

Отчет по проекту фундаментальных научных исследований для
молодых сотрудников и аспирантов на право получения гранта СМУ ГИН
СО РАН 2020

**Состав, возраст, источники сноса и геодинамические обстановки
позднепалеозойских стратифицированных отложений Багдаринской подзоны
Витимкан-Ципинской зоны (Западное Забайкалье).**

Ташлыков В.С.

Аннотация: Одним из важных элементов восстановления тектонической истории развития складчатых поясов является реконструкция осадочных бассейнов. Седиментологические критерии, наряду с данными магматической петрологии и геохимии служат надежными индикаторами геодинамических режимов. Наши исследования связаны с комплексным изучением стратифицированных образований с использованием современных методов и направлены на реконструкцию палеозойского бассейна седиментации Багдаринской подзоны Витимкан-Ципинской зоны. Багдаринская подзона занимает центральную и северную части Витимского плоскогорья. В структурном отношении она рассматривается как Багдаринская синформа (грабен-синклиналь) со сложной покровно-складчатой структурой, сформированной в конце ранненегерцинского этапа. В ее пределах распространены докембрийские метаморфические породы байкальского основания и относительно слабо метаморфизованные отложения верхнего палеозоя (D-C2¹), слагающие серию тектонических пластин. Для выяснения особенностей развития процессов осадконакопления и для выявления контролировавших эти процессы геодинамических обстановок, необходимо проведение комплекса геологических, седиментологических, геохимических, геохронологических (LA-ICP-MS датирование детритовых цирконов) исследований терригенных пород ряда ключевых осадочных толщ региона (якшинская свита, багдаринская свита, алексеевская толща, точерская свита). Представления о возрасте, объеме и стратиграфическом положении стратифицированных образований синформы до настоящего времени дискуссионны. Новые данные, полученные авторами, позволили уточнить состав, объем, возраст терригенных пород багдаринской, якшинской свит и алексеевской толщи, определить источники сноса.

Целью исследований является реконструкция седиментологических особенностей, Багдаринского палеобассейна, источников сноса для осадочных комплексов и геодинамических условий их формирования.

Основные задачи: 1. Посредством изучения литологии, а также петро- и геохимических характеристик терригенных пород, участвующих в строении багдаринской, точерской, якшинской свит и алексеевской толщи, определить геодинамические условия, контролировавшие процессы их седиментации; 2. Обосновать нижний возрастной предел накопления («не древнее») багдаринской свиты посредством изучения детритовых цирконов, выявить источники их сноса.

Важнейшие результаты.

Изучение химического состава пород проводилось в Центре коллективного пользования «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ). U-Pb анализ детритовых цирконов выполнен методом LA-ICP-MS, группа ИСП-масс-спектрометрии.

Якшинская свита. Основываясь на полученных результатах можно сделать следующие выводы:

1. Терригенные породы нижнеякшинской существенно карбонатной подсвиты по величине титанового модуля классифицируются как нормотитанистые нормосиаллиты (0.030-0.070), в то время, как породы терригенной верхнеякшинской подсвиты относятся к супертитанистым нормосиаллитам (0.071-0.100). (табл)

Таблица. Значения некоторых петрохимических модулей пород якшинской свиты

Table. The values of the petrochemical modules of the Yaksha suite

№	Модуль	Верхнеякшинская подсвета (терригенная)	Нижнеякшинская подсвета (карбонатная)
1	Гидролизатный модуль [Al ₂ O ₃ +TiO ₂ +Fe ₂ O ₃ +FeO+Mn O)/SiO ₂]	0.34-0.48 (нормосиаллиты)	0.34-0.48 (нормосиаллиты)
2	Титановый модуль [TiO ₂ /Al ₂ O ₃]	0.030-0.070 (нормотитанистые нормосиаллиты) Морские фациальные обстановки	0.071-0.100 (нормотитанистые и супертитанистые нормосиаллиты) Фациальные обстановки открытого шельфа

На классификационных диаграммах Ф.Дж. Петтиджона и др. (рис 1) и М.М Хирона (рис 2) фигуративные точки терригенных пород обеих подсветок якшинской свиты расположились преимущественно в поле граувакк.

