ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ГИН СО РАН)

УДК 551.2 (553.04,556.25) № гос. рег. АААА-А21-121011890029-4

Инв. № 1

УТВЕРЖДЕНО РЕШЕНИЕМ УЧЕНОГО СОВЕТА Иротокол,№ 14 от «23»декабря 2021 г. Председатель Ученого совета, лиректор института, д.г.-м.н. А.А. Цыганков

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ за 2021 г.

Проект: "Палеоокеанические и окраинно-континентальные комплексы в структурах складчатых поясов: состав, возраст, условия формирования и геодинамическая эволюция" (промежуточный)

> Номер проекта в ИС управления НИР FWSG-2021-0001 (рег. № 1021062110640-2-1.5.6)

Направление фундаментальных и поисковых исследований: 1.5.1. Тектоника, геодинамика и эволюция Земли

Раздел фундаментальных и поисковых исследований:1.5.2.3. Строение и история формирования глобальных и региональных тектонических структур

Научный руководитель д.г.-м.н., чл.-к. РАН

5mg И.В. Гордиенко

Улан-Удэ, 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Подпись	ФИО
члк. РАН, гл. н. с., советник РАН, рук. НИР	Jour	И.В. Гордиенко
д. гм. н., зав. лаб отв. исп.	Muna	О.Р. Минина
к. гм. н., с.н.с., исп.	ach	Д.А. Орсоев
К. ГМ. Н., С.Н.С., ИСП.	Bemp-	Л.И. Ветлужских
к. гм. н., н.с исп.	Am	Р.А. Бадмацыренова
К. ГМ. Н., С.Н.С., ИСП.	down	А.Л. Елбаев
К. ГМ. Н., Н.С ИСП.	Joby .	В.С. Ланцева
м.н.с., исп.	Ashr	Н.А. Доронина
к. гм. н., нс, исп.	Kulan	А.В. Куриленко
Переводчик, соисп.	Thut	Н.М.Николаева
Инженер 2 кат., соисп.	Joinh	Т.А. Гонегер
Инженер - лаборант., соисп.	nepapar -	М.Ш. Бардина
мнс, исп.	the	В.С. Ташлыков
мнс, исп.	JACKED	М.С. Скрипников
Ведущий инженер, соисп.	W	О.В. Корсун
Ведущий инженер, соисп.	ilbuf	Б.Б. Лыгденова
Инженер 1 кат., соисп.	lien,	М.Г.Егорова
Инженер 1 кат., соисп.	Albanity	Л.А. Левантуева
Инженер 1 кат., соисп.	Bluchof	Л.В. Митрофанова
Инженер 2 кат., соисп.	a May	Т.Г. Хумасва
Инженер - лаборант, соисп.	Ynger	Н.А.Виноградов

ΡΕΦΕΡΑΤ

Отчет 30 с., 14 рис., 1 табл, 35 ист., 1 прил.

ПАЛЕООКЕАНИЧЕСКИЕ И ОКРАИННО-КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СТРУКТУРАХ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ: СОСТАВ, ВОЗРАСТ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

Перечень ключевых слов: магматизм, седиментогенез, гайоты, Джидинская островная дуга окраинные палеобассейны, U-Pb и палеонтологический возраст, хемостратиграфия, геодинамические обстановки.

В задачи выполняемого проекта входит изучение эволюции магматизма, седиментогенеза и условий формирования основных типов структур, связанных с геодинамическим развитием континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов. Главное внимание уделено определению состава, возраста, условий формирования и геодинамической эволюциии магматических и осадочных комплексов, расшифровке эволюции магматизма и осадконакопления в древних океанических бассейнах, островных вулканических дугах, активных континентальных окраинах западно-тихоокеанского и андийского типов в тектонических структурах складчатых поясов.

Решение поставленных фундаментальных задач проводилось в рамках двух взаимосвязанных блоков: 1) Палеоокеанические комплексы складчатых поясов: энсиматические дуги, гайоты, спрединговые зоны и 2) Окраинно-континентальные комплексы складчатых поясов, геодинамические типы осадочных бассейнов, определение их связей с островодужным и рифтогенным магматизмом. Полученные результаты базируются на комплексном подходе к решению поставленных задач.

Согласно заданию, на первом этапе (2021 г.) выполнения проекта было проведено изучение индикаторных океанических и субдукционных структурно-вещественных комплексов Палеоазиатского океана на территории Юго-Западного Забайкалья и Северной Монголии: палеоокеанических островов и плато (гайотов), бонинит-базальтовых лав и гранитоидов и задуговых осадочных бассейнов Джидинской энсиматической островодужной системы ранних каледонид.

На основании полученных результатов разработана предварительная модель геологического развития Джидинской зоны каледонид. Проведенные исследования по проекту будут использованы при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых в крупном перспективном Джидинском рудном районе Республики Бурятия.

3

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	5
	ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	7
	Основные результаты фундаментальных научных исследований по проекту	7
1	Результаты исследований карельских, байкальских, каледонских и	
	герцинских структурно-формационных комплексов различных	
	геодинамических обстановок	7
2	Комплексная модель геодинамической эволюции Джидинской	
	островодужной системы Палеоазиатского океана в эдиакарии–раннем	
	палеозое	8
3	Результаты изучения археоциат из органогенных известняков	
	олдындинской свиты	14
4	Изотопный состав Sr и C в карбонатных породах олдындинской	
	(ульдзутуйский, сухореченский и хулудинский горизонты) и аиктинской	
	(качинский горизонт) свит	16
5	Исследования Fe-Mn-Ti оксидных минералов из гранитоидов	
	Хамнигадайского массива, входящего в состав периферийной части	
	раннемезозойского Хэнтэй-Даурского магматического ареала	17
6	Результаты комплексного литологического и биостратиграфического	
	изучения урмугтэйульской свиты в стратотипической местности	
	(левобережье р. Шарын-Гол, Орхонский прогиб)	19
7	Результаты обобщения и обсуждения существующих схем стратиграфии	
	карбона, официально принятых в регионах Российской Федерации	20
8	Результаты изучения разрезов пограничных отложений девона и карбона	
	Западного Казахстана (гора Мугалжар)	21
9	Многоэтапная покровная тектоника юго-восточной части Восточного	
	Саяна	22
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
	Список использованных источников	25
	Приложение	29

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий отчет является промежуточным по теме: «Палеоокеанические и окраинноконтинентальные комплексы в структурах складчатых поясов: состав, возраст, условия формирования и геодинамическая эволюция» (2021-2025 гг.). Составлен с использованием Государственного стандарта ГОСТ 7.32-2001 в редакции 07.09.2005 г.

Изучение процессов формирования и эволюции континентальной коры, отраженных в магматических и осадочных комплексах, остается одной из главных фундаментальных проблем современной геологии. Магматические процессы являются основным индикатором перестройки и трансформации мантии и литосферы Земли и определяют различные типы осадочных бассейнов (океанические, задуговые, преддуговые и др.). Индикаторами магматических процессов являются интрузивные и вулканические породы корового и мантийного происхождения. Осадочные и осадочно-вулканогенные формации также служат индикаторами определенных геодинамических режимов. Для исследования магматизма и осадконакопления значительный интерес представляют складчатые пояса, возникшие на месте древних палеоокеанов. Именно поэтому изучение эволюции магматизма и седиментогенеза, определение возраста как магматических, так и осадочных комплексов, изучение основных типов тектонических структур, связанных с формированием континентальной коры этих складчатых поясов остается актуальным. Целью наших исследований является изучение вещественного состава, возраста, условий формирования и геодинамической эволюциии магматических и осадочных комплексов в палеоокеанических и окраинно-континентальных структурах Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов. В задачи работ входит изучение эволюции магматизма, седиментогенеза и условий формирования основных типов структур, связанных с геодинамическим развитием континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов. В рамках посталенных задач планировалось изучение магматических образований, представленных палеоокеаническими комплексами складчатых поясов, это энсиматические дуги, гайоты, спрединговые зоны (вещественный состав, возраст, источники и закономерности эволюции на основе петролого-геохимических и изотопно-геохронологических данных). Не менее важной задачей стало изучение окраинно-континентальных комплексов складчатых поясов, определение геодинамических типов осадочных бассейнов, определение их связей с островодужным и рифтогенным магматизмом, выявление осадочных и осадочно-вулканогенных формаций как индикаторов определенных геодинамических режимов осадконакопления.

