

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОБСТАНОВКАХ СУБДУКЦИИ, КОЛЛИЗИИ И СКОЛЬЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



**Материалы VII Всероссийской конференции
с международным участием
15-18 сентября 2025 г.**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОБСТАНОВКАХ СУБДУКЦИИ, КОЛЛИЗИИ И СКОЛЬЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

VII Всероссийская конференция с международным участием

Владивосток, 15-18 сентября 2025 г.

Материалы конференции

Владивосток



2025

© ДВГИ ДВО РАН, 2025

ISBN 978-5-7444-5968-0

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FAR EAST GEOLOGICAL INSTITUTE
FAR EASTERN BRANCH
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

GEOLOGICAL PROCESSES IN THE LITHOSPHERIC PLATES SUBDUCTION, COLLISION AND SLIDE ENVIRONMENTS

VII Russian Scientific Conference with foreign participants

Vladivostok 15-18 September, 2025

Proceedings

Vladivostok



2025

© FEGI FEB RAS, 2025
ISBN 978-5-7444-5968-0

Председатель программного комитета академик А.И. Ханчук

Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит. VII Всероссийская конференция с международным участием, Владивосток, 15–18 сентября 2025 г. : материалы конференции / Дальневосточный геологический институт ДВО РАН. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2025. – 1 CD-ROM ; [403 с.]. – Загл. с титул. экр. – ISBN 978-5-7444-5968-0. – DOI <https://doi.org/10.24866/7444-5968-0>. – Текст. Изображения : электронные.

В представленных материалах конференции обобщены оригинальные фактические данные отечественных и зарубежных исследователей. Тематика докладов охватывает различные аспекты изучения геологических процессов в зонах субдукции и скольжения литосферных плит: динамику взаимодействия, геологическое строение, стратиграфию и литологию, особенности магматизма, метаморфизма и рудообразования. Обсуждаются данные, полученные с использованием математического моделирования, геофизических, спутниковых и других современных методов. По возрастному диапазону охвачена практически вся история Земли — от раннего докембрия до современности. Разносторонность представленных материалов позволяет комплексно охарактеризовать геологические процессы описываемых геодинамических обстановок.

Материалы опубликованы в авторской редакции. Авторы несут полную ответственность за достоверность приведенных сведений, отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность данных по цитируемой литературе. Некоторые материалы прошли техническое редактирование без извещения авторов.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:
процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ,
свободное место на винчестере 335 МБ; Windows (XP; Vista; 7 и т.п.)

Программное обеспечение:
Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог

Редакторы:
И.А. Александров, Л.Г. Бондаренко, Н.И. Екимова,
А.И. Малиновский, В.В. Раткин, А.А. Чащин

Дальневосточный федеральный университет
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10
Тел./факс: 8 (423) 226-54-43
E-mail: dvfutip@yandex.ru, prudkoglyad.sa@dvfu.ru

Изготовитель CD-ROM:
Дальневосточный федеральный университет,
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

Подписано к использованию 28.08.2025 г.
Объем 58,10 Мб. Тираж 10 экз.

РЕЗУЛЬТАТЫ U-PB ID TIMS ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТИТАНИТА И РУТИЛА ИЗ РУБИНСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛУК ЙЕН (СЕВЕРНЫЙ ВЬЕТНАМ)

**Е.Б. Сальникова¹, Ю.В. Плоткина¹, К.А. Кукса^{2,3}, А.Б. Котов¹,
М.В. Стифеева¹, С.В. Петров², Ю.М. Бронзова², П.Б. Соколов³**

*¹Институт геологии и геохронологии докембрия РАН,
г. Санкт-Петербург*

*²Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, e-mail: katerina.kuksa@spbu.ru;*

³ООО СОКОЛОВ, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Месторождение Лук Йен в северном Вьетнаме является важным источником рубинов и разноокрашенной благородной шпинели ювелирного качества. U-Pb ID TIMS методом нами был определен возраст титанитов и рутила из двух рубинсодержащих карбонатно-силикатных пород месторождения – силикатных мраморов Тан Линх и кальцифиров Фан Тань. Тесная пространственная и генетическая связь между выделениями рубина и титанита в этих породах позволяет рассматривать возраст последнего в качестве модельного возраста рубиновой минерализации. Для пород Тан Линх он составил ~37 млн лет и близко совпал с результатами предшествующих исследований. В то же время для кальцифиров Фан Тань возраст составляет 244 млн лет, что указывает на существование здесь более раннего этапа рубинообразования.

