

УДК 549.091:549.086:778.315

О.П. Беліченко, кандидат геологічних наук, керівник відділу експертизи дорогоцінного каміння  
E-mail: lbgems@gmail.com

Ю.Д. Гаєвський, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння  
E-mail: gud@gems.org.ua

Ю.І. Ладжун, кандидат геологічних наук, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння  
E-mail: ladg1978@gmail.com

К.В. Татарінцева, кандидат технічних наук, головний фахівець відділу експертизи дорогоцінного каміння  
E-mail: tatarintseva.k@gmail.com

О.В. Максютя, керівник відділу інформаційно-аналітичних систем, видавництва та друку  
E-mail: oksana@gems.org.ua

Державний гемологічний центр України  
вул. Дегтярівська, 38–44, Київ, 04119, Україна

## Удосконалення та оптимізація оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння у вирішенні завдань атестації дорогоцінного каміння

DOI: [https://doi.org/10.53036/2021-4\(106\)-4](https://doi.org/10.53036/2021-4(106)-4)

У статті розглядаються результати науково-дослідної роботи, присвяченої вдосконаленню гемологічної експертизи та підвищенню якості гемологічної освіти на основі імплементації в експертну та освітню діяльність ідентифікаційних схем за результатами атестації дорогоцінного каміння на основі оптико-мікроскопічних досліджень.

Ключові слова: оптико-мікроскопічні дослідження, рубіни, сапфіри сині, смарагди, включення, атестація, ідентифікаційна схема, внутрішні дефекти, зовнішні дефекти.

У 2020–2021 роках у Державному гемологічному центрі України виконувалася ННТР «Удосконалення та оптимізація оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння у вирішенні завдань атестації дорогоцінного каміння».

ННТР виконувалася відповідно до діючої бюджетної програми 3501100 «Наукове і науково-методичне забезпечення у сфері виробництва і використання дорогоцінного і напівдорогоцінного каміння та забезпечення виробничих та соціально-культурних потреб у дорогоцінних металах і дорогоцінному камінні», Положення про Державний гемологічний центр України, затвердженого наказом Мінфіну від 16.07.2012 № 837 у редакції наказу від 19.12.2018 № 1046, яке передбачає виконання ДГЦУ завдань, спрямованих на вдосконалення гемологічної експертизи, створення но-

вих методик і технологій діагностики дорогоцінного каміння, розробки технічних регламентів та інших документів з питань, що належать до компетенції ДГЦУ, підвищення кваліфікації та підготовки фахівців для здійснення діяльності, пов'язаної з атестацією та оцінкою дорогоцінного каміння і наданням послуг у сфері гемологічної експертизи.

Мета ННТР – удосконалення гемологічної експертизи та підвищення якості гемологічної освіти на основі імплементації в експертну та освітню діяльність ідентифікаційних схем за результатами атестації дорогоцінного каміння на основі оптико-мікроскопічних досліджень.

Актуальність – упровадження ідентифікаційних схем атестації дорогоцінного каміння в діяльність ДГЦУ сприятиме захисту інтересів держави та прав споживачів, виробників, інших суб'єктів

ювелірної галузі у сфері продаж, зберігання, оцінки, страхування й інших операцій з дорогоцінним камінням.

Науково-дослідна робота базується на дослідженнях, проведених під час виконання ННТР у 2012–2019 роках. Проведені роботи зі створення бази даних за результатами фізико-хімічних і мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння дозволили накопичити значну кількість мікрофотографій, здебільшого включень, які широко використовуються під час гемологічної експертизи, а також створити навчально-довідковий посібник «Фотоатлас включень у дорогоцінному камінні» (друга редакція).

У практиці сучасної гемологічної експертизи оптико-мікроскопічні дослідження є одним з основних методів дослідження дорогоцінного каміння.