На первом этапе исследования проводились в Джидинской зоне каледонид Юго-Западного Забайкалья и Северной Монголии, в пределах которой в венде-раннем палеозое сформировалась протяженная островодужная система Палеоазиатского океана (ПАО) энсиматического типа. В её строении нами были детально изучены индикаторные океанические и субдукционные структурновещественные комплексы ПАО: океанических островов (гайотов), собственно Джидинской островной дуги и задуговых окраинных бассейнов. Результаты этих исследований приведены в данноми отчете.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. В результате многолетних исследований в обширном регионе Центральной Азии был проанализирован вещественный состав, возраст и условия образования карельских, байкальских, каледонских и герцинских структурно-формационных комплексов различных геодинамических обстановок [1].

Представленные материалы вариаций величин $\mathcal{E}_{Nd}(T)$, $T_{Nd}(DM)$ и $T_{Nd}(DM-2st)$ Sm-Nd изотопных исследований СФК региона, позволили выделить разновозрастные изотопные провинции, которые приведены на составленной схеме расположения изотопных провинций континентальной коры Монголо-Забайкальского региона в зависимости от модельного возраста их формирования (рис. 1).



Рисунок 1. Схема расположения изотопных провинций континентальной коры Монголо-Забайкальского региона в зависимости от Nd модельного возраста их формирования.

Изотопные провинции коры и Nd модельные возраста T_{Nd}(DM) и T_{Nd}(DM-2st) их формирования (в млрд лет): 1 - архейская (>2.5); 2 - карельская (неоархей-палеопротерозойская – 2.6-1.6); 3 байкальская (мезо-неопротерозойская – 1.6-0.9); 4 – каледонская (эдиакарий-раннепалеозойская – 0.9-0.5); 5 – герцинская (средне-верхнепалеозойская – 0.5-0.3); 6 – условные границы разновозрастных ареалов изотопных провинций континентальной коры; 7 - цифры Nd модельного возраста коры по авторским и другим опубликованным данным (в таблице приведено117 анализов Nd модельного возраста коры).

В целях дальнейшей интерпретации материалов, на основе опубликованной таблицы 117 анализов Nd модельного возраста коры, составлена диаграмма зависимости величины $\varepsilon_{Nd}(T)$ магматических и некоторых осадочных комплексов пород от их возраста и размещения в изотопных провинциях континентальной коры разного возраста Монголо-Забайкальского региона (рис. 2). При этом большое внимание было уделено Джидинской зоне, где на раннекаледонском этапе (эдиакарии-кембрии) в результате заложения и развития спрединговых океанических бассейнов, океанических плато (гайотов) и островных дуг энсиматического типа Палеоазиатского океана произошло дальнейшее активное формирование континентальной коры.

В энсиматических дугах на океанической коре были выявлены гайоты (Джидотский и Урголский), которые предшествовали образованию островодужных сооружений Джидинской зоны. Формирование этих структур фиксируется мантийными и корово-мантийными источниками магматических расплавов (положительные величины $\mathcal{E}_{Nd}(T)$ и преимущественно эдиакарским возрастом протолитов в пределах каледонской изотопной провинции [2 – 11].



Рисунок 2. Зависимость величины источников $\mathcal{E}_{Nd}(T)$ магматических и осадочных комплексов пород от их возраста и размещения в изотопных провинциях континентальной коры разного возраста Монголо-Забайкальского региона [1]. 1-4 – области эволюции изотопного состава Nd в континентальной коре следующих возрастов: 1 - карельского (верхний архей-палеопротерозой); 2 - байкальского (мезо-неопротерозой); 3 – каледонского (эдиакарий-ранний палеозой); 4 – герцинского (средний-верхний палеозой); 5 - 8 – табличные значения содержаний ($\mathcal{E}Nd(T)$ – возраст) в магматических и осадочных комплексах пород различной геодинамической природы (см. табл. 1): 5 – в карелидах (а - островодужные, б - в байкалидах (а - островодужные, б - внутриплитные); 6 – в байкалидах (а - островодужные, б - коллизионные, в - внутриплитные); 7 – в каледонидах (а - островодужные, б - коллизионные, в - внутриплитные); 7 – в каледонидах (а - островодужные, б - коллизионные, в - внутриплитные); 8 – в герцинидах (а - островодужные, б – вулканические); 9 – тренды эволюции среднего состава континентальной коры в каледонских (а) и герцинских (б) изотопных провинциях с зонами влияния (в) [2].

Примечание. DM - деплетированная мантия, CHUR - неистощенный (хондритовый) мантийный резервуар. Красным пунктиром показано расположение герцинских внутриплитных гранитоидных батолитов (АВБ – Ангаро-Витимского и (ХН - Хангайского) в изотопных провинциях мезо-неопротерозойской коры.

В результате проведенных исследований в настоящее время в истории развития изученного Монголо-Забайкальского региона ЦАСП выделено три главных этапа формирования основной массы континентальной коры: 1) карельский (неоархей-палеопротерозойский) - около 30%, 2) байкальский (мезо-неопротерозойский) - 50% и 3) палеозойский (каледонско-герцинский), на который приходится более 20% объема коры. Такой эволюционный ряд указывает на преобладание в источниках магматических пород раннего этапа древнего корового материала. В последующие этапы был сформирован основной объём континентальной коры с широким участием смешанных корово-мантийных и ювенильных источников [1, 12].

2. При детальных исследованиях было установлено, что Джидинская островодужная система Палеоазиатского океана (ПАО) сложена рядом взаимосвязанных эдиакарийраннепалеозойских структурно-вещественных комплексов (СВК): собственно энсиматической островной дуги с аккреционной призмой, океанических островов (гайотов) и задуговых окраинных палеобассейнов [7, 8]. Разработана комплексная модель геодинамической эволюции Джидинской островодужной системы Палеоазиатского океана в эдиакарии–раннем палеозое от образования спредингового океанического бассейна ПАО с океаническими островами (симаунтами или гайотами), энсиматической островной дуги с бонинитами, аккреционными призмами, габброидами и гранитоидами, задуговым флишевым спрединговым бассейном до формирования на их месте крупного аккреционно-коллизионного сооружения – Джидидинской складчатой области [1] (рис. 3).



Рисунок 3. Схема геологического строения Джидинского рудного района. Составлена с использованием материалов В.С. Платова и др. [13] с дополнениями: 1 – четвертичные отложения; 2 – неоген-четвертичные базальты; 3 юрско-меловые осадочные И осадочно-вулканогенные образования; внутриплитные (рифтогенные) комплексы (4-7): 4 мезозойские гранитоиды (бичурский-P₂-T₁, малокуналейский-Т₂₋₃, гуджирский-J₃ комплексы); 5-раннепермские (дабанский-Р₁, гранитоиды шабартайский-Р₁ комплексы); 6 – позднекарбоновые гранитоиды (битуджидинский-С3, улекчинский - C₃ комплексы); 7 – пермокарбоновые осадочновулканогенные образования (гунзанская свита); 8 – кемброраннеордовикские И

гранитоиды

(позднеджидинский комплекс); 9 – кембро-ордовикские осадочные отложения задугового и преддугового палеобассейнов (джидинская свита); 10 – нижне-среднекембрийские островодужные гранитоиды (джидинский комплекс); 11 – вендские островодужные габброиды (зунгольский комплекс); 12 – вендские базит-гипербазиты офиолитового комплекса; 13 – венд-раннекембрийские вулканогенные породы Джидинской островной дуги (хохюртовская свита); 14 – венд-раннекембрийские осадочно-вулканогенные образования Джидотского гайота (хасуртинская свита); 15 – неопротерозойские осадочно-метаморфические породы Хамардабанского микроконтинента (хамардабанская серия нерасчлененная); 16 – разрывные нарушения. Зубчатой жирной линией показана северовосточная граница Джидинского рудного района.