Рутил из пород Тан Линх характеризуется незначительным содержанием урана (2.2-2.9 мкг/г) и низкорadioгенным изотопным составом свинца, что не позволяет достоверно оценить его возраст. Возраст рутила из кальцифиров Фан Тань составляет 25 млн лет, что отражает, по всей вероятности, процесс охлаждения пород на нисходящей ветви метаморфического процесса.

U-PB ID TIMS DATING OF TITANITE AND RUTILE FROM RUBY-BEARING CALC-SILICATE ROCKS OF THE LUC YEN DEPOSIT (NORTHERN VIETNAM)

**E.B. Salnikova¹, Yu.V. Plotkina¹, K.A. Kuksa^{2,3}, A.B. Kotov¹,
M.V. Stifeeva¹, S.V. Petrov², Yu.M. Bronzova², P.B. Sokolov³**

*¹Institute of Precambrian geology and geochronology RAS,
St. Petersburg*

²*St. Petersburg State University, St. Petersburg,
e-mail: katerina.kuksa@spbu.ru*

³*SOKOLOV Ltd., St. Petersburg*

Abstract. The Luc Yen deposit from northern Vietnam represents an important source of high-quality ruby and multicolored gem spinel. Using the U-Pb ID-TIMS method, we have determined ages of titanite and rutile in ruby-bearing calc-silicate rocks from Luc Yen gem deposit – Tan Linh quarry and Phan Thanh occurrence. The close spatial and genetic relationship between ruby and titanite crystals in these rocks allows the age of the latter to be considered as a model age for ruby mineralization. Titanite from calc-silicate marbles of the Tan Linh quarry yields the age ~37 million years, closely matching previous results. However, titanite from Phan Thanh calciphyres crystallized approximately 244 million years ago, indicating the existence of an earlier stage of ruby mineralization within this area.

Rutile from calc-silicate marbles of the Tan Linh quarry has low uranium content (2.2-2.9 µg/g) and a low radiogenic lead isotopic composition, making reliable age determination difficult. The age of rutile from Phan Thanh calciphyres is approximately 25 million years, most likely reflecting the cooling of calc-silicate rocks during the retrograde stage of metamorphism.

Месторождение рубина и благородной шпинели Лук Йен расположено в провинции Йен Бай северного Вьетнама и приурочено к области распространения кальцитовых и кальцит-доломитовых мраморов, переслаивающихся с силлиманит-биотит-гранатовыми сланцами в пределах структурной зоны Ло Гам [2]. Оно широко известно в мире благодаря высококачественным рубинам и разноокрашенной благородной шпинели, которые поступают отсюда на мировой рынок с конца 70-х годов прошлого века [4].

Согласно литературным данным, рубин в пределах месторождения встречается как в виде изолированных кристаллов в мраморах, так и в виде линз и прожилков совместно с флогопитом, дравитом, маргаритом, пиритом, графитом и рутилом [1, 2, 4, 5]. Результаты Ar-Ar исследований сингенетичных рубину флогопита и мусковита позволили установить олигоценовый (30.8 – 33.8 млн лет) возраст рубиновой минерализации [2, 3]. Близкие значения 38 млн лет (U-Pb SHRIMP) были получены и для двух включений цирконов в единичном зерне рубина [2]. Однако определенные ограничения Ar-Ar метода и небольшая представительность результатов U-Pb исследований циркона потребовали проведения исследований других минералов-геохронометров (титанита и рутила).

