

УДК 551.1

DOI:10.35597/2313-545X-2019-5-4-7

ВОКРУГ МАНАСЛУ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСКУРСИЯ В ВЫСОКИЕ ГИМАЛАИ**К.А. Новоселов, Е.В. Белогуб, Е.Д. Зенович***Южно-Уральский федеральный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Институт минералогии, г. Миасс, Челябинская обл., 456317 Россия; const31@yandex.ru***AROUND MANASLU: GEOLOGICAL FIELD TRIP IN GREAT HIMALAYA****K.A. Novoselov, E.V. Belogub, E.D. Zenovich***South Urals Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology UB RAS, Institute of Mineralogy, Miass, Chelyabinsk district, 456317 Russia; const31@yandex.ru*

Рассмотрено геологическое строение Высоких Гималаев на традиционном трекинговом маршруте вокруг Манаслу. Маршрут пересекает последовательность высокометаморфизованных пород, сформированных в ходе коллизии Индийской и Тибетской плит.

Илл. 3. Библ. 10.

Ключевые слова: Высокие Гималаи, Манаслу.

The paper briefly describes the geological structure of the High Himalaya in traditional trekking route around the town of Manaslu. The route crosses the sequence of highly metamorphosed rocks formed during collision of the Indian and Tibetan plates.

Figures 3. References 10.

Key words: High Himalaya, Manaslu.**Введение**

Вершина Манаслу (8163 м) совместно с вершинами Даулагери и Аннапурной формирует единый высокогорный массив, расположенный в северной части центрального Непала (рис. 1). Этот восьмой по высоте восьмитысячник планеты впервые был покорен японской экспедицией в 1956 г. Первые заметки о геологии и петрографии пород района были представлены С. Хашимото (Hashimoto, 1959), который был участником экспедиции.

Маршрут вокруг Манаслу является одним из множества трекинговых маршрутов в Непале. Он был пройден весной 2014 г. авторами статьи. Маршрут начинается в д. Арагат (*Arughat-Bazar*), проходит по долине р. Буди-Гандаки (*Buddhi-Gandaki*) до ее истоков. Далее, миновав перевал Ларкья (*Larkya-La*, 5160 м), тропа спускается в долину р. Дудх (*Dudh-Khola*) и далее – долину

р. Марсянди (*Marsyandi*) и проходит до г. Беси-Сахар (*Besi-Sahar*). Общая длина пути составляет около 177 км. В геоморфологическом отношении маршрут охватывает разнообразные формы рельефа Гималаев, в геологическом – затрагивает структуры Малых Гималаев, Главного Центрального разлома, Высоких Гималаев и Тетис-Тибетской зоны.

О Гималаях

Гималаи являются наиболее молодой горной системой мира. Они начали формироваться при коллизии Индийской и Евразийской плит примерно 55 млн лет назад. Современное движение Индийской плиты в северном направлении со скоростью около 5 см/год приводит к продолжающемуся росту горной системы, а также сейсмической активности региона. Предложенная А. Гансером (1964) систематика Гималаев включает в себя пять



Рис. 1. Непальские Гималаи на снимке Google Earth (А) и региональная позиция района Манаслу (Б).

Fig. 1. The Nepalese Himalayas in the Google Earth image (A) and the regional position of the Manaslu district (B).

продольных сегментов (Пенджабские, Кумаонские, Непальские, Сикким-Бутанские и Ассамские Гималаи) и пять поперечных зон: 1) долина р. Ганг; 2) Субгималаи, 3) Малые Гималаи, 4) Высокие Гималаи и 5) Гималаи Тибет-Тетиса.

Субширотно протягивающиеся зоны почти параллельны друг другу и отличаются литологией, структурой и геологической историей (Stocklin, 1980; Upreti, 1999; Dhital, 2015). Зоны разделены разломами: Главный Фронтальный разлом (*Main Frontal Thrust, MFT*) отделяет Субгималаи от долины Ганга, Главный Пограничный разлом (*Main Boundary Thrust, MBT*) отделяет Малые Гималаи от Субгималаев, Главный Центральный разлом (*Main Central Thrust, MCT*) отделяет Малые Гималаи от Высоких Гималаев, а Южно-Тибетская система разрывов (*South Tibetan Detachment System, STDS*) маркирует границу Высоких Гималаев и Гималаев Тибет-Тетиса.