Нами разработана комплексная модель геодинамической эволюции Джидинской островодужной системы Палеоазиатского океана в эдиакарии-раннем палеозое от образования спредингового океанического бассейна ПАО с океаническими островами (симаунтами или гайотами), энсиматической островной дуги с бонинитами, аккреционными призмами, габброидами и гранитоидами, задуговым флишевым спрединговым бассейном до формирования на их месте крупного аккреционно-коллизионного сооружения – Джидинской складчатой области. Формирование СВК гайотов. Образование внутриплитных вулканических построек Джидотского и Ургольского гайотов происходило в эдиакарии на коре океанического типа ПАО под действием горячих точек (мантийных плюмов) до и после зарождениия Джидинской энсиматической островной дугиСтруктурно-вещественные комплексы изученного нами Джидотского гайота прослеживаются в пределах российской части Джидинской зоны каледонид в виде непрерывной

широкой (15-20 км) полосы с юго-востока от границы с Монголией (верховье рек Шабартая и Уленги) до среднего течения реки Нуд в предгорьях Хамар-Дабана на северо-западе, на расстояние свыше 70 км (рис. 4). Они представляют собой отдельные блоки тектонического меланжа в пределах крупного аллохтона. В строении Джидотского гайота выделяется три взаимосвязанных и близкоодновременных структурно-вещественных комплекса.



Рисунок 4. Схема геологического строения Джидинской зоны (Юго-Западное Забайкалье) по [7, 8] с дополнениями.

СВК Джидинской островной дуги 1-6: 1туфовая толща, 2-риолит-андезитовая толща, 3-базальтовая толща, 4-габброиды зунгольского комплекса венда, 5вендские плагиогранитоиды, 6-базитгипербазитовый комплекс венда; СВК Джидотского гайота 7-12: 7-доломитовая толща «шапки» гайота С3, 8- толща субщелочных базальтов €2,3, 9-толща вариолитовых толеитовых базальтов V-€1, 10-толща мафических брекчий V, 11базит-гипербазитовый комплекс V, 12тектонические меланжи V- ε_1 ; CBK окраинного бассейна 13-14: 13- ε_3-O_1 ; флишоидная толща 14хамардабанская серия нерасчлененная (РZ₁); СВК аккреционно-коллизионного комплекса 15-16: 15-коллизионные гранитоиды позднеджидинского комплекса О₁, 16-габбро-гранитоиды

джидинского комплекса V-C₁; 17- позднепалеозойские гранитоиды дабанского комплекса; 18-граница структурноформационных зон; 19-крупные разломы.

Первый, нижний комплекс слагает океанический фундамент. Он представлен крупными более (Хасуртинский, Дархинтуйский) И мелкими массивами базит-гипербазитов И сопутствующих тел меланжированных мафитовых брекчий, представляющих собой представляет собой неотъемлемую часть нижней части азреза океанической коры гайота. В основном это блоки и линзовидные тела базит-гипербазитового комплекса (серпенизированные перидотиты, габбротальк-карбонатные пироксениты, конгломератовидные серпентиниты, листвениты, метасоматиты). Второй комплекс гайота представлен толщей вариолитовых высокохромистых и низкотитанистых толеитовых базальтов (N-MORB) подушечного (преобладают) и трубчатого типов с подчиненным объемом карбонатно-кремнистых отложений (горизонты темных силицитов, микритовых известняков, гиалокластитов). Базальты тесно ассоциируют с дайковым комплексом высококремнистых долеритов и родингитизированных габбро и габбро-долеритов. В составе третьего комплекса гайота выделяется толща субщелочных базальтов, занимающая основной объём вулканической части гайота. Она объединяет дифференцированные вулканиты ряда субщелочной оливиновый базальт-гавайит-трахиандезибазальт-трахит с дайками долеритов и

трахидолеритов (OIB). В строении толщи преобладают базальтовые пиллоу лавы. Вулканиты среднего состава обычно формируют мелкие потоки флюидальных лав. Для субщелочных базальтов характерен комплекс порфировых вкрапленников, представленных плагиоклазом, клинопироксеном, апатитом. На приведенных геодинамических диаграммах исследованные базальты занимают поля MORB-типа, толеитовых, известково-щелочных базальтов и WPB – типа. С толщей субщелочных базальтов ассоциируют разнообразные вулканокластиты, оолитовые известняки, доломиты, туфотурбидиты и олистостромы с фауной нижнего-среднего кембрия. В заключительную стадию формирования Джидотского гайота, по-видимому, по пути его в зону субдукции окраинного бассейна была образована «шапка» гайота, представленная мощной кремнисто-извесняково-доломитовой толщей с дайками субщелочных долерито-базальтов и кембрийских водорослевых известняков.

В результате проведенных геохимических исследований установлена сложная история развития магматических систем Джидотского гайота под влиянием глубинного плюма [9]. По содержанию и характеру распределения редкоземельных элементов вулканиты района Джидотского гайота четко разбиваются на две группы (рис. 5). Одна группа базальтов обеднена легкими лантаноидами, в них отношение (La/Yb)N=0,35-0,84, европиевая аномалия не проявлена Eu/Eu*=0.98-1.04, а сумма РЗЭ составляет 26,51-48,19 г/т. Она сопоставима с базальтами N-MORB-типа. Вторая группа характеризуется фракционированным спектром РЗЭ (с преобладанием легких лантаноидов), что наглядно иллюстрирует отношение (La/Yb)N=13,96-16,24, отсутствием европиевой аномалии Eu/Eu*=1,03-1,11 и высоким содержанием редкоземельных элементов (сумма РЗЭ=150-203 г/т), что совпадают с данными по базальтам OIB-типа [14].



Рисунок 5. Распределение редкоземельных элементов в базальтах Джидинской зоны: а – базальты комплекса фундамента Джидотского гайота; б – базальты собственно структуры гайота. Значения элементов нормированы к составу хондрита согласно [15].

Выделенные две группы базальтов отчетливо различаются и по содержанию высокозарядных несовместимых элементов на дискриминационных диаграммах (рис. 6, см. рис.

3), где первая группа ложится в поле базальтов срединно-океанических хребтов (MORB), а вторая в поле базальтоидов внутриплитного геохимического типа (WPA).



Рисунок 6. Дискриминационные геохимические диаграммы Th-Hf-Zr-Nb (г/т) для вулканитов Джидинской зоны. Поля составов по [16]. МОRB – базальты срединно-океанических хребтов, IAT – островодужные толеиты, CAB – известково-щелочные базальты, WPB – внутриплитные базальты.

СВК Формирование Джидинской островной дуги. Согласно проведенным палеогеодинамическим реконструкциям и палеомагнитным данным, Джидинская островодужная система совместно с другими одновозрастными островными дугами образовывала протяженную цепь дуг в приэкваториальной зоне Сибирского континента и по структурному положению отвечает геодинамическим обстановкам западно-тихоокеанского типа - окраинных морей, островных дуг, активных и пассивных континентальных окраин, спрединговых зон и зон трансформных разломов на границе континент-океан [1, 10, 12, 17]. Океаническая кора ПАО субдуцировала под островные дуги. Это хорошо было показано по палеомагнитным свойствам пиллоу-лав в хорошо изученной нами ранее Джидинской островодужной системе [18]. При этом плюмовый магматизм на раннем этапе (эдиакарий – ранний кембрий) проявлен наиболее ярко. Среди структурно-вещественных комплексов пород Джидинской энсиматической островной дуги установлены эдиакарские (560 ± 5 млн лет) офиолитовые ассоциации базит - гипербазитов (Бугуриктайский и др. массивы), расслоенного кумулятивного и дайкового комплексов, надсубдукционных толеитов N-MORB с участием бонинитов (542 млн лет), андезибазальтов, габбро, тоналитов с участием адакитов и плагиогранитов известково-щелочной серии (506-504 млн лет). Надсубдукционные офиолиты островной дуги, включая базальты OIB, имеют высокие положительные величины єNd(T)=+9.2,+6.4, +3.5 ювенильной коры, близкой по составу к обогащенной DM. Изотопные и геохимические данные формирования островодужных вулканитов и гранитоидов свидетельствуют о плавлении деплетированного мантийного источника при подчиненном вкладе долгоживущего корового материала. Петролого-геохимические исследования

бонинитов Джидинской островной дуги показали их сходство с аналогичными образованиями Идзу-Бонинской островной дуги и дуги Тонга, а субщелочных базальтов Джидотского гайота - с океаническими платобазальтами поднятия Онтонг-Джава и гайота Кастор, а также с гайотами Алтае-Саянской области и многих других районов Забайкалья и Монголии [1, 5, 7, 11, 12, 19]. В настоящее время нами проведены более детальные петролого-геохимические исследования мощной базальтовой и андезит-риолитовй толщ Джидинской островной дуги. В этой толще по вещественному составу фиксируются базальтоиды толеитовой и известково-щелочной петрохимических серий. При этом среди толеитовой серии наблюдаются низкокалиевые разности, характерные для фронтальных частей развитых островных дуг (например, Камчатка, Курилы) [9].

