

ИССЛЕДОВАНИЯ КАФЕДРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ ФАКУЛЬТЕТА ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ БГУ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ ПЕТРОГРАФИИ И МИНЕРАЛОГИИ

УДК 550.4.08:552.124.3

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ДИАБАЗОВОГО ОБЪЕКТА БЕЛАРУСИ (ПО ДАННЫМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ, МИКРОЗОНДОВОГО АНАЛИЗА И ЦИФРОВОЙ ПЕТРОГРАФИИ)

В. П. Самодуров¹, В. Э. Кутырло², Е. А. Тойбнер¹, С. В. Гусакова³

¹Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; vladimir_samodurov@tut.by

²ООО «Белгеопоиск», пр-т Независимости 169, 220114 Минск, Республика Беларусь

³Белорусский государственный университет, физический факультет,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь

Определены концентрации лантаноидов и урана в метасоматитах Диабазового объекта Беларуси методами сканирующей электронной микроскопии и микрозондового анализа. Дана характеристика структурных особенностей и закономерностям распределения редкоземельных элементов в изучаемых породах.

Ключевые слова: лантаноиды; гидротермальный метасоматоз; цифровая петрография.

The concentrations of lanthanides and uranium in metasomatic rocks of Diabase field of the Belarus have been defined by the SEM-EDX analysis and digital petrography. The characteristic of the structure features and distribution of rare earth elements and uranium is presented in this paper.

Key words: lanthanides; hydrothermal metasomatism; digital petrography.

Диабазовое редкометальное месторождение расположено в пределах Микашевичско-Житковичского выступа кристаллического фундамента Беларуси. Основными рудными компонентами месторождения являются Be и редкоземельные элементы [1]. Научный интерес вызывают формы и закономерности распределения лантаноидов в изучаемых породах. Были исследованы два образца керна диабазов № 65, 66. Изучение этих образцов выполнены с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM) с энергодисперсионным микрозондовым анализом (EDX) на сканирующем электронном микроскопе LEO. EDX-анализатор позволяет исследовать химический состав изучаемых объектов начиная с В с разрешением 131 eV. Перед исследованиями методом SEM-EDX изучаемый керн был распилен на две половинки, и плоские поверхности были исследованы методами цифровой макро-петрографии. Комбинация макро-петрографии и SEM позволяет исследовать образцы при разном увеличении и поле зрения. Цифровая петрография охватывает всю поверхность образца, а SEM – ограниченную поверхность, но с большим увеличением.

Цифровая макро-петрография. На рис. 1 представлены цифровые фотографии плоской поверхности керна после распиливания обр. № 65, 66. Слева приведены исходные цифровые фотографии, а справа – изображения в канале S (насыщенность) цветового пространства HSB. Можно видеть, что изучаемые породы являются метасоматитами с неравномерным замещением исходных пород по зонам дробления и трещиноватости.

