internet resources was compiled. The majority of topaz samples are characterized by moderate value indicators — up to 2,000 hryvnias per carat. On the graph of the distribution of logarithmic value indicators for faceted topazes, three areas are highlighted, which differ in the type of growth functions. It is shown that the construction of a mathematical model for forecasting the value of faceted topaz is expedient to be carried out within the second interval. A list of criteria for assessing the quality of topazes, as well as their ranking, is proposed. The projected specific indicators of the cost of faceted topazes in hryvnias per 1 carat are presented. A mathematical model is presented for forecasting the value of faceted topazes when solving the practical tasks of professional appraisers — assessing the economic feasibility of mining and processing these stones in Ukraine, as well as calculating their liquidity index. Four examples of determining the forecasted price for faceted topaz are considered, taking into account their liquidity indicator.

Keywords: topaz, faceted inserts, database, market condition, quality indicators, projected value, liquidity.