СВК преддуговых и задуговых окраинных палеобассейнов. В Джидинской островодужной системе Палеоазиатского океана (ПАО) широко распространены более поздние флишоидные терригенно-карбонатные отложения верхнего кембрия - раннего ордовика (джидинская свита) задугового окраинного палеобассейна, которые перекрывают отложения «шапки» Джидотского гайота и прорываются верхний кембрий - раннеордовикскими (490 \pm 2–477 \pm 6 млн лет) коллизионными гранитоидами позднеджидинского комплекса. Было установлено, что обломочные породы флиша имели источники питания: докембрийские блоки, Джидинская островная дуга и постройки гайота [6, 7, 9, 23, 24]. Проведено палеонтологическое и Sr-хемостратиграфическое изучение карбонатных отложений хохюртовской свиты окраинного палеобассейна Джидинской островодужной системы (по рр. Хасуртый, Мырген-Шено, ключу Ивановский, право- и левобережье р. Цакирка, левобережью р. Джида, по пади Юхта) [25] (рис. 7а).



Рисунок 7. а) Изотопный состав Sr в известняках хохюртовской свиты в сравнении с кривой эволюции ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr в неопротерозойском океане [26, с дополнениями]. Цифрами обозначены разрезы: 1 – р. Хасуртый; 2 – рр. Цакирка и Юхта; б) Изотопный состав Sr в известняках хохюртовской свиты (рр. Дунду-Гол и Мырген-Шено) в сравнении с кривой эволюции ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr в неопротерозойском и раннепалеозойском океане [26, с дополнениями].

Полученные значения ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr в известняках на pp. Хасуртый (0,7062-0,7065), Юхта (0,7078-0,7081) и Цакирка (0,7075-0,7078) показывают, что эти осадки образовались в позднем неопротерозое в интервале 800-600 млн. лет. Отношение ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr в известняках р. Дунду-Гол (0,7084), р. Мырген-Шено (0,7082-0,7083) и кл. Ивановский (0,7082) предполагает осадконакопление в раннем кембрии (рис. 76), что совпадает с находками археоциат и трилобитов и согласуется с возрастом прорывающих верхний кембрий - раннеордовикскими коллизионными гранитоидами. Sr-хемостратиграфические данные указывают на то, что в составе карбонатных пород хохюртовской свиты установлены два разновозрастных комплекса – позднепротерозойский и раннекембрийский. Этот вывод расширяет наши представления об истории развития Джидинского задугового окраинного палеобассейна [23, 27, 28].

Таким образом, в результате выполненных работ по данному проекту были по-новому проинтерпретированы петролого-геохимические особенности индикаторных пород и разработана комплексная модель геодинамической эволюции Джидинской островодужной системы ПАО в эдиакарии–раннем палеозое от образования спредингового океанического бассейна ПАО с океаническими островами (гайотами), энсиматической островной дуги с бонинитами, аккреционными призмами, габброидами и гранитоидами, задуговым флишевым спрединговым бассейном до формирования на их месте крупного аккреционно-коллизионного сооружения – Джидинской складчатой области Центрально-Азиатского складчатого пояса.

В текущем году сотрудниками лаборатории были получены и опубликованы также нижеследующие результаты.

3. В результате изучения археоциат из органогенных известняков олдындинской свиты в ее составе выделены три горизонта (а не четыре как было принято ранее): ульдзуйтуйский (атдабанский ярус), сухореченский и хулудинский (ботомский ярус) с характерными комплексами археоциат и описаны дополнительные таксоны археоциат [28]. Археоциаты представлены видами Sajanolynthus desideratus, Nochoroicyathus arteintervallum, Sibirecyathus abacanicus, Stapicyathus abakanensis, Leptosocyathellus mirandus, Cyclocyathellaja kovlevi, Plicocyathus admirabilis, Annulocyathella lavrenovae, Clathricoscinus vassilievi, и родами Sanarkocyathus sp., Usloncyathus sp. indet и др. (табл. 1). Строение скелета этих археоциат отличается многообразием структурных элементов, что отображает пик развития этой группы фауны в ботомское время, связанный с высокой биопродуктивностьюУдино-Витимскогопалеобассейна в раннем кембрии. Археоциаты Zonacyathus sp., локулярные Syringocoscinus angulatus и Usloncyathus sp?, описанные из стратотипа верхнеульдзуйтуйского горизонта, conоставимы с хулудинским комплексом и позволяют датировать горизонт ботомским ярусом, а не атдабанским веком, как было принято ранее. Эти

данные позволяют по-новому интерпретировать стратиграфию олдындинской свиты и выделять в ее составе три горизонта: ульдзуйтуйский (атдабанский ярус), сухореченский и хулудинский (ботомский ярус) с характерными комплексами археоциат. На основе изучения фаунистических развития археоциат Западного комплексов также выявлена этапность Забайкалья, соответствующая идентичным этапам, выделенным А.Ю. Розановым в стратотипах ярусов нижнего кембрия на Сибирской платформе. Установлено, что первые археоциаты появились в Удино-Витимском палеобассейне в позднем атдабане и незначительны по таксономическому разнообразию. Ульдзуйтуйский комплекс представлен простыми морфологическими формами: Protopharetra, Shiveligocyathus, Nochoroicyathus, Loculicyathus. В раннем ботоме археоциаты отличаются высокой продуктивностью, связанной с развитием элементов кубков.



Пояснения к таблице 1

Фиг. 1. Sajanolynthus desideratus. Поперечный срез кубка. Обр. 1704–21. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт.

Фиг. 2. Nochoroicyathus arteintervallum. Поперечный срез кубка. Обр. 0408. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, хулудинский горизонт.

Фиг. 3. Sibirecyathus abacanicus. Поперечный срез кубка. Обр. 1704–25. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт.

Фиг. 4. Stapicyathus abakanensis.Поперечный срез кубка. Обр. 0406–3. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, хулудинский горизонт.

Фиг. 5-6. Leptosocyathellus mirandus: 1 -Поперечный срез кубка. Обр. 1707-25. нижний Забайкалье, Западное кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт; 2 – поперечный срез кубка. Обр. 1707-25. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт. Фиг. 7-8. Cyclocyathella jakovlevi: 1 -Поперечный срез кубка. Обр. 1707-25. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт; 2 – продольный срез кубка. Обр. 1707-25. Западное Забайкалье, нижний кембрий, олдындинская свита, сухореченский горизонт.

В среднеботомское время таксономическое разнообразие сокращается, что вероятно, связано с активным вулканизмом. Рост органогенных построек происходил в момент перерывов вулканической деятельности, который имел место в позднем атдабане-раннем ботоме. Об этом говорит планомерное развитие фауны, но достаточно непродолжительное ее существование. Фактически, яркий расцвет кембрийского сообщества в Удино-Витимском палеобассейне был в пределах одного яруса нижнекембрийской системы [25].

4. Впервые методом С- и Sr-изотопной хемостратиграфии уточнен возраст нижнекембрийских олдындинской и аиктинской свит [28].

Изотопный состав Sr и C в карбонатных породах олдындинской (ульдзутуйский, сухореченский и хулудинский горизонты) и аиктинской (качинский горизонт) свит в сравнении с вариациями ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr и δ¹³C в венд-кембрийскихкарбонатных отложениях Сибирской платформы (рис. 8).





Из этих горизонтов проведено описание морфологического строения археоциат и анализ их морфогенеза. В олдындинской свите описаны три археоциатовых горизонта вместо ранее выделявшихся четырех – ульдзуйтуйский (атдабанский ярус), сухореченский и хулудинский (ботомский ярус), а в аиктинской свите – качинский горизонт (тойонский ярус) [25].