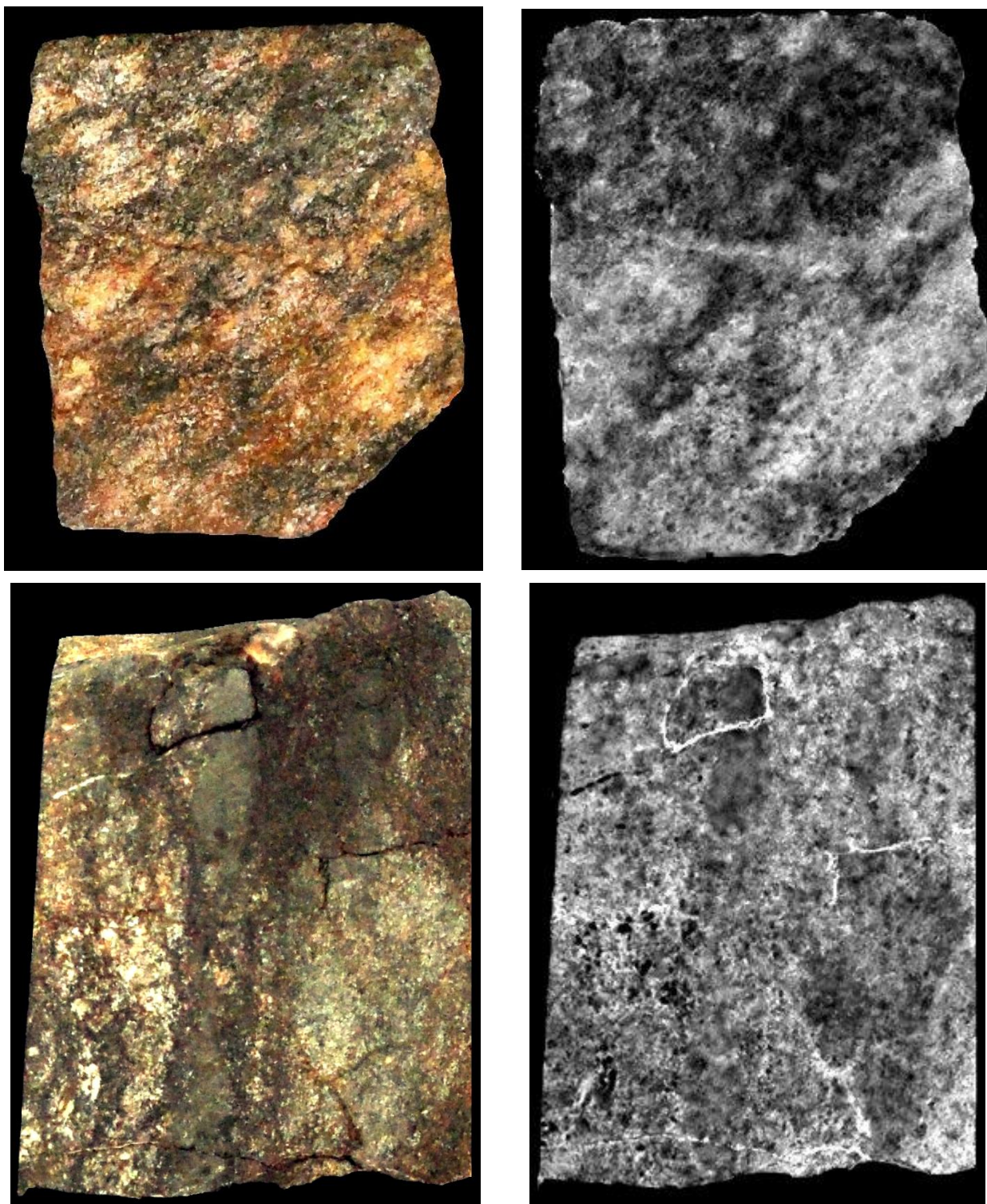


Рисунок 1 – Цифровые фотографии обр. № 65 (вверху, длина 70 мм) и № 66 (внизу, длина 75 мм)
Справа – изображения техже образцов в канале S (насыщенность) цветового пространства HSB.

На увеличенном изображении обр. № 66 (рис. 2) выделены окатанные обломки манганита $MnO(OH)$. Можно видеть, что светлые зёрна вторичных метасоматических минералов частично замещают манганит (показано стрелкой). Это замещение развито не во всём обломке, а приурочено к участку дробления манганита.



Рисунок 2 – Участок цифровой фотографии обр. № 66

Выделены окатанные обломки манганита $MnO(OH)$. Светлые метасоматические минералы частично замещают манганит по трещинным зонам (показаны стрелкой). Размер поля зрения 15 мм.

Зоны тектонического дробления особенно благоприятны для активизации гидротермально-метасоматических процессов, т. к. способствуют проникновению флюидов в породный массив. Частичное замещение манганита свидетельствует о том, что метасоматоз проходил после катаклаза – сначала образовывался катаклазит, а затем по зоне дробления формировались метасоматиты. Метасоматоз в данных породах носит пятнистый характер. Отмечаются осветлённые участки с глубоким преобразованием исходной породы и менее преобразованные участки.

Эффект приуроченности метасоматических минералов к зонам дробления показан на рис. 2, 3. На рис. 3а микротрещина выделяется в виде светлой полосы, т. к. метасоматоз здесь прошёл наиболее глубоко. Наоборот, в пределах выделенного участка видны тёмные частицы, незатронутые метасоматическими преобразованиями. Метасоматоз здесь начинается в дисперсной основной массе диабаз, и выделяется осветлёнными зонами в структуре породы. На рис. 3б видно, что обломки породы более устойчивы к метасоматическим процессам и сохраняются, в то время как катаклазированная основная масса подвергается изменениям в существенной мере.

Гидротермально-метасоматические минералы в обр. № 65, 66 образуют рассеянную и пятнистую вкрапленность в породах и характеризуются в основном дисперсными частицами. Дисперсность минералов требует для их изучения современных методов исследования пород и минералов, включая сканирующую электронную микроскопию с микрозондовым анализом.

