

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ оз. ХАНКА (ПРИМОРЬЕ): КОРРЕЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ

Т. Г. Рященко¹, Н. Н. Ухова¹, С. И. Штельмах¹, Н. И. Беянина², П. С. Беянин²

¹Институт земной коры СО РАН, ул. Лермонтова 128,
664033 Иркутск, Российская Федерация; nat_ukhova@crust.irk.ru

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, ул. Радио 7,
690041 Владивосток, Российская Федерация; geogr@tig.dvo.ru

Исследования четвертичных отложений в районе оз. Ханка (Приморье) имеют длительную, интересную и часто противоречивую историю. Вернёмся в 1952 г., когда Дальневосточной экспедицией Совета по изучению производительных сил Академии наук СССР проводилось изучение геологического строения и геоморфологии Приханкайского района [6]. Через 50 лет появились новые данные о возрасте оз. Ханка, хотя многими авторами длительное время традиционно считалось, что Ханка и прилегающая низменная равнина непрерывно существуют с миоцена или позднего мела [4, 1]. Эти новые представления предполагали, что в палеоген-неогене озера не было, существовали локальные депрессионные структуры, а в изученных разрезах четвертичных отложений Приханкайской низменности отсутствуют признаки озёрных комплексов, поскольку огромные площади равнины превратились в единый пойменный массив (огромную пойму) [7]. Против «пойменно-аллювиальной» точки зрения выступили сторонники озёрной гипотезы, которые считают, что четвертичный седиментогенез в Уссури-Ханкайской впадине Приморья проходил в условиях трансгрессивной аккумуляции при тектоническом погружении впадины и неоднократных колебаниях климата [3]. Дискуссия о генезисе четвертичных отложений, распространённых в этом районе, явилась причиной наших исследований, цель которых заключалась в том, чтобы на основе изучения химического и микроэлементного состава четвертичных глин опорной скв. 45-б выявить характерные признаки условий их формирования и установить критерии отличия от регионального субстрата, представленного образованиями неогена.

Реализовать эту идею удалось благодаря сохранившимся образцам керна и его описания в интервале 18,0–62,0 м. Определения содержаний пороодообразующих оксидов и микроэлементов выполнялись в Центре коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН. В нашем распоряжении было 23 воздушно-сухих образца глин или пылевато-глинистого заполнителя (дресвяно-гравийные образования) нарушенной или частично ненарушенной структуры и один образец алевролита с глубины 59,7 м.

Согласно выводам работы [3], четвертичные отложения в интервале 18,0–49,0 м (Q_{1-2}) представляют аллювиально-озёрный комплекс, формирование которого происходило в условиях межледникового, при этом наиболее тёплые фазы (климатические оптимумы) не выявлены. Тем не менее, по данным палинологических исследований, выполненных Н. И. Беяниной, в разрезе скв. 45-б выделяются зоны относительного похолодания (криохрон) с короткими периодами потепления (термохрон).

На основе визуального просмотра образцов, полученных для комплексной аналитики, описания керна, палинологических, стратиграфо-генетических и геохимических данных составлена схематическая геолого-литологическая колонка (рис. 1). Основную часть разреза представляют четвертичные глины (интервал 18,0–49,0 м); «переходная зона» (дресвяно-гравийные отложения с пылевато-глинистым заполнителем) и алевролиты отнесены авторами к неогену на основании распределения показателей химического состава и геохимических коэффициентов в вертикальном разрезе и группирования исследованных образцов с помощью кластерного анализа Q-типа (рис. 2).

Химический состав определялся методом силикатного анализа, затем рассчитывались геохимические коэффициенты: кремнекислый (K_i), основной (B_A) и зрелости (K_z) – отражают степень химической зрелости отложений; CIA, CIW и ICV – позволяют реконструировать климатическую обстановку их формирования [5, 2]. Для глин выполнена статистическая обработка данных по содержанию оксидов и коэффициентам. К числу особенностей следует отнести обеднение толщи кальцием, неравномерное обогащение органикой и главенствующую роль Fe₂O₃ в группе железистых оксидов (возможно, это признаки озёрных отложений?). В «переходной зоне» и алевролите (неоген) сокращается

содержание Na_2O , K_2O . Особенно чётко фиксируются различия между глинами и неогеновой зоной по коэффициентам: K_1 увеличивается (соответственно 4,0 и 19,9), VA уменьшается (0,26 и 0,09), Kz возрастает более чем в 10 раз (14,5 и 229,4), CIA , CIW также имеют повышенные значения (79,7 и 91,5; 89,7 и 99,1), ICV – уменьшается (0,58–0,29). Следовательно, химическая зрелость неогеновых отложений значительно выше, что соответствует теплым гумидным условиям их формирования. Дендрограмма кластерного анализа Q-типа, полученная по содержанию оксидов и геохимическим коэффициентам, достаточно чётко группирует образцы, которые принадлежат разным возрастным и климатическим периодам (рис. 2).