Все выделенные стадии отражают расцвет и угасание археоциатового сообщества Саяно-Байкальской горной области. Отношение ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr и значение δ¹³C в известняках трех горизонтов олдындинской свиты (0.70828–0.70847 и от 0.2 до 2.7‰ PDB) и аиктинской свиты (0.70866– 0.70877 и от –2.4 до 0.5‰ PDB) совпадают с С- и Sr-изотопными вариациями в морской воде атдабанского, ботомского и тойонского времени раннего кембрия (рис. 9).



Рисунок 9. Видовое разнообразие археоциат, отношение ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr и значение δ¹³C в карбонатных породах олдындинской (Удино-Витимская зона) и аиктинской (Бирамьино-Янгудская зона) свит.

1 – риолиты, риодациты, дациты; 2 – андезиты, андезибазальты, базальты и их туфы; 3 – белые и светло-серые известняки; 4 красноцветные брекчиевидные известняки; 6 – известняки;5 _ известняки с микрофитолитами; 7 – морфологические особенности строения кубков археоциат: А Rotundocyathus (двустенная форма с перегородками в интерваллюме);В – Clathricoscinus (двустенная форма с перегородками И пористыми днищами); С Formosocyathus (двустенная формас перегородками, гребенчатыми днищами и сообщающимися каналами внутренней стенки); D – Pluralicyathus (двустенная форма с дополнительной пористой оболочкой).

С- и Sr-хемостратиграфические данные согласуются с палеонтологическими находками и соответствуют представлениям о формировании Удино-Витимскойостроводужной системы и связи с эпиконтинентальным морским бассейном Сибирской платформы в раннем кембрии.

5. Проведены исследования Fe-Mn-Ti оксидных минералов из гранитоидов Хамнигадайского массива, входящего в состав периферийной части раннемезозойского Хэнтэй-Даурского магматического ареала [29].

Гранитоиды массива представлены среднезернистыми биотитовыми двуполевошпатовыми лейкогранитами и жильными аплитами. Лейкограниты состоят из небольших зерен калиевонатриевого полевого шпата, плагиоклаза (альбит-олигоклаза, альбита), темного или черного кварца и небольшого количества пластинчатого биотита (флогопит-аннит). Аплиты сложены калиевым полевым шпатом, альбитом, кварцем, биотитом и мусковитом. По петрохимическим критериям лейкограниты центральной и краевой части массива незначительно различаются. Акцессорные минералы лейкогранитов центральной части массива представлены магнетитом, титанитом, цирконом, фторапатитом, ильменит, торитом, фосфоторитом, в лейкогранитах краевой части помимо вышеперечисленных минералов часто встречается флюорит. В качестве акцессорных фаз в аплитах диагностируются - магнетит, ильменит, циркон, монацит, торит, колумбит, ишикаваит и флюорит. Изучение ильменита в гранитоидах показало весьма высокое содержание оксида марганца в них, более 16,60 мас. %. Установлено, что минералы группы ильменита (IIm₆₁. 47Prph₃₇₋₄₆Hem₁₋₈) до железистого пирофанита (Prph₇₂₋₆₄Ilm₂₄₋₃₂Hem₀₋₄; Prph₅₈₋₅₀Ilm₃₃₋₄₃Hem₅₋₉) и пирофанита (Prph₉₃₋₈₇Ilm₀₋₄Hem₄₋₁₄).



Рисунок 10. Состав минералов группы ильменита в координатах FeTiO₃--MnTiO₃--Fe₂O₃ (в мол. %) Условные обозначения: 1 – крупные зерна из лейкогранитов

центральной части массива, 2 – небольшие выделения из лейкогранитов краевой части; 3 – пластинчатые и игольчатые выделения в магнетите, 4 – из жильных аплитов.

Пирофанит и его железистая разновидность являются первыми находками этого минерала в Центральном Забайкалье. Минералы группы ильменита встречаются как в межзерновом пространстве породообразующих минералов, так и в виде пластинчато-игольчатых и неправильных выделений в магнетите, что указывает на разные условия и время их формирования (рис. 11).



Рисунок 11. Характер выделений минералов ильменитовой группы в гранитоидах Хамнигадайского массива

a, b – железистый пирофанит (Fe-Prph) из лейкогранитов центральной части: a – частичное замещение рутилом (Ru), b – разнообразие включений; c-e– пластинчатые и игольчатые вростки пирофанита-I (Prph) в магнетите; f, g– неправильные выделение пирофанита-II (Prph) в магнетите (Mt) из лейкогранитов краевой части; h, i – ассоциация магнетита, манганоильменита (Mn-Ilm), циркона (Zrn) и флюорита (Fl) в аплитах, иллюстрирующий тесный парагенезис этих минералов. Кfs – калиевый полевой шпат, Qtz – кварц, Pl – плагиоклаз, Ttn – титанит, Bt – биотит, Ар – апатит. Изображения в отраженных электронах.

Предполагается, что первичные железистые пирофаниты сформировались при кристаллизации кремнекислого дифференцированного расплава при относительно низких температурах, повышенной общей щелочности, в окислительных условиях. Закономерноориентированные пластинчатые и игольчатые выделения пирофанита в магнетите по-видимому представляют собой продукт распада исходного твёрдого раствора. Предполагается, что первичные железистые пирофаниты сформировались при кристаллизации кремнекислого дифференцированного расплава при относительно низких температурах, повышенной общей целочности, в окислительных условиях. Закономерно-ориентированные пластинчатые и игольчатые выделения пирофанита в магнетите по-видимому представляют собой продукт распада исходного твёрдого раствора. Пирофанит обнаруженный в наиболее лейкократовых и альбитизированных гранитах краевой части массива встречается в виде неправильных выделений, замещающих с краев и по трещинкам крупные зерна низкотитанистого магнетита, и скорее всего, образовался в результате метасоматических процессов, под воздействием щелочного флюида. Относительно пониженные содержания марганца в минералах ильменитовой группы жильных аплитов вызвано перераспределением марганца между сосуществующими - ильменитом и колумбитом [29].

6. Комплексное литологическое и биостратиграфическое изучение урмугтэйульской свиты в стратотипической местности (левобережье р. Шарын-Гол, Орхонский прогиб) позволило получить новые данные о составе, возрасте и обстановках седиментации этих отложений [30].

В составе изученного разреза окрестностей г. Шиир - Уул (левобережье р. Шарын-Гол) выделено четыре пачки (рис. 12).



Рисунок 12. Фрагмент геологической карты бассейна р. Шарын-Гол (лист М-48-XXIII). Составлена с использованием данных из [32], с дополнениями. 1-четвертичные отложения; 2-3-урмугтэйульская свита (C₁uu): 2-верхнеурмугтэйульская подсвита (C₁uu₂), 3-нижнеурмуг-тэйульская подсвита (C₁uu₁); 4-туфотерригенная толща (D₃); 5-карбонатнотерригенная формация Бууралтай (NP3br); 6-габбродиорит-гранитовый комплекс Углоо (C₂u); 7-сиенитмонцогранитовый комплекс Чулуу $(D_2c);$ 8гранодиорит-гранитовый комплекс Салхит (NP3s); 9 габброидный комплекс Хэтэл (NP₃h); 10 - комплекс Баянгол (NP₂в): а – II фаза, граниты, б – I фаза, габбродиориты; 11-разрывные нарушения; 12-14местонахожления органических остатков: 12 брахиопод. криноидей, а-сборы мшанок: предшественников, б-сборы авторов; 13-флоры; 14миоспор; 15–элементы залегания; 16-высотные отметки.

Первая, вторая и третья пачки соответствуют нижнеурмугтэйульской подсвите, четвертая пач ка – верхнеурмугтэйульской подсвите. Характер разреза и литологические особенности урмугтэйульской свиты, рассматриваемой в составе двух терригенных фациальных ассоциаций, а также палеонтологическая характеристика и анализ палинофаций, свидетельствуют о формировании отложений в обстановках аллювиально-дельтовой равнины

(нижнеурмугтэйульская подсвита) и мелководной части шельфа (верхнеурмугтэйульская подсвита).