Питанням методології присвячено перший розділ ННТР «Методологія та технічні засоби оптико-мікроскопічних досліджень в гемології». За результатами проведених досліджень виконано ретроспективний огляд розвитку оптико-мікроскопічних досліджень та фотографування гемологічних об'єктів, описано технічні засоби оптико-мікроскопічних досліджень у гемології, систематизовано науково-методичні засади оптико-мікроскопічних досліджень гемологічних об'єктів та фотофіксації їх результатів, узагальнено результати практичного використання методів мікроскопії в експертній діяльності [1-7], надано практичні рекомендації по роботі з мікроскопом.

Другий розділ ННТР присвячений розробці науково-методичних засад складання ідентифікаційних схем за результатами атестації дорогоцінного каміння на основі оптико-мікроскопічних досліджень.

Розроблено методологію складання ідентифікаційних схем за результатами атестації дорогоцінного каміння, яка стандартизує правила графічної фіксації чистоти огранованих каменів, що дає можливість їх однозначно ідентифікувати і гарантувати відповідність певній якості. Вона стосується дорогоцінного каміння першого порядку – рубінів, сапфірів синіх, смарагдів та може бути поширена на дорогоцінне каміння другого-четвертого порядку. В основу ідентифікаційних схем покладено результати оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння.

Ідентифікаційна схема (Plotting diagram) – схематичне зображення внутрішніх і зовнішніх дефектів, які є класифікаційними ознаками дорогоцінного каменя. Зображення цих ознак на схемі дають власникові каменя додаткові переваги в разі втрати, ремонту і переробки ювелірних виробів, а також полегшують продаж, зберігання, оцінку, страхування й інші операції [8].

Ідентифікаційні схеми використовують не тільки для обґрунтування встановленої групи чистоти каменя, але і для відображення стану об'єкта в момент проведення сертифікації або експертизи з метою його подальшої ідентифікації.

Внутрішні та зовнішні дефекти носять на ідентифікаційну схему, яка

точно відображає їх форму і пропорції щодо каменя. Розмір, кількість і розташування всіх внутрішніх і зовнішніх дефектів на рисунку і в самому камені повинні точно відповідати один одному. Ідентифікаційні схеми мають дозволяти визначити групу чистоти, тип включень і зовнішніх дефектів.

Виконані дослідження свідчать, що система складання ідентифікаційних схем атестації смарагдів, рубінів, сапфірів синіх, яка стандартизує правила опису та фіксації включень і дефектів у цих каменях, в цілому, зіставна з основними принципами системи визначення чистоти в діамантах. Наприклад, критерії розміру, характеру та положення дефектів можуть бути використані під час оцінки чистоти смарагдів, рубінів, сапфірів синіх так само, як і під час оцінки чистоти діамантів. І хоча конкретні критерії повинні бути дуже різними, ця система слугує відправною точкою для встановлення загальних параметрів.

Розроблено методичні принципи складання ідентифікаційних схем атестації смарагдів, сапфірів синіх, рубінів, які визначають як основні, так і другорядні параметри цього процесу, стандартизують правила та прийоми інструментальних досліджень вставок з метою складання ідентифікаційних схем.

На основі аналізу фактичного матеріалу сформовано перелік внутрішніх і зовнішніх дефектів рубінів, сапфірів синіх, смарагдів, проведена їх систематизація, зроблено детальний опис, наведено фотографії основних різновидів дефектів. Для внутрішніх та зовнішніх дефектів розроблено проєкт системи символів для їх зображення на ідентифікаційних схемах за результатами атестації смарагдів, сапфірів синіх, рубінів.

Розроблена методологія пройшла ґрунтовну науково-практичну апробацію шляхом складання ідентифікаційних схем розташування внутрішніх і зовнішніх дефектів зразків рубінів, смарагдів та сапфірів синіх. Для здійснення експериментальної перевірки було відібрано зразки, які дають уявлення про можливість використання ідентифікаційних схем для фіксації різних видів внутрішніх і зовнішніх дефектів. За результатами апробації методології було уточнено вимоги та обмеження щодо зображення внутрішніх і зовнішніх дефектів на ідентифікаційних схемах.