Геология района

Рельеф района (рис. 2) обусловлен продолжающимися орогенными процессами при активном участии флювиальных, перигляциальных и гляциальных агентов. Субгималаи представлены мощной (6000 м) последовательностью неметаморфизованных миоцен-плейстоценовых синорогенных осадков группы Сивалик. Эта группа содержит аргиллиты и глинистые сланцы с подчиненным количеством песчаников и конгломератов, отлагавшихся в передовом прогибе Гималаев (Parsons et al., 2016). Толща Малых Гималаев, залегающая выше Субгималаев, сложена осадочными породами мезопротерозоя-раннего палеозоя, которые в

районе относят к группе Нижний Навакот. Филлиты этой группы картируются в районе д. Арагат, где Главный Центральный разлом разделяет Низкие Гималаи и Высокие Гималаи (рис. 3). Разлом имеет простирание примерно СЗ-ЮВ и падение на северо-восток. Породы группы Нижний Навакот характеризуются низкой степенью метаморфизма и сильно деформированы.

К северу от Арагата появляются метаморфические породы Высоких Гималаев, залегающие выше филлитов Малых Гималаев, представляющих собой метаморфическое ядро Гималайского орогена. В регионе Даулагири-Аннапурна-Манаслу ГН может быть разделена на нижнюю и верхнюю толщу, а также систему Южно-Тибетского разрыва (*South Tibetan Detachment System, STDS*).

Нижняя толща Высоких Гималаев имеет приблизительную мощность 4800–6000 м и состоит из средне- до сильнометаморфизованных осадочных пород с протолитами, эквивалентными комплексу Навакот (Parsons et al., 2016). В основании разреза толща состоит из кварцитов, метапелитов, филлитов и очковых ортогнейсов. В верхней части толщу слагают кварциты, мрамора, доломитовые мрамора, кристаллические сланцы. Степень метаморфизма возрастает снизу вверх от хлоритовой субфации зеленосланцевой фации до гранатовой субфации амфиболитовой фации.

Верхняя толща Малых Гималаев имеет мощность 6500–7200 м и состоит из метаосадочных пород, метаморфизованных до кианитовой или силлиманитовой субфаций, мигматитов и лейкогранитов (Parsons et al., 2016).

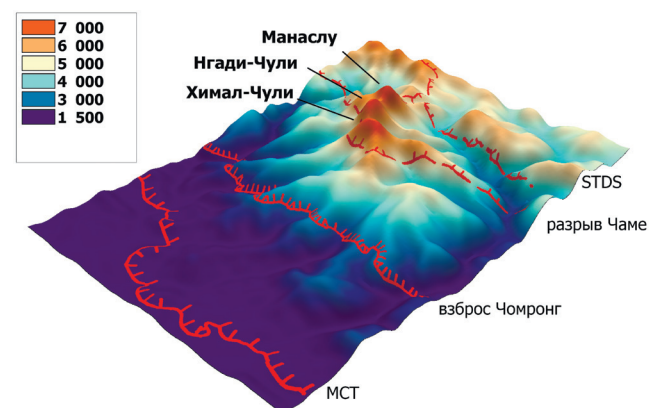


Рис. 2. Цифровая модель рельефа района Манаслу с положением основных структур (данные SRTM).