Впервые проведенные палинологические исследования позволили уточнить возраст свиты. Комплекс миоспор определяет раннекаменноугольное, позднетурнейское время накопления нижнеурмугтэйульской подсвиты (косьвинский горизонт). Палинокомплекс верхнеурмугтэйульской подсвиты позволяет ограничить время накопления отложений поздним визе (тульский горизонт) (рис. 13) [32]. По миоспорам в изученных разрезах не выявлен временной интервал, соответствующий нижней частивизейского яруса в объеме радаевского и бобриковского горизонтов Региональной стратиграфической схемы Русской платформы. Скорее всего, на ранневизейское время приходился перерыв в осадконакоплении. Седиментационный перерыв в осадконакоплении между нижне- и верхнеурмугтэйульской подсвитами, отражающийся в литологических признаках эрозионного размыва, и ранее предполагаемый исследователями на основании изучения комплексов мшанок [31], по миоспорам определен в объеме нижневизейского подъяруса.



Рисунок 13. Палиноморфы из урмугтэйульской свиты.

Нижняя подсвита: 1 - Punctatisporites glaber (Naumova) Playford; 2 -Leiotriletes inermis (Waltz) Ischenko; 3 -Tuberculispora exigua (Naumova); 4 -Geminospora parvibasilaris (Naumova) Byvscheva; 5 - Punctatispotrites uncatus (Kedo) Byvscheva; 6 - Reticulatisporites tenellus (Byvscheva) Byvscheva; 7 -Knoxisporites literatus (Waltz) Playford; 8 - Knoxisporites multiplicabilis (Kedo) Oshurkova; 9 - Densosporites gibberosus (Kedo et Jushko) Byvscheva; 10 -Simozonotriletes intortus (Waltz) Potonie et Kremp. Верхняя подсвита: 11 -Cingulizonates bialatus (Waltz) Smith et Butterworth; 12 - Lycospora pusilla (Ibrachim.) Somers; 13 - Densosporites gibberosus (Kedo et Jushko) Byvscheva; 14 - Vallatisporites variabilis (Waltz) Oshurkova; 15 - Vallatisporites punctatus (Naumova) Oshurkova; 16 Densosporites dentatus (Waltz) Potonie et Kremp; 17 - Reticulatisporites trivialis Oshurkova; 18 (Kedo) Lophozonotriletes curvatus Naumova.

7. Усовершенствованы существующие схемы стратиграфии карбона, официально принятые в регионах Российской Федерации [33]. Обобщены и обсуждаются некоторые существующие схемы стратиграфии карбона, официально принятые в регионах Российской Федерации. Эти регионы с разной геологической историей и различными условиями осадконакопления включают Московский бассейн, Урал, Северный Тиман, Сибирь, Кузнецкий бассейн, Монголо-Охотский и Верхояно-Колымский регионы. Между регионами возможны широкие корреляции на основе макро- и микрофоссилий, в то время как все региональные схемы увязаны с официальной Общей стратиграфической схемой России для каменноугольного периода с использованием зонирования на основе ортостратиграфических окаменелостей. В результате анализа имеющихся данных Российская Общая стратиграфическая схема сопоставлена с Международной стратиграфической шкалой по аммоноидеям, конодонтам, фораминиферам и палиноморфам [33].

8. Рассмотрены проблемы стратиграфии верхнего девона и нижнего карбона Западного Казахстана (горы Мугалжары) – одного из немногих районов распространения пограничных отложений девона и карбона в мире, включающих находки аммоноидей и конодонтов [34]. Проблема проведения границы девона и карбона является одной из ключевых для Международной Комиссии по Стратиграфии (ICS) Международного Союза Геологических Наук (IUGS). В разрезах пограничных отложений девона и карбона Западного Казахстана (гора Мугалжар) находятся всемирно известные местонахождения ортостратиграфических групп ископаемых организмов. Определены около 100 видов фораминифер, 8 видов кораллов, 7 видов криноидей, 10 видов аммоноидей. Криноидеи впервые изучены из разрезов Западного Казахстана. Монографически описано 5 видов стеблевых фрагментов, характеризующих низы турнейского яруса (рис. 14).



Рисунок 14. Криноидеи пограничных отложений девона и карбона

Многочисленные стеблевые фрагменты криноидей хорошей сохранности встречены в разрезе Берчогур. Анализ комплекса криноидей свидетельствует о раннетурнейском времени формирования вмещающих отложений, что подтверждается данными по конодонтам, аммоноидеям и кораллам. Решены вопросы корреляции биостратиграфических зон по аммоноидеям, конодонтам и фораминиферам. Предложено сопоставить уровень границы девона и карбона по конодонтовому маркеру *Protognathodus kockeli* (не встречающегося в уральских и казахстанских разрезах) с уровнями по конодонтам *Siphonodella praesulcata* и *S. sulcata*, выявленным в разрезе Биршогыр, и с уровнями находок аммоноидей Acutimitoceras и фораминифер рода Tournayellina (Acutimitoceras и Tournayellina pseudobeata. [34].

9. В результате комплексных структурно-геологических и металлогенических исследований с учетом ранее ранее проведенных авторами работ, было установлено, что юго-восточная часть Восточного Саяна сформировалась преимущественно в неопротерозое-раннем палеозое в условиях многоэтапной покровной тектоники и тектономагматической переработки автохтонных и надвинутых на них аллохтонных океанических (офиолитовых), островодужных и окраинноморских террейнов, а также амальгамации аккреционно-коллизионных и постколлизионных магматических комплексов, возникших при открытии и последующем закрытии окраинных структур Палеоазиатского океана. В среднем и позднем палеозое продолжались активные внутриплитные вулканоплутонические процессы В условиях разрывных нарушений сдвигонадвигового типа, приведшие к образованию новых покровно-купольных структур и перераспределению рудного вещества (золота и пр.) в крупных месторождениях полезных ископаемых. Окончательно структура юго-восточной части Восточного Саяна оформилась в позднем кайнозое в результате образования высокогорного рельефа и извержений вулканов, в том числе в долине р. Жомболок [35].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате многолетних исследований в обширном регионе Центральной Азии был проанализирован вещественный состав, возраст и условия образования карельских, байкальских, каледонских и герцинских структурно-формационных комплексов различных геодинамических обстановок (Гордиенко, 2021).

2. Разработана комплексная модель геодинамической эволюции Джидинской островодужной системы Палеоазиатского океана в эдиакарии–раннем палеозое от образования спредингового океанического бассейна ПАО с океаническими островами (симаунтами или гайотами), энсиматической островной дуги с бонинитами, аккреционными призмами, габброидами и гранитоидами, задуговым флишевым спрединговым бассейном до формирования на их месте крупного аккреционно-коллизионного сооружения – Джидидинской складчатой области.

3. Проведено палеонтологическое и Sr-хемостратиграфическое изучение карбонатных отложений хохюртовской свиты окраинного палеобассейна Джидинской островодужной системы. Sr-хемостратиграфические данные указывают на то, что в составе карбонатных пород хохюртовской свиты установлены два разновозрастных комплекса – позднепротерозойский и раннекембрийский. Этот вывод расширяет наши представления об истории развития Джидинского задугового окраинного палеобассейна

4. В результате изучения археоциат из органогенных известняков в составе олдындинской свиты выделены три горизонта (а не четыре как было принято paнee): ульдзуйтуйский (атдабанский ярус), сухореченский и хулудинский (ботомский ярус) с характерными комплексами археоциат и описаны дополнительные таксоны археоциат.

5. Впервые методом С- и Sr-изотопной хемостратиграфии уточнен возраст нижнекембрийских олдындинской и аиктинской свит.

6. Комплексное литологическое и биостратиграфическое изучение урмугтэйульской свиты в стратотипической местности (левобережье р. Шарын-Гол, Орхонский прогиб) позволило получить новые данные о составе, возрасте и обстановках седиментации этих отложений

7. Установлено, что гранитоиды хамнидагайского массива представлены среднезернистыми биотитовыми двуполевошпатовыми лейкогранитами и жильными аплитами. Определено, что минералы группы ильменита имеют не выдержанный состав варьирующий от манганоильменита (IIm₆₁₋₄₇Prph₃₇₋₄₆Hem₁₋₈) до железистого пирофанита (Prph₇₂₋₆₄IIm_{24–32}Hem₀₋₄; Prph₅₈₋₅₀IIm₃₃₋₄₃Hem₅₋₉) и пирофанита (Prph₉₃₋₈₇IIm₀₋₄Hem₄₋₁₄).