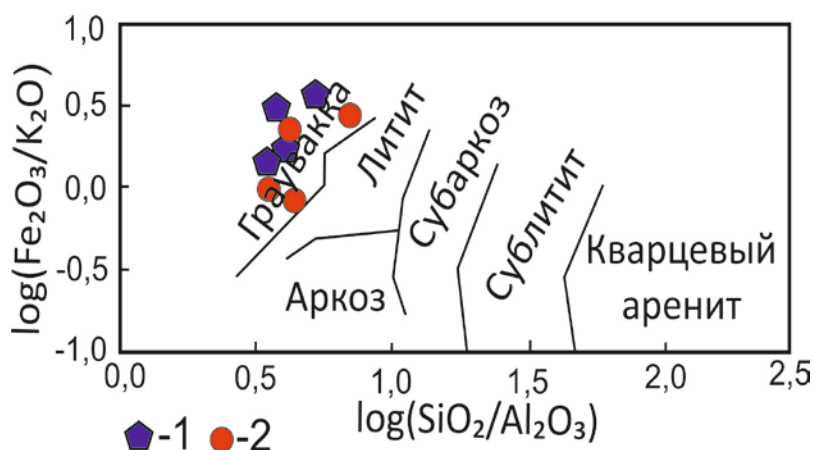


Рис. 1. Классификационная диаграмма Ф.Петтиджона и др.
 $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для песчаников якшинской свиты.
1 – нижнеякшинская подсвета; 2 – верхнеякшинская подсвета

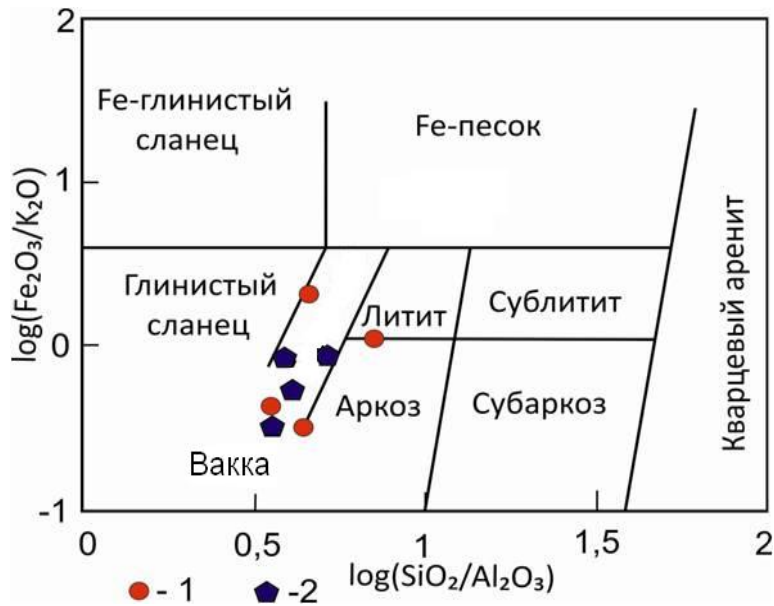


Рис. 2. Классификационная диаграмма М.М Хирона [11] для терригенных отложений якушинской свиты: 1 – нижнеякушинская подсвита; 2 – верхнеякушинская подсвита.

2. Геохимические данные свидетельствуют о том, что нижнеякушинская подсвита накапливалась в условиях относительно мелководного шельфового побережья, при незначительном поступлении терригенной кластики, верхнеякушинская подсвита - в более глубоководных, неритовых условия открытой окраины шельфа.

3. Источниками сноса при формировании пород якушинской свиты могли быть верхнерифейские островодужные комплексы – вулканиты и габбро-диориты Витимкан-Ципинской зоны, слагающие выступы фундамента Багдаринского палеобассейна. (рис 3)