Сканирующая электронная микроскопия и микрозондовый анализ метасоматитов. На рис. 4 представлена микрофотография сканирующей электронной микроскопии (SEM) обр. № 65. Специфической особенностью этого метода является зависимость яркости частиц от химического состава изучаемого объекта. Минералы, состоящие из лёгких химических элементов, выглядят тёмными на микрофотографиях SEM и наоборот, минералы, содержащие тяжёлые химические элементы, выглядят светлыми. Подавляющее большинство породообразующих минералов в природе состоят из лёгких элементов. Поэтому эти минералы обладают

низкой или умеренной яркостью на микрофотографиях SEM. Рудные минералы состоят в основном из средних и тяжёлых химических элементов и поэтому хорошо выделяются в SEM повышенной яркостью. Таким образом, на рис. 4 можно видеть, что рудные минералы рассеяны в обр. № 65 и представлены дисперсными минералами.

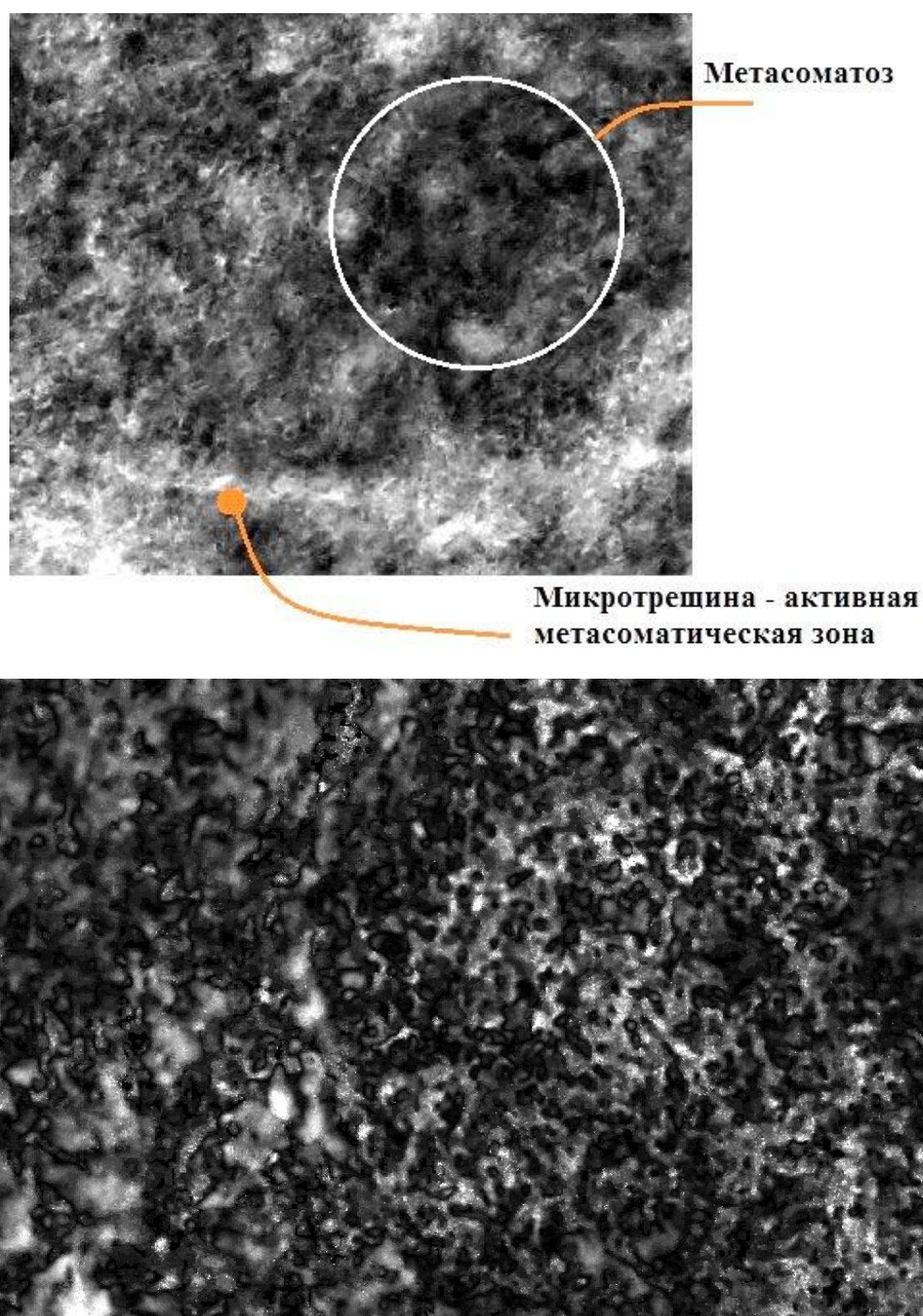


Рисунок 3 – Микрофотографии поверхности обр. № 66
в канале насыщенности S цветового пространства HSB

Активная зона метасоматоза, приуроченная к микротрещине и начальный метасоматический процесс (вверху).
Внизу – метасоматический процесс в диабазе. Размер поля зрения 4,40 мм.

