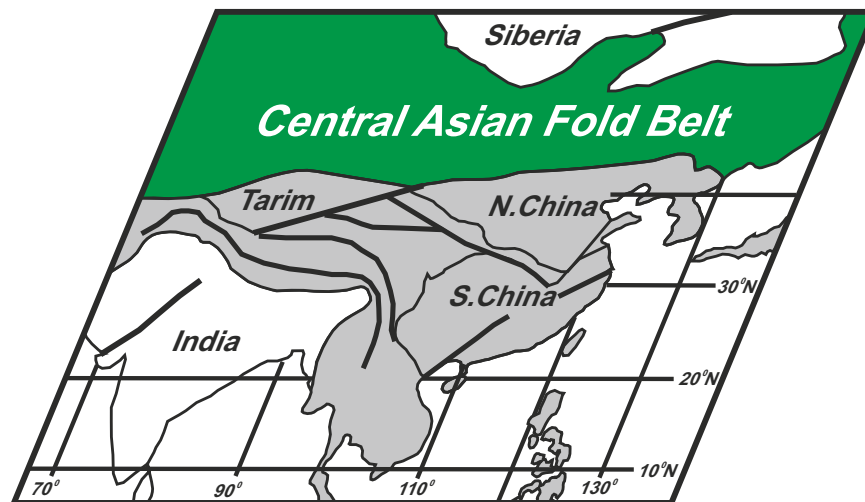




# ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЛИТОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА

ОТ ОКЕАНА   
К КОНТИНЕНТУ



Материалы конференции

ВЫПУСК 23

ИРКУТСК  
2025

<i>ГРАНИТОИДНЫЙ МАГМАТИЗМ НА ОКРАИНЕ ТУВИНО-МОНГОЛЬСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТУВА): ВОЗРАСТ, ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА, ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ</i> <b>И.В. Кармышева, В.Г. Владимиров, В.А. Яковлев, Д.В. Семенова, А.Е. Смолякова, Е.Д. Зюков</b> .....	118
<i>НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ И МИНЕРАЛОГИИ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД ДАЙКОВОГО ПОЯСА ЦАГАН-УЛА (СЕВЕРНАЯ МОНГОЛИЯ)</i> <b>М.И. Карпова, А.В. Никифоров, А.М. Козловский</b> .....	121
<i>МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХРОМИТИТОВ ИЗ УГЛЕРОДИЗИРОВАННЫХ УЛЬТРАБАЗИТОВ ОСПИНО-КИТОЙСКОГО МАССИВА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН, РОССИЯ)</i> <b>О.Н. Киселева, Е.В. Айриянц, Д.К. Белянин, С.М. Жмодик</b> .....	124
<i>СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИЕ ОСТРОВА ЮЖНО-МОНГОЛЬСКОГО ОКЕАНА</i> <b>А.М. Козловский, В.В. Ярмлюк, В.М. Саватенков, Ch. Tumurchudur</b> .....	126
<i>ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ И ОСАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ДОКЕМБРИИ КАРАТАУ-ДЖЕБАГЛИНСКОГО БЛОКА (БОЛЬШОЙ КАРАТАУ, КАЗАХСТАН)</i> <b>К.К. Колесов, Е.Ф. Летникова, А.В. Иванов</b> .....	128
<i>АКСОНОКЛИНАЛИ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЗАПАДНОГО СЕГМЕНТОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА</i> <b>С.Ю. Колодяжный, Н.Б. Кузнецов, Е.И. Махиня, К.И. Данцова, Т.В. Романюк, Г.Е. Парфенов</b> .....	130
<i>ПЕТРО- И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ДАЙКИ ДОЛЕРИТОВ КОЛЛИЗИОННОГО ШВА СИСТЕМЫ СИБИРСКИЙ КРАТОН – ОЛЬХОНСКИЙ ТЕРРЕЙН (ПОС. ЕЛАНЦЫ, ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)</i> <b>К.М. Константинов, Е.В. Скляр, Х. Чжан, Л.Р. Косарева, И.К. Константинов, Г.К. Константинов, Я. Чен</b> .....	133
<i>ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ АЛДАНСКОГО ЩИТА</i> <b>А.Б. Котов, В.П. Ковач, Е.Б. Сальникова, С.Д. Великославинский</b> .....	136
<i>ИЗОТОПНЫЙ (С, О, Sr) СОСТАВ, ВОЗРАСТ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ НИЗОВ БАРАТАЛЬСКОЙ СЕРИИ ГОРНОГО АЛТАЯ</i> <b>Б.Б. Кочнев, Н.И. Ветрова, Е.В. Ветров, Г.А. Карлова</b> .....	138
<i>ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ХРОМШПИНЕЛИДОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД И РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЮГА СИБИРИ</i> <b>Д.А. Кошкарев, А.Г. Дорошкевич, И.Р. Прокопьев, Е.Ф. Летникова, И.С. Шарыгин</b> .....	141
<i>ТЕРРИГЕННЫЕ ПОРОДЫ КАДРИНСКОЙ СВИТЫ ГОРНОАЛТАЙСКОЙ СЕРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СОСТАВ, ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ СНОСА</i> <b>А.К. Крутикова, И.Ю. Сафонова, А.А. Перфилова, О.Т. Обут</b> .....	144
<i>ГРАНИТЫ ДАХОВСКОГО МАССИВА (СЕВЕРНЫЙ СКЛОН БОЛЬШОГО КАВКАЗА) – ВОЗРАСТ, СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ТЕРМАЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ</i> <b>Н.Б. Кузнецов, Ю.А. Бишаев, Т.В. Романюк, М.М. Буслов, С.Ю. Колодяжный, Е.И. Махиня, К.И. Данцова, А.А. Разумовский, М.А. Фидлер</b> .....	146
<i>РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВРЕМЕНИ И МЕХАНИЗМЕ ВОЗДЫМАНИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА И ТЕКТОНИЧЕСКОМ ТИПЕ ПРЕДКАВКАЗСКИХ ПРОГИБОВ</i> <b>Н.Б. Кузнецов, Т.В. Романюк</b> .....	150