З метою використання ідентифікаційних схем в навчальному процесі були розроблені приклади ідентифікаційних схем для різних груп чистоти смарагдів, рубінів та сапфірів синіх відповідно до ТУ У 36.2–21587162–002:2009 «Смарагди, рубіни, сапфіри сині, олександрити». Розроблені приклади ідентифікаційних схем були впроваджені в курс основного навчання «Атестація та експертна оцінка дорогоцінного каміння».

Отримані результати наукових досліджень покладені в основу розділів «Методики складання ідентифікаційних схем за результатами атестації дорогоцінного каміння на основі оптико-мікроскопічних досліджень». Методика буде впроваджена в практику експертної діяльності, зокрема під час проведення гемологічної експертизи на замовлення уповноважених органів, юридичних та фізичних осіб, що сприятиме захисту інтересів держави та прав споживачів, виробників, інших суб'єктів ювелірної галузі у сфері операцій з дорогоцінним камінням. Також методика буде використано під час проведення курсів основного і додаткового навчання ДГЦУ з питань оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння та впроваджено в освітню діяльність профільних навчальних закладів.

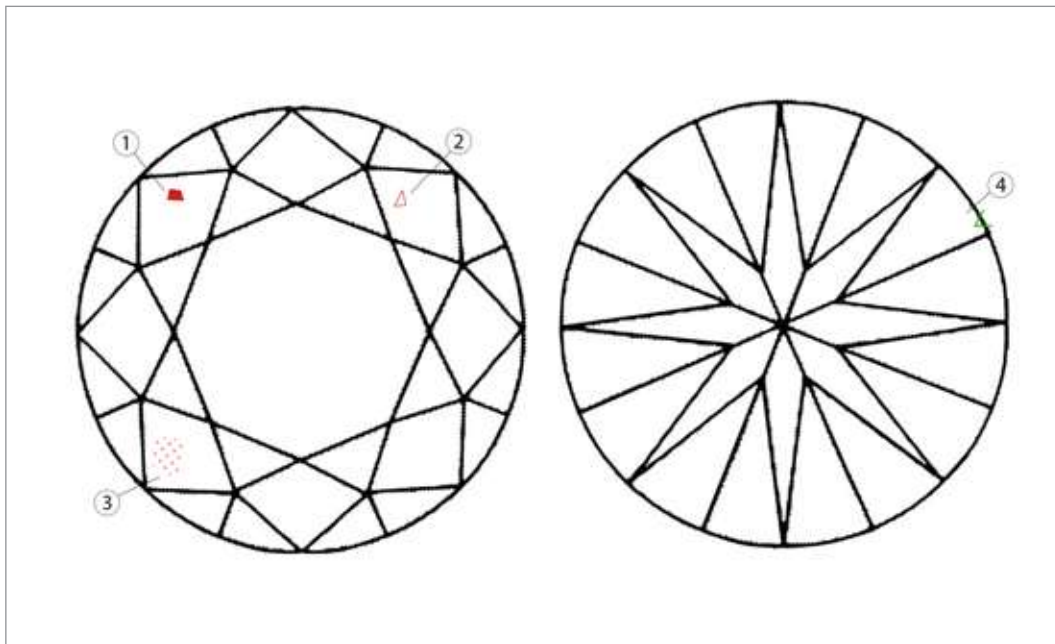
Теоретико-методологічною основою будь-яких науково-практичних рекомендацій є чітко сформована система понять і відповідних термінів. За результатами ННТР було проведено аналіз і узагальнення термінологічної інформації за тематикою оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння та створено проєкт «Термінологічного довідника з питань оптико-мікроскопічних досліджень дорогоцінного каміння».

Термінологічний довідник, в першу чергу, буде використаний як додатковий методичний матеріал для підготовки експертів-гемологів за напрямом «Атестація та експертна оцінка дорогоцінного каміння».

Довідник як етапне явище може стати базою подальших досліджень ДГЦУ в термінологічному напрямі.