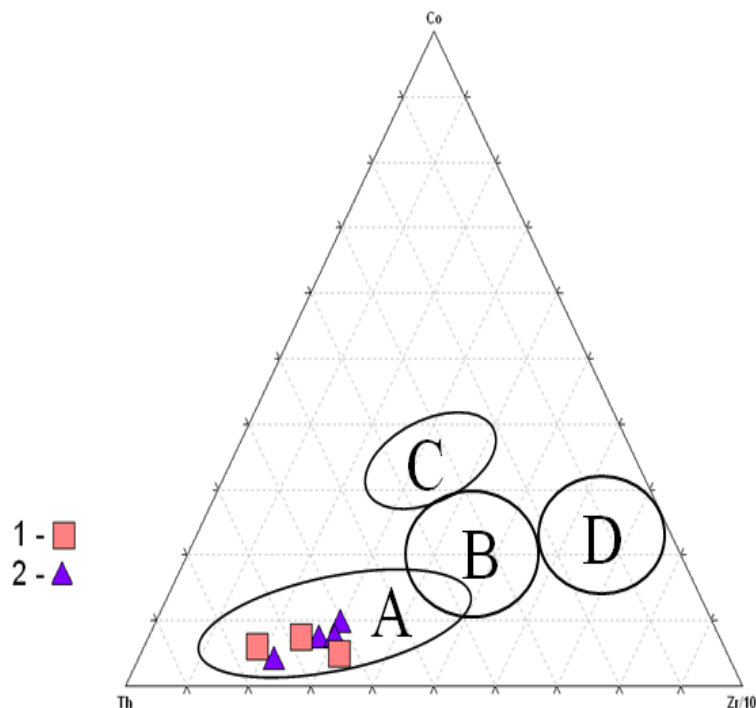


Рис. 3. Источники сноса терригенных пород якинской свиты на треугольной диаграмме М.Р. Бхатия и К.А. Крука [10] ($Th-Co-Zr/10$). Поля: А - океаническая островная дуга; В - континентальная дуга; С - активная континентальная окраина; D - пассивная континентальная окраина.

Багдаринская свита и Алексеевская толща.

1. Пересмотрен объем багдаринской свиты. Из ее состава выделена алексеевская толща, сложенная туфотерригенными породами. Возраст ее ограничивается ранним-началом среднего карбона. Багдаринская свита сложена терригенной пестроцветной ассоциацией пород, рассматривается в составе двух подсвит и датируется поздним девоном, франом.

2. Петрохимические характеристики пород багдаринской свиты и алексеевской толщи различны. Состав пород багдаринской свиты отвечает аркозам, а породы алексеевской толщи попадают в поле граувакк. (рис 4) По химическому составу отложения багдаринской свиты отнесены к сиалитам, по величине алюмокремниевого модуля - к группе глинистых пород. Породы алексеевской толщи классифицируются как силиты, по величине алюмокремниевого модуля относятся к песчаникам.

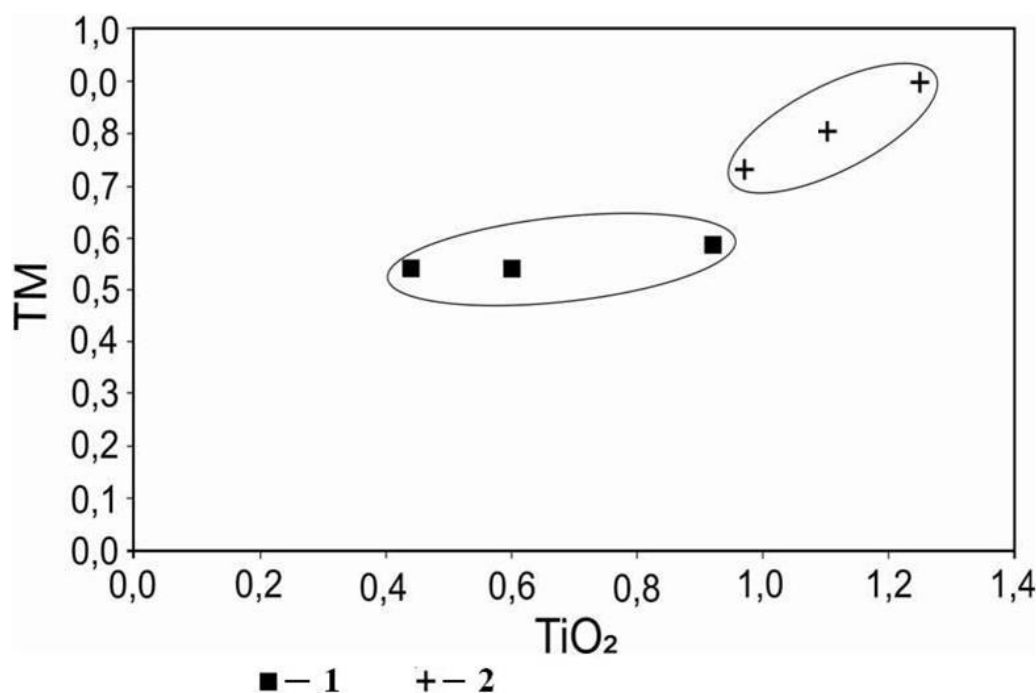


Рис. 4. Диаграмма Я.Ю. Юдовича для разделения песчаников. Границы полей: 1- граувакк; (алексеевская толща) 2- аркозов, (багдаринская свита)