## ТЕРРИГЕННЫЕ ПОРОДЫ КАДРИНСКОЙ СВИТЫ ГОРНОАЛТАЙСКОЙ СЕРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СОСТАВ, ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ СНОСА

А.К. Крутикова<sup>1,2</sup>, И.Ю. Сафонова<sup>1,2</sup>, А.А. Перфилова<sup>2</sup>, О.Т. Обут<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Новосибирск, Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, a.krutikova20@gmail.com  
inna03-64@mail.ru

<sup>2</sup> Новосибирск, Новосибирский государственный университет, p.alina2808@mail.ru

<sup>3</sup> Новосибирск, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
obutot@ipgg.sbras.ru

Горноалтайская серия относится к структуре раннепалеозойского турбидитового палеобассейна Горного Алтая [1, 2], который находится в тектонических взаимоотношениях с окружающими раннекембрийскими (?) и позднеордовикско-силурийскими терригенными породами. Она распространена в пределах Чарышско-Инской, Талицкой и Ануйско-Чуйской структурно-фациальных зон (СФЗ) [2]. В ее состав входят отложения кудатинской (Є<sub>2-3</sub>) и кадринской (Є<sub>3</sub>–О<sub>1</sub>) свит Ануйско-Чуйской СФЗ и засурьинской свиты (Є<sub>3</sub>–О<sub>1</sub>) Чарышско-Инской и Талицкой СФЗ. Граница между кудатинской и кадринской свитами проведена условно по появлению в разрезе в заметных количествах пестро- или лиловоокрашенных пород. В кудатинской свите преобладают зелено-серые мелкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты. Кадринская отличается более грубозернистыми незрелыми и слабо сортированными пестрыми осадками грауваккового состава [1]. Известковистость пород увеличивается вверх по разрезу, что указывает на различную глубину накопления осадков – от глубоководных к более мелководным [1]. В разрезах этих свит не описаны кремнистые породы, которые присутствуют в разрезах засурьинской свиты, которая рассматривается либо в составе горноалтайской серии [2, 3], либо как Засурьинский аккреционный комплекс (АК) [4, 5]. Сложное строение всех СФЗ и высокая степень деформации пород затрудняет достоверное определение возраста рассматриваемых свит по палеонтологическим данным.

Были детально изучены разрезы кадринской свиты на участках Усть-Кан и Шебалино, на которых наблюдается чередование крутопадающих пачек, состоящих из аргиллитов, алевролитов и песчаников с текстурами активной динамики среды осадконакопления. Между пачками возможны тектонические контакты. Глинистые аргиллиты темно-зеленого или лилового цвета, сильно рассланцованные. Песчаники светло- или темно-серого цвета, плохо сортированные, обломки угловатые. Граувакковая природа песчаников и субвертикальное залегание слоев предполагают аккреционную природу кадринской свиты [1]. Распределение U-Pb возрастов обломочных цирконов для образца с уч. Усть-Кан имеет унимодальный характер с главным пиком на уровне 513 млн лет (ранний кембрий). Для образца песчаника с уч. Шебалино получен бимодальный характер распределения возрастов с пиками на 515 и 490 млн лет (ранний и поздний кембрий). Цирконы с докембрийским возрастом отсутствуют во всех образцах. Максимальный возраст осадконакопления, который оценивался по самым молодым цирконам из песчаников уч. Усть-Кан и Шебалино, составляет примерно 489 и 479 млн лет соответственно.