Для U-Pb ID TIMS геохронологических исследований были отобраны образцы карбонатно-силикатных пород из двух проявлений рубиновой минерализации: мраморного карьера Тан Линх и проявления благородной

шпинели и рубина Фан Тань. В карьере Тан Линх рубин встречается в виде единичных зерен неправильной формы размером порядка 0.1-0.5 мм и их скоплений среди силикатных минералов (флогопита, фуксита, анортита и маргарита). Данные минералы образуют серии параллельно ориентированных прослоев розовато-зеленого цвета мощностью от <0.5 см до нескольких сантиметров в мелкокристаллических кальцитовых мраморах (рис. 1). Акцессорный титанит присутствует в виде единичных клиновидных зерен размером 0.1-0.2 мм, выделения которого приурочены к скоплениям зерен корунда. Также в основной массе породы присутствуют многочисленные зерна рутила бурого цвета неправильной, амебообразной формы, размер которых варьирует от 0.1 до 1 мм.

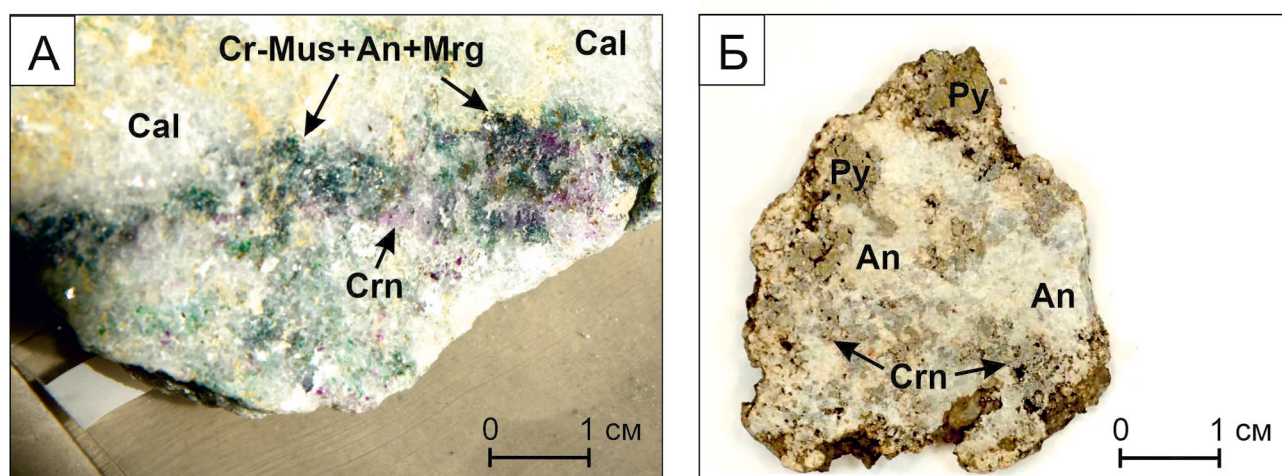


Рисунок 1. Рубинсодержащие карбонатно-силикатные породы месторождения Лук Йен.
А – прожилок розовато-зеленого цвета мощностью ~2.5 см, сложенный рубином, фукситом, анортитом и маргаритом в белом кальцитовом мраморе карьера Тан Линх (обр. V-19-10); Б – пирит-плагиоклазовый кальцифир с единичными зернами рубина из проявления Фан Тань (обр. V-44-08). Crn – рубин, Py – пирит, An – анортит, Cal – кальцит, Cr-Mus – фуксит, Mrg – маргарит.

Figure 1. Ruby-bearing carbonate-silicate rocks from the Luc Yen deposit.
A – pinkish-green veinlet (~2.5 cm thick) composed of ruby, chromian muscovite, anorthite, and margarite in white calcitic marble from the Tan Linh quarry (Spl. V-19-10); B – Calciphyre from Phan Thanh occurrence composed of pyrite and plagioclase with minor ruby grains (Spl. V-44-08). Abbreviations: Crn – ruby, Py – pyrite, An – anorthite, Cal – calcite, Cr-Mus – fuchsite, Mrg – margarite.