3. Источником детритовых цирконов, скорее всего, могли быть верхнерифейские вулканиты усойской свиты с возрастом 837,4 и 789,2 млн. лет (Руженцев, 2012) и габбро-диориты, диориты и тоналиты шаманского комплекса с возрастом 778 млн. лет (Рыцк, 2009) и 762,6 млн лет, выходы которых входят в состав шаманской пластины (Руженцев, 2012, Шелгачёв, 2011). Вулканиты усойской свиты относятся к известково-щелочной серии и рассматриваются как островодужные образования. Считается, что они формировались в Шаманской палеоспредиговой зоне и Келянской островодужной системе (Гордиенко, 2010). Состав и возраст пород зоны и расположенных в этой зоне вулканитов Келянской островодужной системы хорошо коррелируется с Усть-Келянским офиолитовым и островодужным комплексами Байкало-Муйского пояса (Цыганков, 2005). Присутствие цирконов с возрастом 924,7 и 937 млн л указывает на источник, которым могут быть сланцы по вулканитам сиваконской свиты, имеющим нормальную щелочность и претерпевшими зеленосланцевый метаморфизм. Породы свиты повсеместно совмещены с измененными интрузивными породами шаманского комплекса. Верхнерифейские вулканиты широко распространены также в Уakitской и Бамбуйско-Олингдинской подзонах Витимкан-Ципинской зоны (жанокская, буромская свиты, олнинская толща). Породы, которые могли бы быть источниками цирконов ранне-среднерифейского, раннепротерозойского и архейского возраста не выявлены в пределах Витимкан-Ципинской зоны БВСС (рис 5). Главным источником сноса терригенного материала для пород багдаринской свиты были близко расположенные поднятия преимущественно позднедокембрийского фундамента, представленные верхнерифейскими островодужными комплексами.