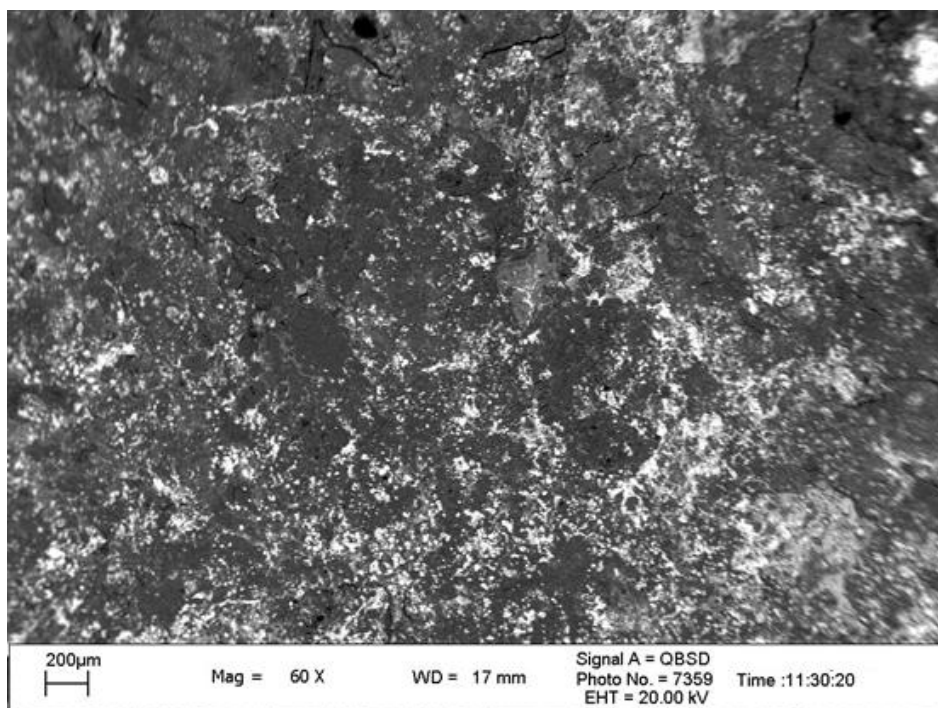


Рисунок 4 – Микрофотография SEM обр. № 65

На рис. 5 показано три уровня яркости минералов в образце № 65. Точка 1 соответствует порам и микротрещинам, в которых вообще отсутствует минеральная фаза. Точки 2 и 3 соответствуют минералам, состоящим из лёгких и средних элементов.

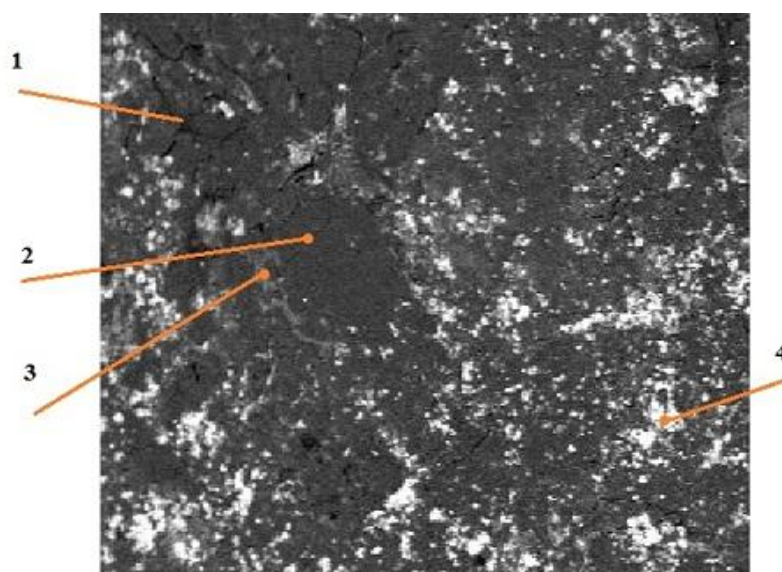


Рисунок 5 – Три уровня яркости минералов на микрофотографиях SEM

1 – поры в породе, 2 – минерал, состоящий из лёгких элементов, 3 – минерал, состоящий из средних элементов, 4 – минерал, состоящий из тяжёлых элементов. Размер поля зрения 3,5 мм.