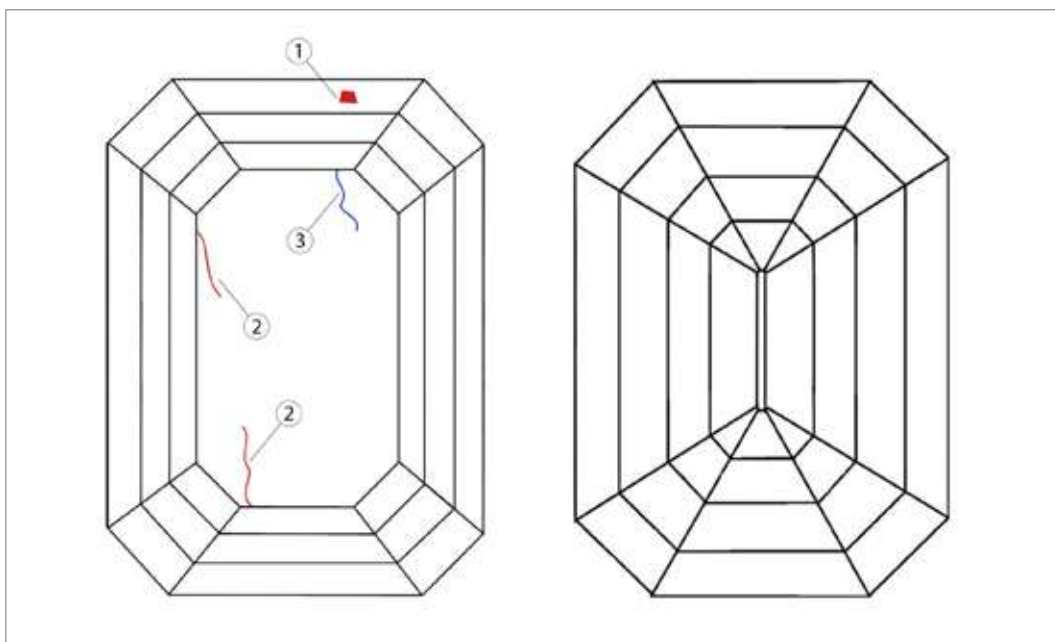
Результати ННТР будуть упроваджені в практику освітньої діяльності, а також використані під час проведення гемологічної експертизи на замовлення уповноважених органів, юридичних та фізичних осіб.

## Приклади ідентифікаційних схем



Рубін, група чистоти 1

- 1 – Кристалічне включення темне
- 2 – Негативний кристал
- 3 – Скупчення мілких точкових включень
- 4 – Викол



Смарагд, група чистоти 2

- 1 – Кристалічне включення темне
- 2 – Газово-рідинні включення
- 3 – Заповнена тріщина (З1 відповідно до ТУ У 36.2-21587162-002:2009)

Використані джерела

- Gübelin E.J., Koivula J. Photoatlas of Inclusions in Gemstones. Basel: ABC Edition, 1992. 532 p.
- Koivula J.I. Photographing inclusions. *Gems & Gemology*. 1981. Vol. 17. No. 3. Fall. P. 132–142.
- Koivula J.I. Shadowing: A new method of image enhancement for gemological microscopy. *Gems & Gemology*. 1982. Vol. 18. No. 3. Fall. P. 160–164.
- Koivula J.I. Photomicrography for gemologists. *Gems & Gemology*. 2003. Vol. 39. No. 1. Spring. P. 4–23.
- Koivula J.I. Photographing gems. *In Focus*. 2007. No. 7. September. P. 24–59.
- Renfro N. Digital photomicrography for gemologists. *Gems & Gemology*. 2015. Vol. 51. No. 2. Summer. P. 144–159.
- Беліченко О.П., Гаєвський Ю.Д., Ладжун Ю.І., Татарінцева К.В., Максютя О.В. Використання різних методів освітлення при оптико-мікроскопічних дослідженнях та фотографуванні включень у дорогоцінному камінні в практиці ДГЦУ. *Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння: зб. матеріалів X міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 05-06 листоп. 2020 р. Київ, 2020. С. 7-9.*
- Пагель-Тайсен В. Всё об оценке бриллиантов: практич. пособие. Издатель Т.В. Калюжная. Донецк-Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2008. 324 с.