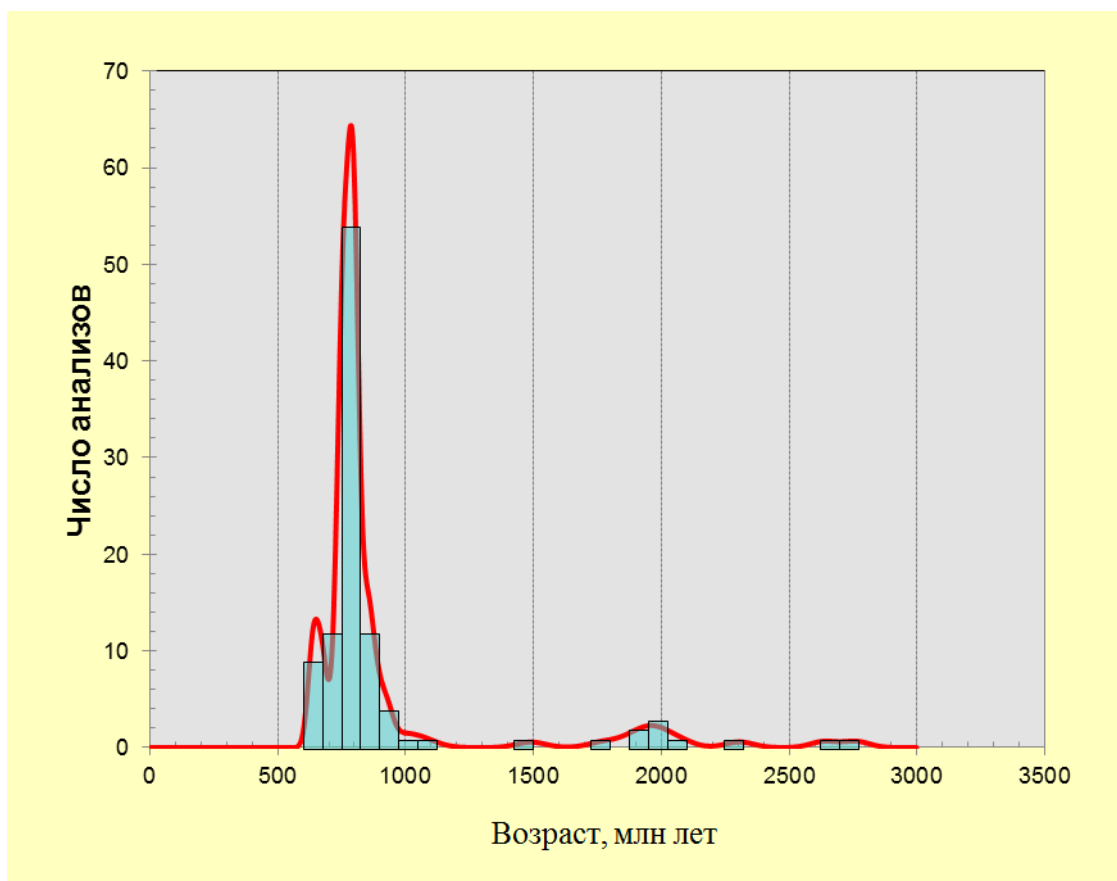
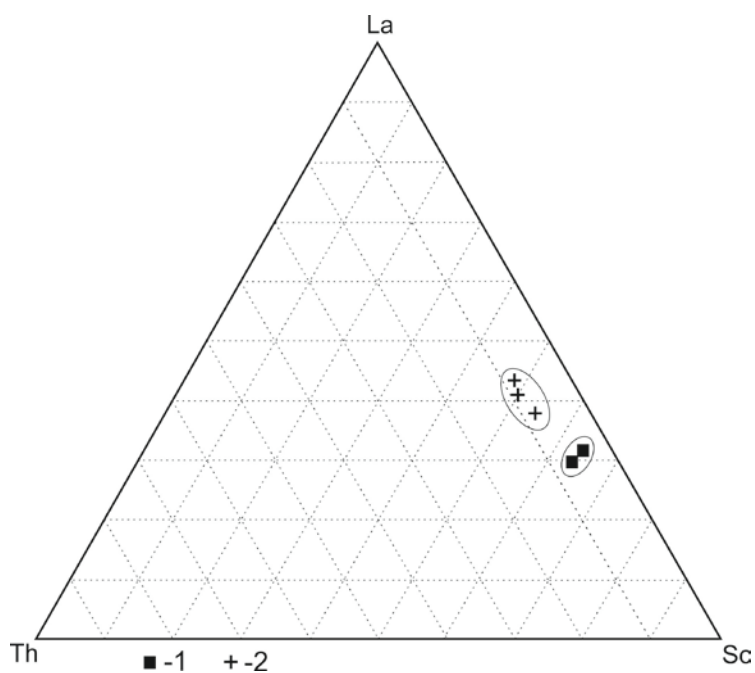


Рис 5. Гистограмма распределения оценок возраста детритовых цирконов из терригенных отложений багдаринской свиты

4. Согласно полученным данным, терригенные отложения алексеевской толщи образовались за счет разрушения океанической островной дуги, багдаринской свиты - за счет континентальной островной дуги. (рис 6)