В кальцифирах проявления Фан Тань рубин встречается в карманах и гнездах в виде сростков многочисленных зерен размером порядка 0.5 мм (в скоплениях до 1 см), замещаемых по краям маргаритом. Матрица таких гнезд сложена практически полностью анортитом и пиритом, изредка встречаются реликты зерен кальцита неправильной формы. Акцессорные минералы представлены цирконом, титанитом и рутилом. Титанит встречается в виде слегка утолщенных трещиноватых зерен и прозрачных кристаллов размером от 0.1 до 1 мм. Обычно выделения титанита приурочены к границам зерен корунда и анортита, разбиты трещинами и замещаются рутилом, кальцитом и хрупкими слюдами. Зерна рутила наблюдаются в виде ксеноморфных выделений размером 0.3-0.5 мм, распространенных в основной массе породы среди чешуек маргарита.

Значение конкордантного U-Pb возраста титанита из силикатных мраморов карьера Тан Линх составляет 37 ± 0.2 млн лет (СКВО=2.3). Рутил из силикатных мраморов характеризуется незначительным содержанием урана (2.2-2.9 мкг/г) и малорадиогенным изотопным составом свинца, что не позволяет достоверно оценить его возраст. Титанит из кальцифиров Фан Тань характеризуется возрастной дискордантностью, а три точки его состава аппроксимируются дискордией, верхнее пересечение которой с конкордией соответствует возрасту 280 ± 78 млн лет (нижнее пересечение составляет 52 ± 76 млн лет, СКВО=0.107). Средняя величина $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраста титанита составляет 244 ± 10 млн лет (СКВО=0.67) и может быть использована в качестве оценки возраста его кристаллизации. Рутил из кальцифиров, как правило, характеризуется низкорадиогенным изотопным составом свинца, что затрудняет интерпретацию полученных U-Pb данных. В качестве предварительной оценки его возраста может быть использована величина его конкордантного возраста 25 ± 0.1 млн лет.

Пространственная приуроченность титанита к выделениям рубина позволяет использовать полученные значения в качестве возраста рубиновой минерализации. Значение возраста титанита 37 млн лет из силикатных мраморов карьера Тан Линх близко совпадает с оценками, полученными ранее другими исследователями [1–3], и традиционно связывается с высокоградиентным метаморфизмом вследствие столкновения Индийской и Евразийской плит и формирования Гималайского складчатого пояса. В то же время более древнее значение возраста 244 млн лет, полученное для кальцифиров Фан Тань, указывает на существование здесь более раннего этапа рубинообразования. Несмотря на сходство минерального состава карбонатно-силикатных пород карьера Тан Линх и проявления Фан Тань, полученные изотопные данные свидетельствуют о многоэтапности рубинообразования в пределах месторождения Лук Йен.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Garnier V., Giuliani G., Maluski H., Ohnenstetter D., Phan Trong T., Hoang Quang V., Long P.V., Schwarz D.** Ar–Ar ages in phlogopites from marble-hosted ruby deposits in northern Vietnam: evidence for Cenozoic ruby formation // *Chemical Geology*. 2002. V. 188. P. 33–49.
2. **Garnier V., Ohnenstetter D., Giuliani G., Maluski H., Deloule E., Phan Trong T., Pham Van L., Hoàng Quang V.** Age and significance of ruby-bearing marble from the Red River Shear Zone, northern Vietnam // *The Canadian Mineralogist*. 2005. V. 43. P. 1315–1329.
3. **Leloup P.H., Arnaud N., Lacassin R., Kienast J.R., Harrison T.M., Phan Trong T., Replumaz A., Tapponnier P.** New constraints on the structure, thermochronology, and timing of the Ailao Shan-Red River shear zone, SE Asia // *Journal of Geophysical Research*. 2001. V. 106. Iss. B4. P. 6683–6732.

4. **Long P.V., Giuliani G., Garnier V., Ohnenstetter D.** Gemstones in Vietnam: a review // Australian Gemmologist. 2004. V. 22. N 4. P. 162–168.
5. **Long P.V., Pardieu V., Giuliani G.** Update on gemstone mining in Luc Yen, Vietnam // Gems and Gemology. 2013. V. 49. N 4. P. 15.