Петрографическое изучение показало, что все песчаники содержат обломки вулканических пород основного и кислого состава, кремнистых осадочных пород, кварца и полевого шпата. По классификации Шутова [6] песчаники с уч. Усть-Кан соответствуют кварц-полевошпатовым грауваккам, а песчаники с уч. Шебалино имеют повышенное содержание обломков пород, что соответствует грауваккам. Для песчаников с уч. Усть-Кан характерен известковистый цемент. По классификации  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3) - \log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O})$  песчаники являются граувакками. По индексам химического выветривания (CIA=44–65) и зрелости осадков (ICV=2.4–3.1) песчаники являются незрелыми, слабыветрелыми, что характерно для осадков первого цикла седиментации, коими и являются граувакки. Песчаники с уч. Усть-Кан имеют более кислый валовый состав

( $\text{SiO}_{2\text{ср.}}=63.9\%$ ), чем песчаники с уч. Шебалино ( $\text{SiO}_{2\text{ср.}}=59.3\%$ ). По соотношению  $\text{SiO}_2$  и породообразующих окислов отмечаются отрицательные тренды по  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , которые характерны для магматических серий основного и среднего состава [7]. Спектры распределения концентраций редкоземельных элементов, нормированные на хондрит, и мультикомпонентные спектры, нормированные на примитивную мантию, для песчаников обоих участков ниже уровня PAAS. Форма и уровень концентраций всех спектров схожи, но песчаники с уч. Усть-Кан более обогащены легкими РЗЭ ( $\Sigma\text{LREE}_{\text{ср.}} = 61$ ), чем песчаники с уч. Шебалино ( $\Sigma\text{LREE}_{\text{ср.}}=50$ ). На всех спектрах наблюдается отрицательная аномалия по Nb ( $\text{Nb/La}_{\text{pm}}=0.2-0.5$ ,  $\text{Nb/Th}_{\text{pm}}=0.2-0.5$ ), что характерно для магматических пород надсубдукционных обстановок. Для всех образцов установлены положительные значения  $\epsilon\text{Nd}(t)$  (от +4.9 до +7.1) по валовой породе, что предполагает ювенильные характеристики мантийных источников магматических пород в области сноса.

Геологическое положение песчаников, данные U-Pb цирконометрии, граувакковая природа и изотопно-геохимические характеристики предполагают, что песчаники кадринской свиты образовались при разрушении магматических пород раннекембрийской внутриокеанической дуги. Позднекембрийский пик на 490 млн, полученный только для одного образца, предполагает также участие материала, сносимого с позднекембрийской дуги, эрозия которой привела к формированию песчаников Засурьинского АК [5]. Унимодальный характер распределения возрастов цирконов и положительный  $\epsilon\text{Nd}(t)$  предполагают накопление песчаников кадринской свиты в преддуговом бассейне.

Работа выполнена при поддержке госзаданий (FSUS-2025-0008 – НГУ, 122041400044-2 – ИГМ СО РАН).

- [1] Крук Н.Н., Владимиров А.Г., Бабин Г.А., Шокальский С.П., Сенников Н.В., Руднев С.Н., Волкова Н.И., Ковач В.П., Серов П.А. Континентальная кора Горного Алтая: природа и состав протолитов // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 5. С. 551–570.
- [2] Сенников Н.В., Обут О.Т., Буколова Е.В., Толмачева Т.Ю. Литолого-фациальная и биоиндикаторная оценка глубины формирования раннепалеозойских осадочных бассейнов Палеоазиатского океана // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 10. С. 1488–1516.
- [3] Ивата К., Сенников Н.В., Буслов М.М., Обут О.Т., Шокальский С.П., Кузнецов С.А., Ермиков В.Д. Позднекембрийско-раннеордовикский возраст базальтово-кремнисто-терригенной засурьинской свиты // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 9. С. 1427–1444.
- [4] Крутикова А.К., Сафонова И.Ю., Обут О.Т., Перфилова А.А., Савинский И.А., Ган Б. Геологическое положение и вещественный состав песчаников листовенной и марчетинской свит засурьинской серии Горного Алтая // Литосфера. 2024. Т. 24, № 4. С. 686–709.
- [5] Safonova I., Krutikova A., Perfilova A., Obut O., Kovach V., Kulikova A. Early Paleozoic juvenile crustal growth in the Paleo-Asian Ocean: A contribution from the Zasur'ya accretionary complex of NW Altai // Earth-Science Reviews. 2024. V. 249. 104648. doi:10.1016/j.earscirev.2023.104648.
- [6] Шумов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 86–102.
- [7] Tatsumi Y. The subduction factory: How it operates in the evolving Earth // GSA Today. 2005. V. 15, № 7. P. 4–10.