

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОПТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Петров М.С.^{1,2}, Нурканов Е.Ю.², Кадушников Р.М.²

¹ Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия, tr@siams.com

² ООО «СИАМС», Екатеринбург, Россия, nurkanov@siams.com

Микроскопия является базовым инструментом для задач петрографии, минераграфии и минералогии. Метод количественного исследования с использованием оптических или растровых электронных микроскопов именуется оптико-геометрическим методом [Башлыкова и др. 2005]. В силу большей доступности оптическая микроскопия является более распространенной, но имеет ограничения физического характера в части разрешающей способности и оптических свойств минералов.

В отражённом свете идентификация минералов с высокой отражательной способностью ($K > 15\%$) и контрастными оптическими свойствами на цифровых изображениях выполняется каноническими методами анализа изображений с помощью пороговых функций сегментации (выделения) пикселей с одинаковыми цвето-яркостными характеристиками с последующей постобработкой. В то же время нерудные минералы обладают низкой отражательной способностью ($K < 4\%$) и контрастностью, что затрудняет их анализ в отраженном свете одновременно с рудными минералами. Проблема решается методами поляризационного контраста в проходящем свете, однако требует изготовления прозрачных шлифов.

В ряде допустимых случаев для сегментации нерудных и слабоконтрастных минералов в от-

раженном свете предлагается технология глубокого машинного обучения. Данная технология была опробована на образцах сульфидных руд с высоким содержанием нерудных минералов и образцах нефелин-апатитового продукта. В частности, для случая нефелин-апатитового продукта была использована нейросеть типа image segmentation, обученная на выборке из 20 изображений (2480 x 2000 пикс.) с размеченными в специализированном ПО «Минерал С7» [2] экспертом зернами нефелина. Затем обработка изображений на обученной нейросети были встроены в ПО «Минерал С7» (рис. 1).

Таким образом, в несколько раз повысилась производительность количественного анализа, поскольку нефелин, не выделяемый каноническим способом, с минимальными потерями выделяется обученной нейросетью в ПО «Минерал С7».

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологические аспекты рационального недропользования: роль технологической оценки в развитии и управлении минерально-сырьевой базой страны. Т.В. Башлыкова и др. Под науч. ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2005. 576 стр.
2. Руководство пользователя ПО «Минерал С7» ООО «СИАМС», 47 стр.

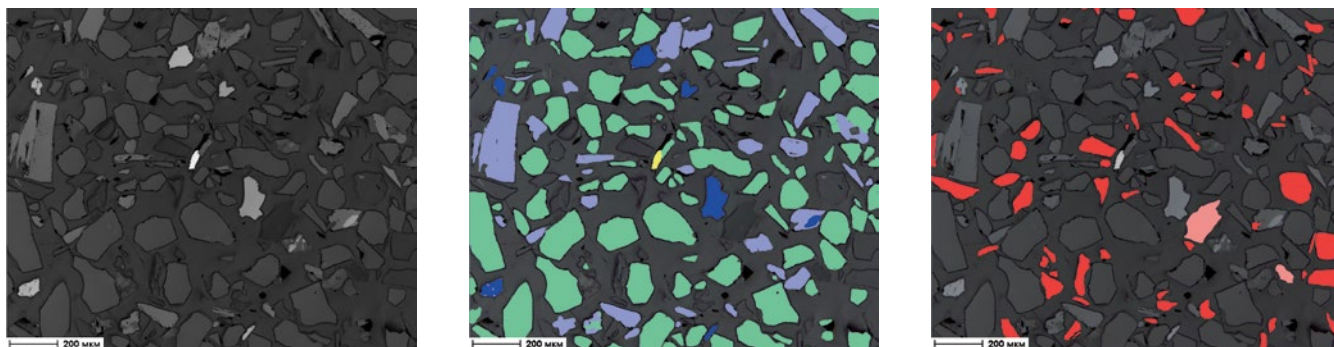


Рис. 1 Изображения участка полированного брикета нефелин-апатитового продукта
(а – исходное; б – с выделенными ильменитом, титанитом, эгирином, апатитом;
в – с выделенным с помощью обученной нейросети нефелином)