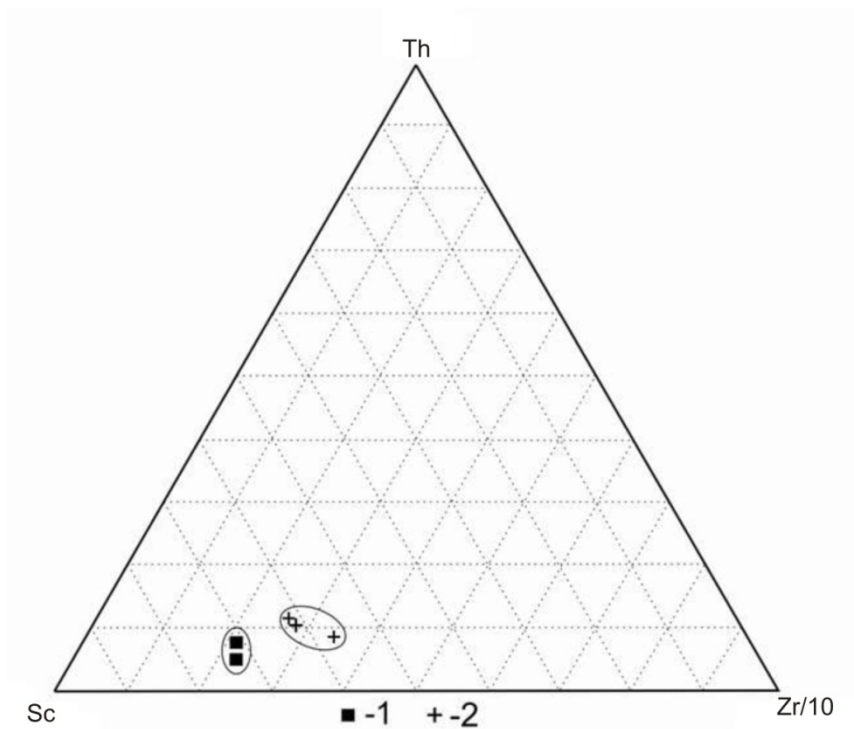


Рис 6. Треугольные диаграммы М.Р. Бхатия (1983) для классификации тектонических обстановок накопления. 1 — океанические островные дуги (алексеевская толща); 2 — континентальные островные дуги (багдаринская свита).

Точерская свита. Терригенные породы нижней и верхней подсвит точерской свиты обнаруживают содержания SiO_2 , варьирующие от 65.16 до 96.56 мас.%. Рассчитанные значения гидролизатного ($\text{ГМ}=0.34-0.48$) и титанового ($\text{ТМ}=0,030-0,070$) модуля для позволяют классифицировать породы как нормосиаллиты. Таким образом, условия формирования этих двух подсвит предположительно связаны с морскими фаціальными обстановками. На классификационной диаграмме Ф.Дж. Петтиджона (рис 7) с соавторами фигуративные точки нижней и верхней подсвит расположились преимущественно в поле граувакк. В этом же поле расположились точки и на диаграмме М.М. Хирона. (рис 8)

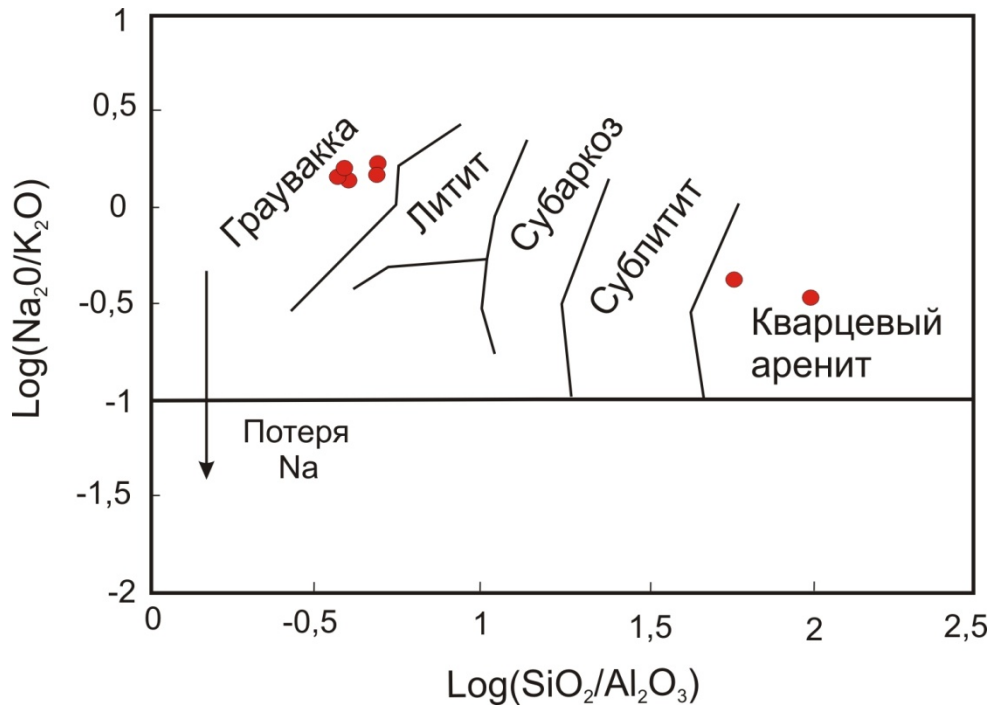


Рис. 7. Классификационная диаграмма Ф.Петтиджона и др. $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ для пород точерской свиты.