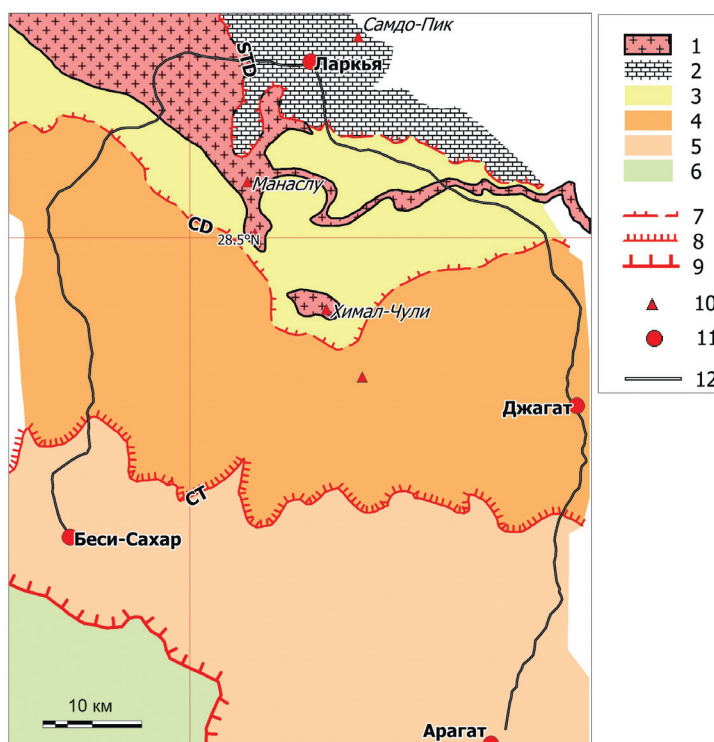
Fig. 2. Digital elevation model of the Manaslu district and position of main structures (SRTM data).

Рис. 3. Геологическое строение района Манаслу по (Parsons et al., 2016).

1 – лейкограниты Манаслу; 2 – толща Тетис-Гималаев; 3 – толща системы Южно-Тибетского разрыва; 4 – верхняя толща Высоких Гималаев; 5 – нижняя толща Высоких Гималаев; 6 – толща Малых Гималаев; 7 – разрывы Южно-Тибетский и Чаме; 8 – разлом Чамронг; 9 – Главный Центральный разлом; 10 – главные вершины; 11 – населенные пункты; 12 – маршрут.

Fig. 3. Geological structure of the Manaslu district after (Parsons et al., 2016).

1 – Manaslu leucogranites; 2 – Tethyan Himalayan sequence; 3 – South Tibetan Detachment system; 4 – Greater Himalayan sequence, upper; 5 – Greater Himalayan sequence, lower; 6 – Lesser Himalayan sequence; 7 – South Tibetan and Chame detachments; 8 – Chomrong Thrust; 9 – Main Central Thrust; 10 – main summits; 11 – villages; 12 – route.



Система Южно-Тибетского разрыва определяется как стратиграфическое подразделение, которое формирует всячий бок одноименной зоны хрупко-пластичных деформаций. В районе Манаслу Система Южно-Тибетского разрыва имеет примерную мощность 4000 м. Толща состоит из пород, метаморфизованных до диопсид-скаполитовой субфации амфиболитовой фации (Parsons et al., 2016). Преобладающими литологическими разновидностями являются известково-силикатные гнейсы и мрамора.

Толща Тетис-Гималаев находится выше Высоких Гималаев. Породами этой толщи сложены вершины многих самых высоких пиков в регионе, включая вершины Аннапурну I и Даулагири. Толща прослеживается от зоны Южно-Тибетского разрыва на север за границу с южным Тибетом. В районе массива Даулагири-Аннапурна-Манаслу толща содержит почти непрерывную последовательность от кембро-ордовикских до меловых морских карбонатных осадочных пород, сформированных в условиях шельфа обширного бассейна на севере пассивного края Индийской плиты. Реконструкция поперечного сечения толщи указывает на то, что мощность недеформированных осадков составляет 11 км (Godin, 2003). Метаморфизм пород слабый.