Минеральная фаза 3 светлее, чем минерал 2 и образует каёмки, а также выполняет межзерновое пространство между минералами 2. Эта разница связана с тем, что более светлая фаза 3 содержит в своём составе железо (Fe 55,8 ат. е. м), а вкрапленники минерала 2 являются алюмосиликатами (плагиоклазами), и, поэтому, они темнее. Точка 4 имеет высокую яркость и

соответствует минералам, в состав которых входят тяжёлые химические элементы. Эти минералы являются рудными, содержащими тяжёлые элементы.

На рис. 6 приведён энергодисперсионный спектр обр. № 65 и таблица его химического состава. Можно видеть, что порода состоит из силикатов, а рудные компоненты породы содержат U и Ce. Ce имеет атомную массу 140, а U – 238. Именно эта особенность и выделяет минералы тяжёлых элементов в виде светлых компонентов в составе породы.

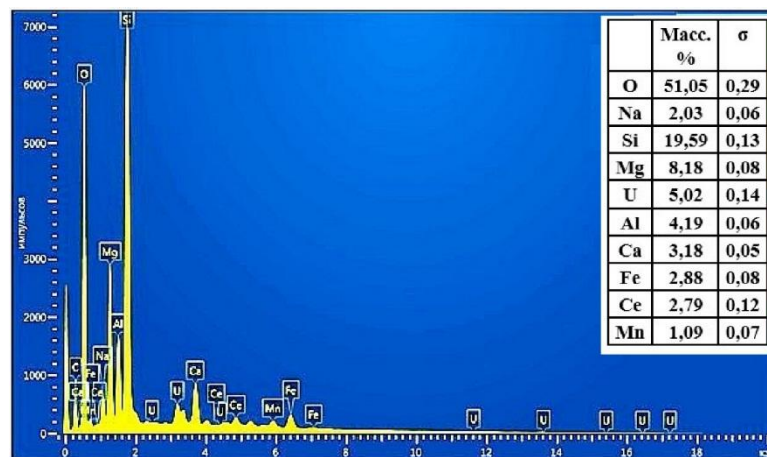


Рисунок 6 – Энергодисперсионный спектр EDX и химический состав валовой пробы обр. № 65

На рис. 7 представлена увеличенная микрофотография SEM обр. № 65. Можно видеть, что рудные компоненты сосредоточены в основной массе породы, а вкрапленники более устойчивы к метасоматозу. Это свидетельствует о том, что гидротермальные явления и метасоматоз в первую очередь развиваются в основной массе пород по зонам дробления.

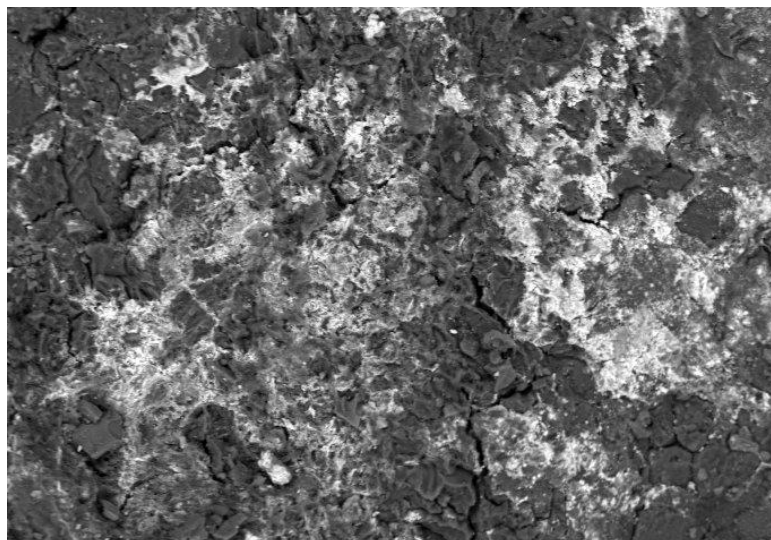


Рисунок 7 – Микрофотография SEM обр. № 66.

Рудные минералы сосредоточены в межзерновом пространстве породы. Размер поля зрения 4,5 мм.