References

- Gübelin E.J., Koivula J. Photoatlas of Inclusions in Gemstones. Basel. // A B C Edition. 1992. 532 p.
- Koivula J.I. Photographing inclusions. *Gems & Gemology*. 1981. Vol. 17. No. 3. Fall. P. 132–142.
- Koivula J.I. Shadowing: A new method of image enhancement for gemological microscopy. *Gems & Gemology*. 1982. Vol. 18. No. 3. Fall. P. 160–164.
- Koivula J.I. Photomicrography for gemologists. *Gems & Gemology*. 2003. Vol. 39. No. 1. Spring. P. 4–23.
- Koivula J.I. Photographing gems. *In Focus*. 2007. No. 7. September. P. 24–59.
- Renfro N. Digital photomicrography for gemologists. *Gems & Gemology*. 2015. Vol. 51. No. 2. Summer. P. 144–159.
- Belichenko O., Gaievskiy Y., Ladzhun Y., Tatarintseva K., Maksyuta O. Different lighting techniques use in optical microscopic studies and photography of precious stone inclusions in the SGCU practice. *Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stones: materials of the X Internat. scient.-pract. conf., Kyiv, 05-06 Novemb. 2020. Kyiv, 2020. P. 7-9. [in Ukrainian]*
- Pagel-Taisen V. Diamond Grading ABC. The Manual. Publisher T.V. Kalyuzhnaya. Donetsk-Dnepropetrovsk: ART PRESS. 2008. 324 p. [in Russian]

УДК 549.091:549.086:778.315

Е.П. Беліченко, кандидат геологических наук, руководитель отдела экспертизы драгоценного камня  
E-mail: lbgems@gmail.com

Ю.Д. Гаевский, главный специалист отдела экспертизы драгоценного камня  
E-mail: gud@gems.org.ua

Ю.И. Ладжун, кандидат геологических наук, главный специалист отдела экспертизы драгоценного камня  
E-mail: ladg1978@gmail.com

Е.В. Татаринцева, кандидат технических наук, главный специалист отдела экспертизы драгоценного камня  
E-mail: tatarintseva.k@gmail.com

О.В. Максютя, руководитель отдела информационно-аналитических систем, издательства и печати  
E-mail: oksana@gems.org.ua

Государственный геммологический центр Украины  
ул. Дегтяревская, 38–44, Киев, 04119, Украина

Совершенствование и оптимизация оптико-микроскопических исследований драгоценных камней в решении задач аттестации драгоценных камней

В статье рассматриваются результаты научно-исследовательской работы, посвященной усовершенствованию геммологической экспертизы и повышения качества геммологического образования на основе имплементации в экспертную и образовательную деятельность идентификационных схем по результатам аттестации драгоценных камней на основе оптико-микроскопических исследований.

Ключевые слова: оптико-микроскопические исследования, рубины, сапфиры синие, изумруды, включение, аттестация, идентификационная схема, внутренние дефекты, внешние дефекты.

UDC 549.091:549.086:778.315

O. Belichenko, Ph.D. (Geol.), Head of the Department of Examination of Precious Stones  
E-mail: lbgems@gmail.com

Yu. Gayevsky, Chief Specialist of the Department of Examination of Precious Stones  
E-mail: gud@gems.org.ua

Yu. Ladzhun, Ph.D. (Geol.), Chief Specialist of the Department of Examination of Precious Stones. E-mail: ladg1978@gmail.com

K. Tatarintseva, Ph.D., Chief Specialist of the Department of Examination of Precious Stones  
E-mail: tatarintseva.k@gmail.com

O. Maksyuta, Head of the Department of Information-Analytical System and Publishing  
E-mail: oksana@gems.org.ua

State Gemmological Centre of Ukraine  
38–44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

Improving and optimizing of gemstones optical microscopic studies during the gemstone grading procedure

The article discusses the results of research work on improving gemological expertise and improving the quality of gemological education based on the implementation of clarity plots in expert and educational activities based on the results of gemstone certification based on optical microscopic studies.

Keywords: optical-microscopic studies, rubies, blue sapphires, emeralds, inclusions, gemstone certification, clarity plots, internal defects, external defects.