Граниты Манаслу наиболее изучены среди массивов лейкогранитового пояса Высоких Гималаев (Harrison et al., 1999; Le Fort, 1981). Они образуют

лакколлит и пластообразное тело, погружающееся на север-северо-восток. Лакколлит имеет в плане эллиптическую форму, мощность достигает 10 км. Пластообразное тело (плечо Чоканг) по простиранию в В-ЮВ направлении можно проследить на 60 км, где оно, вероятно, соединяется с плутоном Шиша-Пангма. Среди гранитов Манаслу различаются два типа (Harrison et al., 1999): двуслюдяные разновидности и более редкие турмалиновые лейкограниты. Породы имеют среднезернистую структуру и сложены кварцем, слабозональным плагиоклазом (An16 до An6), калиевым полевым шпатом, мусковитом и оранжево-коричневым биотитом. Также могут присутствовать силлиманит, апатит, циркон. По мнению П. Ле Форта (1981) турмалин (шерл) приурочен к дайковому комплексу и пегматитовым жилам. Лейкограниты Манаслу очень однородны по химическому составу. Породы обогащены алюминием и щелочами (в основном, Na₂O). На основании геохимических реперов (отношение Rb/Sr, Sr⁸⁷/Sr⁸⁶) сделано предположение, что двуслюдяные лейкограниты образовались за счет метаграувакк Высоких Гималаев, в то время как турмалиновые лейкограниты – за счет плавления метапелитов Высоких Гималаев (Guillot, Le Fort, 1995). Возраст кристаллизации гранитов Манаслу укладывается в диапазон 19.3–22.9 млн лет (Harrison et al., 1999).

Вместо заключения

Гималаи представляют собой деформированный (очень сильно сжатый) край Индийского континента. Тетис-Гималаи были первым террейном Гималаев, который оказался топографически приподнят 45–35 млн лет назад. Породы, которыми впоследствии были сформированы Высокие Гималаи, в результате континентальной коллизии были первоначально погребены на глубину 20–25 км, где они претерпели сильный метаморфизм вплоть до анатексиса. Позднее, 23–16 млн лет назад, этот блок коры был приподнят вдоль Главного Центрального разлома. Менее метаморфизованные породы Малых Гималаев были приподняты 16–4 млн лет назад. Наконец, осадки, отлагавшиеся при эрозии формировавшегося массива на юге образовали толщу Сивалик.

Авторы признательны компании *Hard Rock trekking and Expedition* и помогавшим нам шерпам.

Литература

Dhital M.R. (2015) Geology of the Nepal Himalaya. Regional perspective of the classic collided orogen. Berlin, Springer, 497 p.

Ganser A. (1964) Geology of the Himalaya. New York, InterScience Publishers, 289 p.

Godin L. (2003) Structural evolution of the Tethyan sedimentary sequence in the Annapurna area, central Nepal Himalaya. *Journal of Asian Earth Sciences*, 22, 307–328.

Guillot S., Le Fort P. (1995) Geochemical constraints on the bimodal origin of High Himalayan leucogranites. *Lithos*, 35(3–4), 221–234.

Harrison M.T., Grove M., Mckeegan K.D., Coath C.D., Lovera O.M., Le Fort P. (1999) Origin and Episodic Emplacement of the Manaslu Intrusive Complex, Central Himalaya. *Journal of Petrology*, 40(1), 3–19.

Hashimoto S. (1959) Some notes of the geology and petrography of the southern approach to Mt. Manaslu in the Nepal Himalaya. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and Mineralogy*, 10(1), 95–110.

Le Fort P. (1981) Manaslu leucogranite: a collision signature of the Himalaya a model for its genesis and emplacement. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 86, 10545–10568.

Parsons A., Law R., Searle M., Phillips R., Lloyd G. (2016) Geology of the Dhaulagiri-Annapurna-Manaslu Himalaya, Western Region, Nepal. 1:200,000. *Journal of Maps*, 12(1), 100–110.

Stocklin J. (1980) Geology of Nepal and its regional frame. *Journal of the Geological Society*, 137(1), 1–34.

Upreti B.N. (1999) An overview of the stratigraphy and tectonics of the Nepal Himalaya. *Journal of Asian Earth Sciences*, 17(5–6), 577–606.

Статья поступила в редакцию 25 декабря 2019 г.