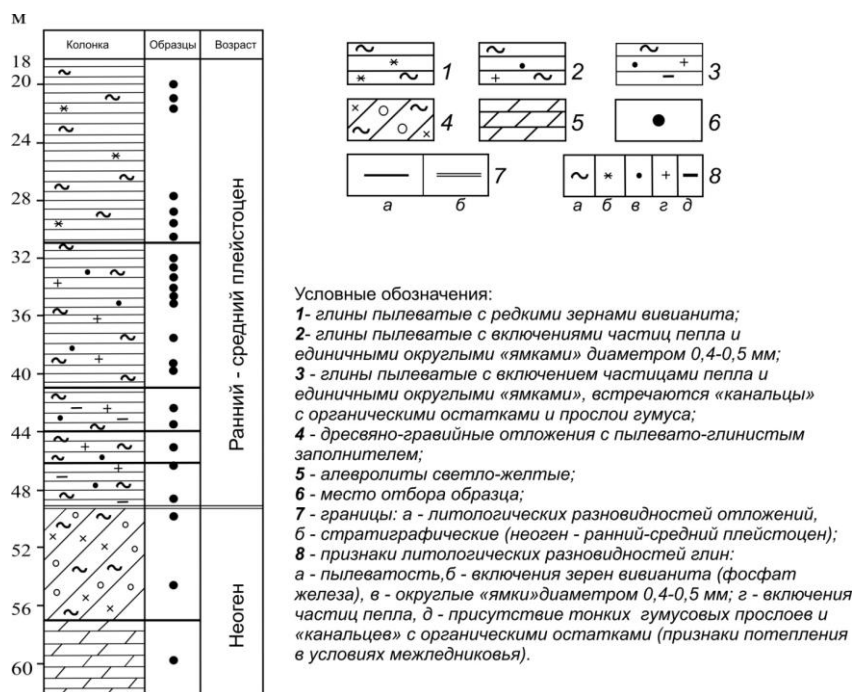


Рисунок 1 – Схематическая геолого-литологическая колонка скв. 45-б

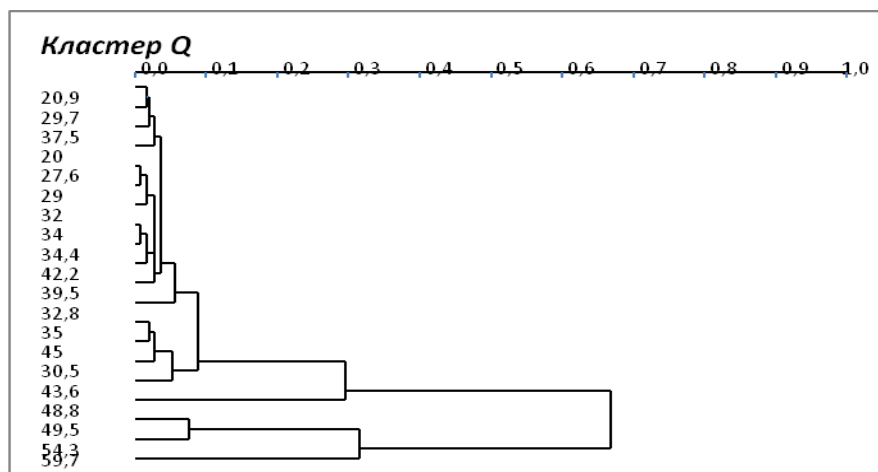


Рисунок 2 – Группирование образцов по химическому составу и геохимическим коэффициентам

Микроэлементный состав определялся с помощью спектрометра S8 TIGER (Германия, фирма Брукер). Установлено содержание (ppm) V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Sn, Ba, Sr, Zr, Ce, Rb, S, F, La, Nd, Y, Nb, Ga, W, Mo, U, Th. По содержанию токсичных компонентов рассчитаны показатель загрязнения Z_c и коэффициенты концентрации K_c . Кроме того, получены индикаторные отношения содержаний микроэлементов (коэффициенты K_1 – K_7) Ti/Zr , La/V , V/Zn , Ca/Sr , Mn/Fe , Sr/Ba , Rb/Sr , один из которых (K_1 – Ti/Zr) отражает степень химической зрелости отложений и, следовательно, климатиче-