8. Усовершенствованы существующие схемы стратиграфии карбона, официально принятые в регионах Российской Федерации. Проведены широкие корреляции на основе макро- и микрофоссилий, все региональные схемы для каменноугольного периода увязаны с официальной Общей стратиграфической схемой России с использованием зонирования на основе ортостратиграфических окаменелостей.

9. В разрезах пограничных отложений девона и карбона Западного Казахстана (гора Мугалжар) определены фораминиферы, кораллы, криноидеи, аммоноидеи. Криноидеи из разрезов Западного Казахстана изучены впервые. Монографически описано 5 видов стеблевых фрагментов характеризующих низы турнейского яруса. Решены вопросы корреляции биостратиграфических зон по аммоноидеям, конодонтам и фораминиферам.

В целом, задачи, поставленные в проекте на первый этап, полностью решены. Выполненные работы согласуются с общей направленностью исследований региона, имеют общенаучное значение и вносят существенный вклад в расшифровку геологического строения Монголо-Забайкальского региона, и в целом, в решение фундаментальной проблемы современной геологии, связанной с познанием процессов формирования континентальной коры и геодинамической эволюции Земли.

Полученные результаты, базирующиеся на комплексном подходе к решению поставленных задач, вполне сопоставимы с результатами исследований других научных коллективов и с уровнем новейших зарубежных разработок.

Проведенные исследования по проекту несомненно будут в дальнейшем использованы при поисках и разведке ранее открытых и новых месторождений полезных ископаемых в крупном перспективном Джидинском рудном районе Республики Бурятия [Гордиенко, 2019, 2020, 2021в].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гордиенко И.В. Роль островодужно-океанического, коллизионного и внутриплитного магматизма в формировании континентальной коры Монголо-Забайкальского региона: по структурно-геологическим, геохронологическим и Sm - Nd изотопным данным // Геодинамика и тектонофизика. - 2021. - Т. 12. - № 1. - С. 1-47.

2. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Ковач В.П., Котов А.Б., Сальникова Е.Б. Магматизм и геодинамика раннекаледонских структур Центрально-Азиатского складчатого пояса (изотопные и геологические данные) // Геология и геофизика. - 2003. - Т. 44. - № 12.- С. 1280-1293.

3. Кузьмин М.И., Гордиенко И.В., Альмухамедов А.И., Антипин В.С., Баянов В.Д., Филимонов А.В. Палеокеанические комплексы Джидинской зоны каледонид (Юго-Западное Забайкалье) // Геология и геофизика. – 1995.- Т.36. - №1. -С.3-18.

4. Альмухамедов А.И., Гордиенко И.В., Кузьмин М.И., Томуртогоо О., Томурхуу Д. Бониниты Джидинской зоны каледонид, Северная Монголия // Докл. АН. – 2001. - Т.377. - №4. - С. 526-529.

5. Альмухамедов А.И., Гордиенко И.В., Кузьмин М.И., Томуртогоо О., Томурхуу О. Джидинская зона: фрагмент Палеоазиатского океана //Геотектоника. - 1996. - Т.30. - №4. - С.25-42.

6. Филимонов А.В. Геологические формации и формационные ряды палеозоя Юго-Западного Забайкалья (условия формирования и геодинамическая интерпретация) // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-минерал. наук. Иркутск. - 2003. - 21 с.

7. Гордиенко И.В., Филимонов А.В., Минина О.Р., Горнова М.А., Медведев А.Я., Климук В.С., Елбаев А.Л., Томуртогоо О. Джидинская островодужная система Палеоазиатского океана: строение и основные этапы геодинамической эволюции в венде-палеозое // Геология и геофизика. - 2007. - Т. 48. - № 1. - С. 120-140.

8. Гордиенко И.В., Гороховский Д.В., Смирнова О.К., Ланцева В.С., Бадмацыренова, Р.А., Орсоев Д.А. Джидинский рудный район: геологическое строение, структурнометаллогеническое районирование, генетические типы рудных месторождений, геодинамические условия их образования, прогнозы и перспективы освоения // Геология рудных месторождений. -2018. - Т. 60.- № 1. - С. 3-37.

9. Елбаев А.Л., Ветлужских Л.И. XIII Гордиенко И.В., Всероссийское петрографическое совещание (с участием зарубежных ученых). «Структурно-вещественная плюмтектонических процессов в эволюция плейт - и формировании эдиакарий раннепалеозойской Джидинской островодужной системы Палеоазиатского // океана» Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. - 2021б. - Т.1.- С. 153-156.

25

10. Гордиенко И.В., Метелкин Д.В. Эволюция субдукционного магматизма на неопротерозойской и венд-раннепалеозойской активных окраинах Палеоазиатского океана // Геология и геофизика. - 2016. - Т.57. - №1. - С.91-108.

11. Елбаев А.Л., Гордиенко И.В., Баянова Т.Б., Гороховский Д.В., Орсоев Д.А., Бадмацыренова Р.А., Зарубина О.В. U-Pb возраст и геохимические особенности ультрамафитмафитов офиолитовой ассоциации Джидинской зоны (Юго-Западное Забайкалье) // Доклады академии наук. - 2018. - Т. 478.- № 4. – С. 452-455.

12. Гордиенко И.В. Связь субдукционного и плюмового магматизма на активных границах литосферных плит в зоне взаимодействия Сибирского континента и Палеоазиатского океана в неопротерозое и палеозое // Геодинамика и тектонофизика. - 2019. - Т. - 10. - № 2. - С.405-457.

13. Платов В.С., Савченко А.А., Игнатов А.М., Гороховский Д.В. и др. Государственная геологическая карта Российской федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Алдано-Забайкальская серия. Лист М-48. Улан-Удэ. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ. - 2009. - 271 с.

14. Гордиенко И.В. Роль островодужно - океанических процессов в формировании байкальской и каледонской континентальной коры в Забайкалье // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы научного совещания. Иркутск: Институт земной коры СО РАН. - 2020. - тС.78-79.

15. Boynton W.V. Geochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In Rare Earth Element Geochemistry (ed. P. Henderson). 1984. V. 2. P. 63-114.

16. Wood D.A. The application of a Th–Hf–Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British tertiary volcanic province // Earth and Planetary Science Letters. 1980. V. 50. P 11-30.

17. Ярмолюк В.В., Кузьмин М.И., Козловский А.М. Позднепалеозойский - раннемезозойский внутриплитный магматизм Северной Азии: траппы, рифты, батолиты-гиганты и геодинамикаих формирования // Петрология. - 2013.- Т.21.- № 2. - С.115-142.

18. Гордиенко И.В., Михальцов Н.Э. Положение венд-раннекембрийских офиолитовых и островодужных комплексов Джидинской зоны каледонид в структурах Палеоазиатского океана по палеомагнитным данным // Доклады академии наук. - 2001. - Т.379. - №4. - С.508-513.

19. Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Сафонова И.Ю., Кох Д.А. Фрагменты океанических островов в структуре Курайского и Катунского аккреционных клиньев Горного Алтая // Геология и геофизика. – 2004. - Т.45. - №12. - С.1381-1403.

20. Tomurhuu D., Bolorjargal P., Jian Ping, New dating and geochemistry of Dzhida boninite series rocks and its tectonic constrain. Abstract and excursion guide book of the third International workshop and field excursion for IGCP-480. - Beijing. - China. - 2007. - p. 33.

21. Симонов В.А., Гордиенко И.В., Ступаков С.И., Медведев А.Я., Котляров А.В., Ковязин С.В. Условия формирования базальтовых комплексов Джидинской зоны Палеоазиатского океана // Геология и геофизика. - 2014. - Т.55. - С.929-940.

22. Belyaev V.A., Gornova M.A., Gordienko I.V., Karimov A.A., Medvedev A.Ya., Ivanov A.V., Dril S.I., Grigoriev D.A., Belozerova O.Yu. Late Cambrian calc-alkaline magmatism during transition from subduction to accretion: Insights from geochemistry of lamprophyre, dolerite and gabbro dikes in the Dzhida terrain, Central Asian orogenic belt // Lithos 386-387(2021)106044. - P. 1-18.

