

УДК 552.086

ЦИФРОВАЯ ПЕТРОГРАФИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБРАБОТКЕ И АНАЛИЗЕ ШЛИФОВ МИНЕРАЛОВ ГОРНЫХ ПОРОД

А. А. Калина, В. П. Самодуров

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, aleksandrkalina2006@gmail.com, samodurov@bsu.by*

Изучена проблема отсутствия современных методов по качественному анализу шлифов горных пород и минералов, обработке и описанию тончайших срезов. Основной целью работы является рассмотрение вопроса об эффективном использовании нейросетей, их обучение и внедрение в петрографию для развития качественного цифрового метода анализа и постепенного ухода от использования трудоемкого человеческого труда в данном вопросе. Как итог, минимизация погрешности и увеличение точности конечного результата при обработке данных исследуемых шлифов горных пород.

Ключевые слова: цифровая петрография; нейронные сети; обучение нейросетей; шлиф.

DIGITAL PETROGRAPHY. USE OF NEURAL NETWORKS IN THE PROCESSING AND ANALYSIS OF MINERALS ROCK THIN SECTIONS

A. A. Kalina, V. P. Samodurov

*Belarusian State University, Nezavisimosti Ave., 4,
220030, Minsk, Belarus, aleksandrkalina2006@gmail.com, samodurov@bsu.by*

The problem of the lack of modern methods for the qualitative analysis of minerals rock thin sections, processing and description of thin sections has been studied. The main goal of the work is to consider the issue of the effective use of neural networks, their training and implementation in petrography for the development of a high-quality digital method of analysis and a gradual shift away from the use of labor-intensive human labor in this matter.

Keywords: digital petrography; neural networks; neural networks learning; thin slice.

Введение. Петрография – наука, описывающая горные породы и составляющие их минералы [1]. На протяжении всей истории данной науки и основную описательную роль и все камеральные работы выполнял и выполняет человек. Начиная от выполнения первичных работ по сбору материалов, описания, структурирования информации и заканчивая анализом собранных данных, практически все этапы

выполняются вручную человеком, используя цифровые технологии лишь для упрощения систематизации данных [2]. Ресурсы цифровых технологий, предоставленных нам и находящихся практически в свободном доступе, в петрографии не просто не раскрыты, но даже были отвергнуты рядом специалистов в этой области. Однако современные цифровые технологии развиваются с невероятной скоростью, с каждым днем появляется все больше возможностей по расширению функционала цифровых программ, а, значит, появляется пространство для адаптации различных программ в новые сферы научной и исследовательской деятельности. В последнее время все большую популярность, как в общественных массах, так и в научной сфере набирают так называемые нейронные сети. И, не спроста, ведь обученные нейронные сети уже способны выполнять различного рода задачи, порой неподвластные человеческому мозгу.

Нейронные сети. Основной принцип работы нейронных сетей. Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС, или просто нейросеть) — сложная математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Детальный принцип создания нейронных сетей до конца неизвестен и держится в определенной секретности. Однако основной принцип работы нейросетей понятен. По своей сути, нейросеть – это цифровое воплощение устройства биологических нейронов, например, тех, что находятся и функционируют в головном мозге человека. Тем не менее нейросети не обладают никакой биологической составляющей, ведь это всего только сложная математическая модель преобразованная и структурированная благодаря аппаратному и программному воплощению в понятный для человека механизм. Однако, невозможно не заметить сходство между устройством нейросетей и человеческим мозгом. Клетки человеческого мозга, называемые нейронами, образуют сложную сеть с высокой степенью взаимосвязи и посылают друг другу электрические сигналы, обрабатывая информацию. Примерно по похожему принципу работают и ИНС (рис. 1). Можем сделать вывод, что нейросети способны представлять интерес в различных отраслях научной деятельности человека. Исключением не является и наука петрография.

Этапы внедрения нейронных сетей в петрографию. Таким образом, практически бесспорным является утверждение о том, что нейросети способны выполнять ряд сложных задач (пока что в цифровом плане) не хуже, а, быть может, и лучше человека. Из этого следует, что ИНС можно внедрять и для анализа геологических, а если быть точным, петрографических данных. Конечно, такая процедура будет протекать в несколько этапов:

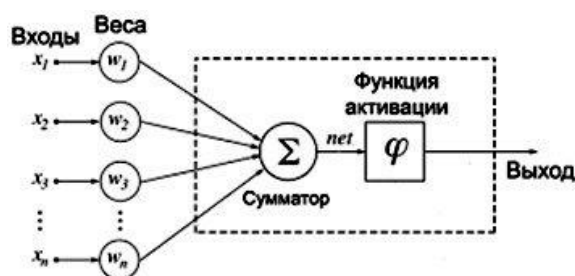


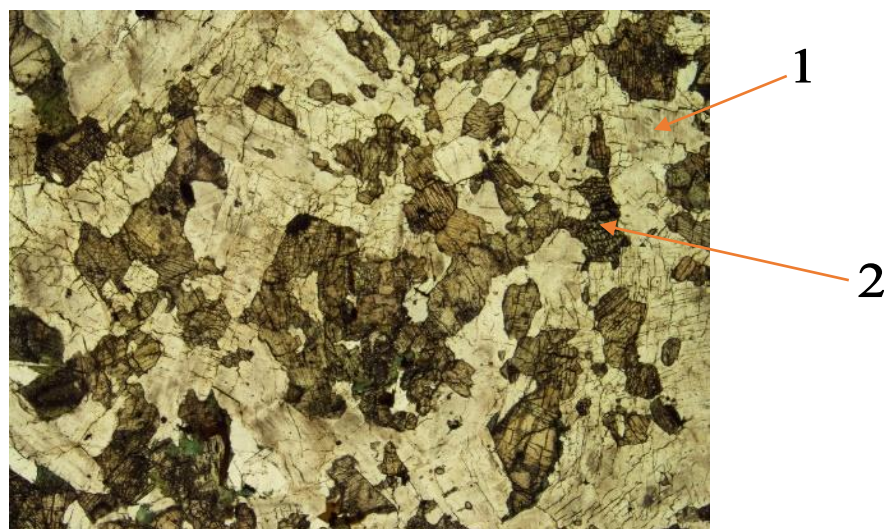
Рис.1. Схема искусственного нейрона

- обучение нейросетей на основе подготовленной базе данных;
- испытание искусственных нейронных сетей;
- непосредственное внедрение и использование нейронных сетей.

Первый важный этап по внедрению нейросетей в цифровую петрографию — это обучение ИНС. Пожалуй, это самый трудоемкий и сложный этап. Все дело в том, что нейросети точно также обучаются, как маленький ребенок познает мир. Конечно, генезис и само протекание данного процесса у ребенка и нейросетей абсолютно разные несмотря на то, что принцип несколько схож. Любая искусственная нейронная сеть должна пройти этап обучения. Для этого создается специальная база данных, на основе которой нейросеть благодаря различным командам, программам и участию человека спустя огромное множество попыток постепенно обучается. Применительно к цифровой петрографии, мы должны «прогнать» через нейросеть огромное количество фотографий шлифов горных пород. Каждая такая фотография будет иметь свой «флаг», пометку с описанием, благодаря которой нейросеть будет постепенно обучаться на основании реальных фотографий (рис. 2).

Таким образом, каждая фотография будет нести определенный смысл, описание, которое нейросеть запомнит и в дальнейшем, при выдаче ИНС правильной информации, нам нужно лишь подтвердить ее. Если же нейросеть будет делать ошибки, придется увеличить количество «тренировочной» информации или изменить ее смысл, так до тех пор, пока нейросеть не начнет выдавать правильные ответы.

После успешного основного этапа прохождения обучения нейронной сети, ее постепенно нужно начинать испытывать на реальных образцах шлифов, давать различные задания. При этом процесс обучения еще не окончен, данные процессы должны протекать параллельно.



Примечание. Цифры 1–2 – минералы разного цвета, на которые нейросеть обращает внимание и запоминает цвета благодаря прикрепленному описанию.

Рис. 2. Микрофотография шлифа

При успешном прохождении последних двух этапов, нейросети можно внедрять для постоянного использования. Конечно, это должно произойти только после того, как погрешность и количество ошибок будет на уровне или не будет превышать показатели такой же работы, выполненной человеком [3]. Как только значение погрешности обработки данных нейросетью сравняется со значением погрешности при обработке данных человеком, можно будет увеличивать объемы информации по анализу и обработке данных для нейросети.

Положительные и отрицательные стороны использования нейросетей в цифровой петрографии. Оценка рисков. Использование ИНС в петрографии, безусловно, ознаменует новый этап развития данной науки. Однако в данном вопросе можно выделить положительные и отрицательные стороны. К положительным относятся: многократное ускорение процесса анализа и обработки данных шлифов горных пород; увеличение точности обработки данных и минимизация среднеквадратичного отклонения (StdDev) текущего выхода перцептрона и желаемого выхода [4]; упрощение проведения камеральных работ для персонала, снижение человеческого присутствия при обработке данных, как итог минимизация ошибок и погрешности из-за человеческого фактора.

Отрицательные стороны: трудоемкий и долговременный этап обучения нейросетей; снижение значимости человека при таких работах, что может привести к сокращению и потери рабочих мест персонала; зависимость точности результата от качества исходных данных.

Следует отметить, что риски использования нейросетей в цифровой петрографии минимальны.

Вывод. ИНС являются оптимальным решением по развитию цифровой петрографии [5]. Нейросети способны качественно обрабатывать данные на основе фотографий шлифов горных пород, что в разы ускоряет процесс анализа данных и уменьшает вероятность погрешности и вывода ошибочного результата при проведении таких работ.

Библиографические ссылки

1. *Вильямс Х., Гилберт Ч. М., Тернер Ф. Дж.* Петрография. Введение в изучение горных пород в шлифах. Москва : Изд-во иностр. лит., 1957.
2. Петрографический атлас метаморфических и магматических пород кристаллического фундамента Беларуси. Кн.1 / А. А. Толкачикова, Н. В. Аксаментова, М. П. Гуринович, О. А. Пискун, О. Ю. Носова. Минск : Нац. библ. Беларуси, 2018.
3. *Василенок Е. А.* Структурно-текстурные особенности магматических и метаморфических пород по данным цифровой петрографии. Магистер. работа, БГУ, географ. фак., каф. динам. геологии; науч. рук. В. П. Самодуров. Минск, 2017.
4. *Василенок Е. А., Самодуров В. П.* Количественный анализ цифровых изображений горных пород // Современные проблемы геологии, геохимии и поисков месторождений полезных ископаемых : материалы Международ. науч. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. акад. К. И. Лукашёва (1907–1987), 23–25 мая 2017 г., Минск / Отв. ред. О. В. Лукашёв : в 2 ч. Минск : Право и экономика, 2017. Ч. 2. С. 4–6.
5. *Самодуров В. П., Василенок Е. А., Еленский Ю. Н., Ероховец А. М.* Цифровая ультрафиолетовая петрография: методические подходы и приложения // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2020. № 1. С. 86–94.