ские условия их формирования [8]. Значения K1 подтверждают наличие криохрона (для обр. 19–45,0 м коэффициент равен 60, поэтому химическая зрелость глины меньше из-за похолодания) и термохрона (для обр. 15–39,5 м коэффициент равен 17, следовательно, степень химической зрелости глины выше по причине некоторого потепления). Для переходной зоны и алевролита (неоген) указанный коэффициент составляет 9–18, что является критерием для отделения четвертичных глин от регионального субстрата.

По величине Z_c (8–23) глины и «неогеновая зона» отличаются слабым загрязнением. Среди токсичных микроэлементов глин очень высокий коэффициент концентрации имеет As (5,3), превышают кларковые содержания Pb и V (1,5–1,8), минимальный коэффициент отмечается для Ni. Для «неогеновой зоны» коэффициенты концентрации почти для всех токсичных микроэлементов менее единицы, исключение составляют As (7,7) и Pb (1,8). Таким образом, коэффициенты концентрации токсичных микроэлементов также являются критерием отделения глинистой толщи от регионального субстрата, но общим признаком оказывается высокая концентрация мышьяка.

В результате сопоставления индикаторных отношений микроэлементов глинистой толщи скв. 45-б (K1–K7) с исследованными ранее озёрными глинами других объектов (глинистые осадки оз. Байкал – Q₃₋₄ в интервале 0,0–100,0 см; палеоген-неогеновые глины из района г. Биробиджана; неогеновые глины цоколя террасы р. Сооли, Приморье) установлено их заметное сходство, поэтому можно предположить, что наши глины, вероятнее всего, относятся к озёрным образованиям. Добавим, что изучение параметров микроструктуры этих глин (метод «Микроструктура») и их сопоставление с указанными объектами также подтвердили нашу гипотезу относительно их озёрного генезиса (обнаружены признаки сходства).

Выводы. Впервые полученные результаты исследований химического и микроэлементного состава отложений скв. 45-б (интервал 18,0–62,0 м) явились критериями границы между четвертичными глинами и их региональным субстратом (неоген), отражающими климатические условия формирования толщи. Признаками озёрного генезиса глин могут быть относительно стабильный химический состав, обогащение органикой и окисным Fe, обеднение Ca, высокие концентрации As, Pb и V, а также черты сходства с озерными глинами других изученных объектов.

1. Иващенко Ю. К. Палеогеоморфология депрессионных морфоструктур юга дальнего Востока. М.: Наука, 1978. 131 с.
2. Интерпретация геохимических данных / Е. В. Сляров, Д. П. Гладкочуб, Т. В. Донская и др. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
3. Короткий А. М., Гребенникова Т. А., Караулова Л. П., Белянина Н. И. Озёрные трансгрессии в позднекайнозойской Уссури-Ханкайской депрессии (Приморье) // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, № 4. С. 53–68.
4. Короткий А. М., Караулова Л. П., Троицкая Т. С. Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука, 1980. 234 с.
5. Лукашёв В. К. Геохимические индикаторы процессов гипергенеза и осадкообразования. Мн.: Наука и техника, 1972. 320 с.
6. Никольская В. В. Некоторые данные о палеогеографии озера Ханка // Тр. Ин-та географии АН СССР. 1952. Вып. 51. С. 215–225.
7. Павлюткин Б. И., Ханчук А. И. Новые данные о возрасте озера Ханка, Дальний Восток России // Докл. АН. 2002. Т. 382, № 6. С. 826–828.
8. Сысо А. И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 277 с.

УДК: 553.08

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКСТУР ПОРОД ПО ДАННЫМ ЦИФРОВОЙ ПЕТРОГРАФИИ

В. П. Самодуров, В. Э. Кутырло, Е. А. Василёнок

Белорусский государственный университет, географический факультет, пр. Независимости 4,
220030 Минск, Республика Беларусь; vladimir_samodurov@tut.by

Введение. Структурно-текстурные характеристики пород являются важнейшими индикаторами условий их формирования. Известно, что в магматических породах преобладают массивные текстуры, а в осадочных породах – слоистые. В метаморфических породах также широко распространены на-