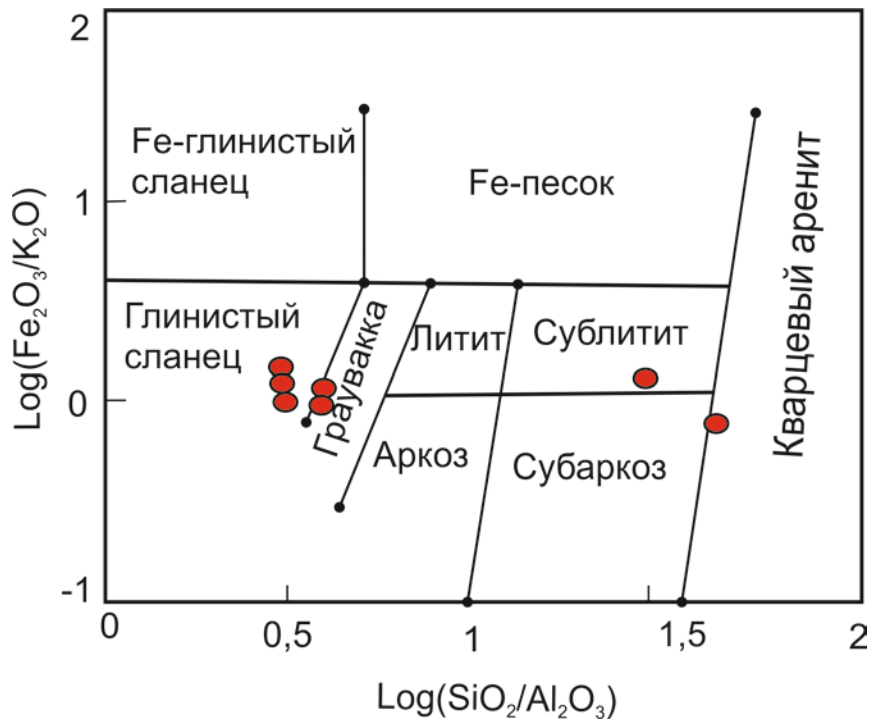


Рис. 8. Классификационная диаграмма М.М Хирона для пород точерской свиты.

На дискриминационной диаграмме М.Р. Бхатия (рис 9) для терригенных пород из различных геодинамических обстановок, фигуративные точки расположились в полях активной континентальной окраины и континентальной островной дуги, что соответствует области составов вулканитов Курило-Камчатской островной дуги. Все это, а также отрицательная корреляция между обоими модулями с кремнеземом позволяют предположить, что основными источниками сноса могли служить продукты разрушения пород островной дуги (или активной континентальной окраины).

