

## ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 552.51(571.62)

### ЛИТОХИМИЯ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД МЕЖДУРЕЧЬЯ УССУРИ–АМУР

С.А. Медведева<sup>1</sup>, А.И. Малиновский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,  
ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: medvedeva@itig.as.khb.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0034-751X>;

<sup>2</sup>Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,  
проспект 100-летия Владивостока 159, г. Владивосток, 690022,  
e-mail: malinovsky@fegi.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1650-2828>

*Описаны литохимические характеристики позднемезозойских тонкозернистых терригенных пород междуручья Усури–Амур. Реконструирован палеоклимат областей сноса.*

**Ключевые слова:** тонкозернистые породы, состав, титон, валанжин, апт, альб.

**Образец цитирования:** Медведева С.А., Малиновский А.И. Литохимия тонкозернистых терригенных пород междуручья Усури–Амур // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 3. С. 42–44. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-42-44.

Восстановление условий осадконакопления, образования и эволюции осадочных бассейнов в геологической истории Земли всегда было важной задачей исследователей. В осадочных бассейнах происходит трансформация (превращение, преобразование) осадков в осадочную породу.

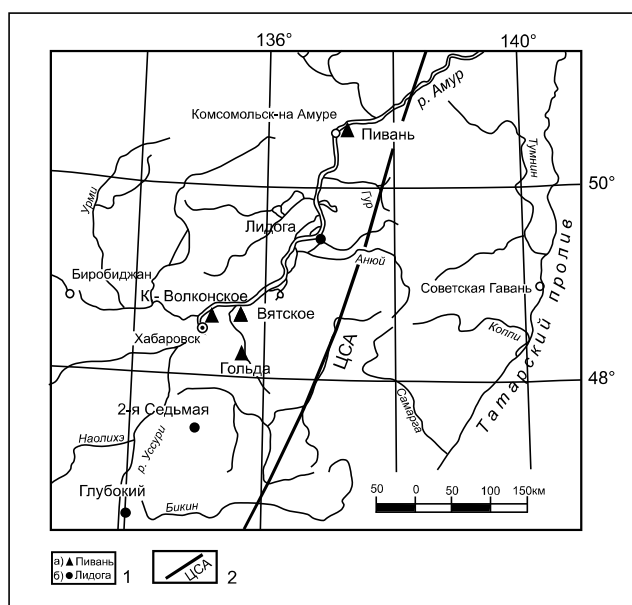
Для восстановления условий формирования осадочных толщ применяют различные методы, в том числе базирующиеся на интерпретации вещественного состава пород. На особенности вещественного состава терригенных пород влияют многие факторы: породный состав размываемой суши, ее рельеф и климат, а также удаленность от бассейнов осадконакопления. Важными факторами являются интенсивность и характер выветривания, близость областей вулканической деятельности, колебания уровня моря, а также тектонический режим областей размыва и бассейнов осадконакопления.

Позднемезозойский терригенный комплекс

принадлежит Журавлевскому террейну ранне-мелового Сихотэ-Алинь-Северо-Сахалинского орогенного пояса. Осадочные толщи смяты в крупные складки преимущественно северо-восточного простирания. Они нередко осложнены более мелкими складками.

Работа является продолжением исследований терригенных отложений, развитых в междуручье Усури–Амур. Ранее на этой территории были изучены литохимические особенности песчаных пород. Образцы тонкозернистых пород отобраны практически из тех же разрезов, что и образцы песчаников (рис. 1).

Позднеюрско-валанжинская осадочная толща сложена аргиллитами и алевролитами с подчиненным количеством песчаников, гравелитов и конгломератов, встречаются конкреции мергелей и известняков. В апт–альбских отложениях преобладают песчаники, тонкозернистых пород заметно меньше, также отмечаются про-



**Рис. 1. Схема расположения разрезов изученных отложений**

1 – разрезы: а – титон-валанжин, б – апт-альб;  
2 – Центрально-Сихотэ-Алинский разлом

**Fig. 1. Scheme of the sections**

1 – the sections names : а – Tithonian-Valanginian, б – Aptian-Albian; 2 – Central Sikhote-Alin fault

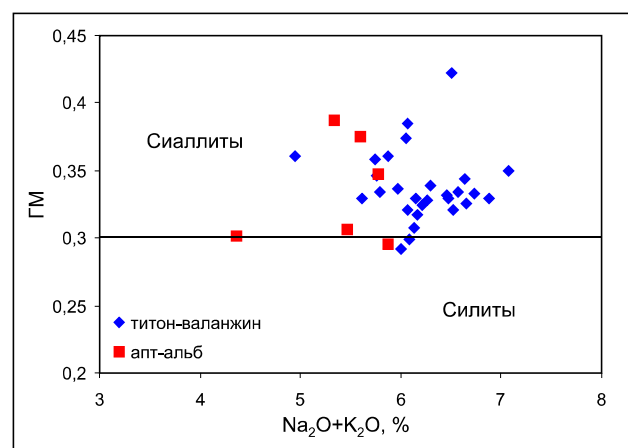
слои и линзы конгломератов и гравелитов. Возраст отложений установлен на основании немногочисленных находок остатков макрофауны.