На рис. 8 можно видеть, что некоторые минеральные зёрна ассимилированы в существенной мере или полностью и замещаются метасоматическими минералами, в т. ч. с удлинённым габитусом микрокристаллов (фибробластовая микроструктура), а другие зёрна более устойчивы.

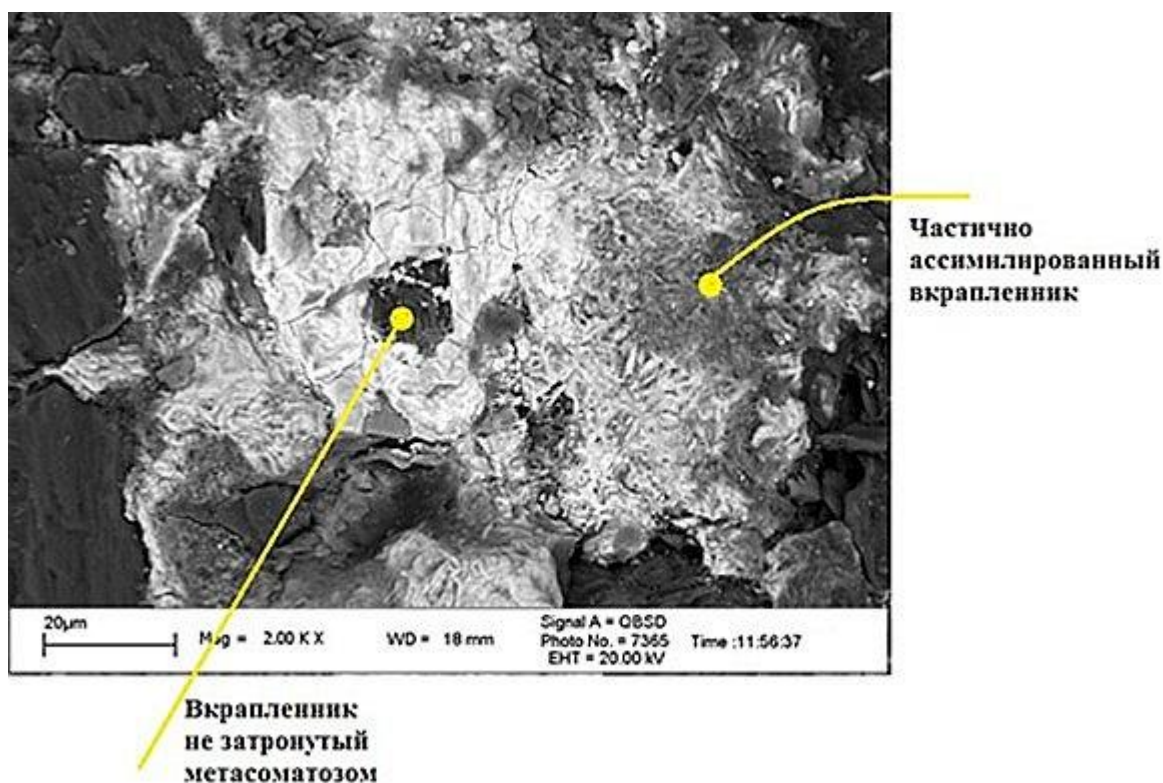


Рисунок 8 – Микрофотография SEM обр. № 66
Разная устойчивость вкрапленников в зоне метасоматоза.

Закключение. В результате рассмотрения микроструктуры и микротекстуры фотографий SEM выявлено, что рудные минералы состоят из тяжёлых химических элементов (лантаноидов и U). Рудные минералы – дисперсные и не образуют крупных кристаллов. Рудная минерализация приурочена в основном к системам микротрещин в зонах дробления диабазов.

Библиографические ссылки

1. Экологический портал Республики Беларусь. Бериллий и редкоземельные элементы [Электрон. ресурс]. URL: ecportal.gov.by/nedra/mineralno-syrevaya-baza/perspektivnye-poleznye-iskopaemye/berilliy-i-redkozemelnye-elementy (дата обращения: 17.11.2021).

УДК 552.2

РАЗРАБОТКА АТЛАСА ЦИФРОВЫХ МИКРОФОТОГРАФИЙ ШЛИФОВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ I-51 01 01 «ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫ»

Е. А. Тойбнер, Л. Р. Федотова

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; manul1994@mail.ru

На современном этапе развития цифровой петрографии появилось новое направление – виртуальная петрография, открывающее возможности в сфере университетского образования для геологи-