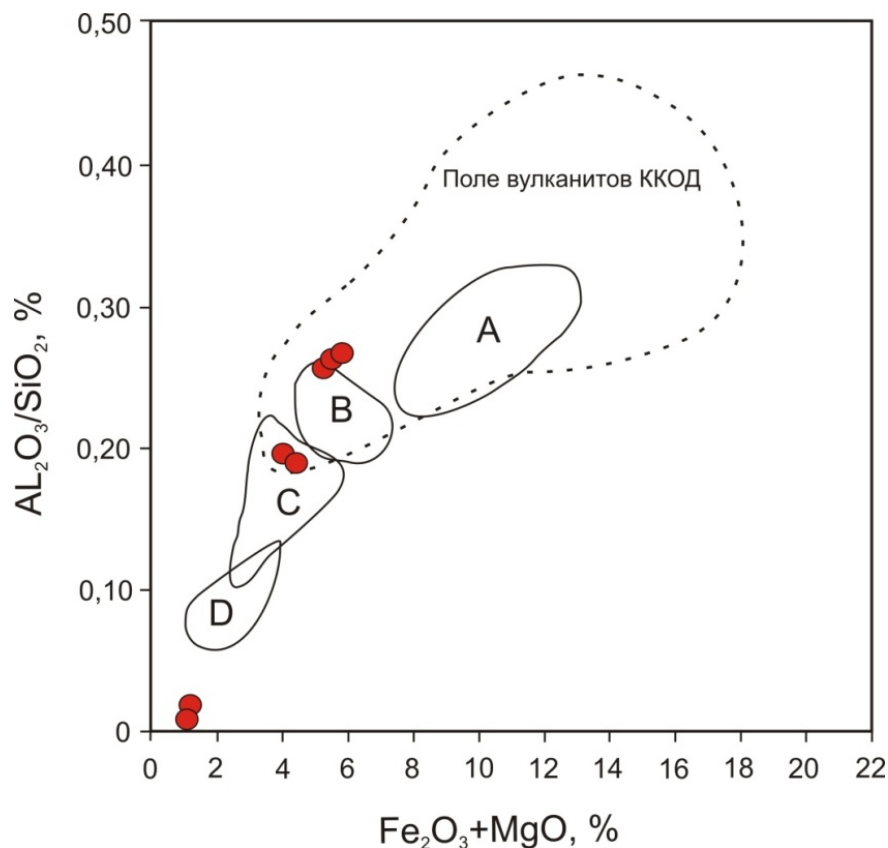


Рис 9. Дискриминационная диаграмма М.Р. Бхатия для терригенных пород точерской свиты из различных геодинамических обстановок. Поля: А – океанические островные дуги, В – континентальные островные дуги, С – активная континентальная окраина, D – пассивная континентальная окраина.

Анализируемые породы средней подсвиты точерской свиты обнаруживают низкие содержания SiO_2 – от 5,8 до 19,8. Для них характерно преобладание оксидов кальция над оксидами магния. По значению отношения $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{FeO}+\text{MnO})$, изменяющемуся от 33,9 до 39,2 породы этой группы относятся к известнякам кальциевого класса. Титановый модуль анализируемых пород средней подсвиты

варьирует от 0,71 до 0,100, что характерно для фациальных обстановок открытого шельфа и позволяет классифицировать их как нормотитанистые и супертитанистые нормосиаллиты.

Таким образом, полученные данные позволяют предполагать, что в составе точерской свиты включены разновозрастные и разноформационные образования, соответствующие различным тектоническим условиям образования. По своим литогеохимическим характеристикам, литологическому составу и возрасту отложения включаемые в состав средней подсвиты сопоставимы с фаменской верхнеякшинской подсвитой.

Научные работы, опубликованные за период реализации проекта:

1. Ташлыков В.С., Минина О.Р. Литогеохимическая характеристика верхнедевонской якшинской свиты (Западное Забайкалье) // Вестник Геонаук, 2020. 5(305). С. 17-23. DOI: 10.19110/geov.2020.5.

2. Tashlykov V.S, Minina O.R, Metelkin D.V, Knoll M.K. Composition, provenance area and paleomagnetism of the Bagdarin formation. Kazan Golovkinsky Young Scientists" Stratigraphic Meeting 2020 and Young Scientists" Summer School. г. Казань. Издательство Казанского университета. 2020. С 76.

3. Ташлыков В.С, Минина О.Р. Литохимическая характеристика и источники сноса багдаринской свиты (Витимкан-Ципинская зона, Западное Забайкалье). 3-е Уральское литологическое совещание "От анализа вещества – к бассейновому анализу" и 4-я Всероссийская литологическая школа "Методы, методы и снова методы в литологии" г. Екатеринбург. ИГГ УрО РАН. 2020. С 138-140.

4. Ташлыков В.С. Минина О.Р. Состав, источники сноса и палеомагнетизм стратонов Багдаринской синформы (Западное Забайкалье). Научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту». г. Иркутск. 2020 г.

Участие в научных мероприятиях.

1. Международная молодежная стратиграфическая конференция Головкинского 2020. «Осадочные планетарные системы: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы». Kazan Golovkinsky Young Scientists" Stratigraphic Meeting 2020 and Young Scientists" Summer School. г. Казань. 26-30 октября 2020.

2. Научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту». г. Иркутск, 20-23 октября 2020 г.

Расходы на оплату аналитических работ.

№ п/п	Вид анализа	Стоимость анализа одной пробы	Количество проб	Общая стоимость
1	Силикатный	350,0	8	2800
2	S	40,0	8	320
3	F	37,0	8	296
4	CO2	26,0	8	208
5	Атомно-абсорбционный: воды, технол растворы	92,0		
	породы, минералы	56+22 (за след.)		
6	Атомно-эмиссионный спектральный Be	40+15,0 (за след.) 70,0	8	560
	B	75,0		
	гр. Fe (6 эл)	115,0	8	920
7	РЗЭ (АЭС ICP)	400,0		
8	Au,Pt,Pd (хим спектр)	200		
9	U-Pb LA-ICP-MS	15000	1	15000
10	Рентгенофлуоресцентный анализ	100+10*10 (N-кол- во элементов)	10	4896
10	ИТОГО:			22104