Содержание оксидов главных элементов в позднеюрско-валанжинских тонкозернистых породах составляет (масс. %):  $\text{SiO}_2$  60.3–68.1,  $\text{TiO}_2$  0.59–0.81,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14.7–18.5,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4.1–6.7,  $\text{MgO}$  1.2–2.4,  $\text{Na}_2\text{O}$  1.8–3.5,  $\text{K}_2\text{O}$  2.5–4.2, сумма щелочей ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) 4.94–7.08. В апт-альбских породах их содержание следующее (масс. %):  $\text{SiO}_2$  63.3–68.3,  $\text{TiO}_2$  0.65–0.77,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  13.8–17.6,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4.0–6.2,  $\text{MgO}$  0.4–2.1,  $\text{Na}_2\text{O}$  1.8–2.7,  $\text{K}_2\text{O}$  2.5–3.7, сумма щелочей 4.36–5.87. Содержания оксидов в двух изученных возрастных интервалах различаются незначительно, но при этом в более молодых апт-альбских породах несколько выше средние содержания  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$ , но ниже  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ . Количественные соотношения между отдельными оксидами в тонкозернистых породах в целом сходны с их соотношениями в песчаниках [1]. Согласно геохимической классификации М.М. Хиррона [3], изученные породы относятся к глинистым сланцам и лишь иногда к грауваккам. По гидролизатному модулю  $\text{GM}=(\text{TiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MnO})/\text{SiO}_2$ , являющемуся основным в литохимической классификации Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис [2],

изученные породы относятся к истинным щелочным нормосиаллитам (GM колеблется от 0.29 до 0.44, в среднем 0.36). Границей силитов и сиаллитов считают значение 0.30 [2]. На диаграмме  $\text{GM}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  фигуративные точки апт-альбских тонкозернистых пород смещены ближе к оси GM, поскольку обладают меньшей суммой щелочей (рис. 2).

Проведенные ранее исследования песчаников позволили установить, что в областях их питания доминировали интрузивные породы кислого состава [1]. Полученные результаты изучения литохимических особенностей тонкозернистых пород подтверждают полученные выводы.

Детальное рассмотрение и интерпретация литохимических особенностей пород позволили реконструировать палеоклимат областей питания, существовавший в периоды накопления изученных отложений. Для суждения о климате применяют индекс химического выветривания  $\text{CIW}=[\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})]\times 100$  [3], значение которого увеличивается по мере выветривания породы. Границей холодного и теплого климатов считают значение равное 80. Полученные нами значения CIW изменяются от 64.7 до 81.1 (в среднем немного выше 75). Эти данные позволяют реконструировать умеренно холодный климат в области размыва, при котором физическое выветривание пород преобладало над химическим. Вместе с тем на степень выветривания пород так-



**Рис. 2. Литохимическая классификационная диаграмма  $\text{GM}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  по [2]. Точки тонкозернистых пород из отложений: 1 – титон-валанжин, 2 – апт-альба**

**Fig. 2. Classification diagram  $\text{GM}-\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  according to [2]. Points of fine-grained rocks from deposits: 1 – Tithonian-Valanginian, 2 – Aptian-Albian**

же могут влиять и такие взаимосвязанные факторы, как рельеф и тектонический режим области денудации. В горных районах и при сухом жарком климате также может резко возрасть фактор физического выветривания. Об этом важно помнить при использовании параметра CIW для палеоклиматических реконструкций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Медведева С.А., Малиновский А.И. Возможные источники кластического материала в осадочных породах междуречья Уссури – Амур // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 79–81. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-3-15.
2. Юдович Я.Э. Основы литохимии / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. СПб.: Наука, 2000. 480 с.
3. Harnois L. The CIW index: a new chemical index of weathering // *Sedimentary Geology*. 1988. Vol. 55. P. 319–322.

REFERENCES:

1. Medvedeva S.A., Malinovsky A.I. Possible sources of clastic material in sedimentary rocks of the Ussuri-Amur interfluvium. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 79–81. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-3-3-15
2. Yudovich Ya.E. *Osnovy litohimii* (Fundamentals of lithochemistry), Ya.E. Yudovich, M.P. Ketris. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 2000. 480 p. (In Russ.).
3. Harnois L. The CIW index: a new chemical index of weathering. *Sedimentary Geology*, 1988, vol. 55, pp. 319–322.

LITHOCHEMISTRY OF THE USSURI–AMUR INTERFLUVE  
FINE-GRAINED TERRIGENOUS ROCKS

S.A. Medvedeva, A.I. Malinovsky

*The lithochemical characteristics of the Late Mesozoic fine-grained terrigenous rocks of the Ussuri-Amur interfluvium are described. The paleoclimate of the denudation areas has been reconstructed.*

**Keywords:** fine-grained rocks, composition, Tithonian, Valanginian, Aptian, Albian.

**Reference:** Medvedeva S.A., Malinovsky A.I. Lithochemistry of the Ussuri–Amur interfluvium fine-grained terrigenous rocks. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 3, pp. 42–44. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-3-42-44.

Поступила в редакцию 12.03.2024

Принята к публикации 17.09.2024