23. Ветлужских Л.И., Скрипников М.С. Стратиграфия и органические остатки хохюртовской свиты кембрия Джидинской зоны (Юго-Западное Забайкалье). Биогеография и эволюционные процессы // Материалы LXVI сессии Палеонтологического общества при РАН. Санкт-Петербург: изд-во Картфабрика ВСЕГЕИ. - 2020. - С. 33-34.

24. Кузнецов А.Б., Каурова О.К., Минина О.Р., Ветлужских Л.И., Скрипников М.С. Позднерифейские карбонаты в Бурлинской и Джидинской зонах, Западное Забайкалье: Srхемостратиграфия // Материалы совещания Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). - Вып.19. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН. - 2021. - С.126-127.

25. Скрипников М.С., Ветлужских Л.И. Новые находки археоциат из олдындинской свиты (Западное Забайкалье) / Вестник Пермского университета. Геология. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет. - 2021. - Т.20. - №1. - С.1-10.

26. Кузнецов А.Б., Скрипников М.С., Ветлужских Л.И., Каурова О.К. SRхемостратиграфия и биостратиграфия нижнекембрийской олдындинской свиты Удино-Витимская зона Западного Забайкалья. Этапы формирования и развития протерозойской земной коры: стратиграфия, метаморфизм, магматизм, геодинамика // Материалы VI Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. СПб: Свое издательство. - 2019. - С. 116-118.

27. Кузнецов А.Б., Ветлужских Л.И., Скрипников М.С. Sr-хемостратиграфия карбонатов хохюртовской свиты Джидинский синклинорий Забайкалья: рифей и кембрий. // Материалы совещания Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). - Вып.18. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН. - 2020. - С. 184-185.

28. Скрипников М.С., Кузнецов А.Б., Ветлужских Л.И., Каурова О.К. Разнообразие археоциат и Sr-хемостратиграфия нижнего кембрия Западного Забайкалья (Удино-Витимская и Бирамьино-Янгудская зоны) // Доклады Российской академии наук. Науки о земле. М.: Академкнига. - 2021. - Т.501. - № 2. - С.184-191.

29. Елбаев А.Л., Гордиенко И.В., Орсоев Д.А., Ходырева Е.В. Пирофанит и манганоильменит в гранитоидах Хамнигадайского массива, Центральное Забайкалье // Геосферные исследования. - №4. - 2021. - С.50-61.

30. Минина О.Р., Куриленко А.В., Ариунчимэг Я., Неберикутина Л.Н., Стукова Т.В. Биостратиграфия и литологические особенности нижнекаменноугольной урмугтэйульской свиты (Орхонский прогиб, Северная Монголия) // Тихоокеанская геология. - 2021. - Т. 40. - №6. - С. 50 – 67.

31. Тектоника Монгольской Народной Республики. - М.: Наука, 1974. - 284 с.

32. Государственная Геологическая карта. 1:200 000. УГЗ-200. Лист XXIII (Дулаанхаан).Г. Бомбороо, Г. Болдбаатар, Д. Баатаар, А. Амаржаргал, под ред. Ж. Бямба. 2003.

33. Alekseev, A.S., Nikolaeva, S.V., Goreva, N.V., Donova, N.B., Kossovaya, O.L., Kulagina E.I., Kucheva N.A., Kurilenko A.V., Kutygin R.V., Popeko L.I., Stepanova T.I. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy // Geol. Soc. London. Spec. Publ. - 2021. - V. 512. - P. 1-45.

34. Мустапаева М.С., Жаймина В.Я., Куриленко А.В. Описание разрезов пограничных отложений верхнего девона и нижнего карбона гор Муголжар (Актюбинская область). - Алматы. КазНИТУ, 2020. – 120 с.

35. Гордиенко И.В., Добрецов Н.Л., Жмодик С.М., Рощектаев П.А. (а) Многоэтапная покровная тектоника юго-восточной части Восточного Саяна и ее роль в формировании золоторудных месторождений // Геология и геофизика. - 2021в. - Т.62. - № 1. - С. 134-147

Количество научных публикаций в журналах, индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах научного цитирования (Web of Science, Scopus, MathSciNet, Российский индекс научного цитирования, Google Scholar, European Reference Index for the Humanities и др.) по проекту за 2021 год:

1. Гордиенко И.В. Роль островодужно-океанического, коллизионного и внутриплитного магматизма в формировании континентальной коры Монголо-Забайкальского региона: по структурно-геологическим, геохронологическим и Sm - Nd изотопным данным // Геодинамика и тектонофизика. - 2021. - Т. 12. № 1.- С. 1-47. DOI: 10.5800/GT-2021-12-1-0510 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000631639100001

2. Гордиенко И.В., Добрецов Н.Л., Жмодик С.М., Рощектаев П.А. Многоэтапная покровная тектоника юго-восточной части Восточного Саяна и ее роль в формировании золоторудных месторождений // Геология и геофизика. - 2021. Т. 62. - № 1. - С. 134-147. DOI:10.2113/RGG20204283. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000611533000007

Скрипников М.С., Кузнецов А.Б., Ветлужских Л.И., Каурова О.К. Разнообразие 3. археоциат и Sr-хемостратиграфия нижнего кембрия Западного Забайкалья (Удино-Витимская и Бирамьино-Янгудская зоны) // Доклады Российской академии наук. Науки о земле. М.: -Τ. 501. No 2. ISSN-2866-7397. Акалемкнига. -2021. _ _ С. 184-191. DOI: 10.31857/S2686739721120112

4. **Елбаев А.Л., Гордиенко И.В., Орсоев Д.А.,** Ходырева Е.В. Пирофанит и манганоильменит в гранитоидах Хамнигадайского массива, Центральное Забайкалье // Геосферные исследования. - №4. - 2021. - С.50-61. DOI: 10.17223/25421379/21/4 http://journals.tsu.ru/geo/&journal_page=archive&id=2159

5. Минина О.Р., Куриленко А.В., Ариунчимэг Я., Неберикутина Л.Н., Стукова Т.В. Биостратиграфия и литологические особенности нижнекаменноугольной урмугтэйульской свиты (Орхонский прогиб, Северная Монголия) // Тихоокеанская геология.- 2021. - Т. 40. - №6. - С. 50 – 67. DOI: 10.30911/0207-4028-2021-40-6-50-67. ISSN: 0207-4028 eLIBRARY ID: 47378126

6. Скрипников М.С., Ветлужских Л.И. Новые находки археоциат из олдындинской свиты (Западное Забайкалье) // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет. - 2021. - Т.20. - №1. - С.1-10. DOI: 10.17072/psu.geol.20.1.1 <u>http://geology-vestnik.psu.ru/index.php/geology/article/view/388</u> eLIBRARY ID: 45717714 7. Belyaev V.A., Gornova M.A., **Gordienko I.V.,** Karimov A.A., Medvedev A.Ya., Ivanov A.V., Dril S.I., Grigoriev D.A., Belozerova O.Yu. Late Cambrian calc-alkaline magmatism during transition from subduction to accretion: Insights from geochemistry of lamprophyre, dolerite and gabbro dikes in the Dzhida terrain, Central Asian orogenic belt // Lithos 386-387(2021)106044. - P. 1-18. DOI: 10.1016/j.lithos.2021.106044. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000632736400003

8. Alekseev, A.S., Nikolaeva, S.V., Goreva, N.V., Donova, N.B., Kossovaya, O.L., Kulagina E.I., Kucheva N.A., **Kurilenko A.V.,** Kutygin R.V., Popeko L.I., Stepanova T.I. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy // Geol. Soc. London. Spec. Publ. - 2021. - V. 512. - P. 1-45. https://doi.org/10.1144/SP512-2021-134 Article DOI: 10.1144/SP512-2021-134 Article number: GSLSpecPub2021-134

9. Мустапаева М.С., Жаймина В.Я., **Куриленко А.В.** Описание разрезов пограничных отложений верхнего девона и нижнего карбона гор Муголжар (Актюбинская область). Алматы. КазНИТУ: 2020. с.120. ISBN 978-601-323-228-7 500 экз. уч. изд. л. 6.0. усл.п.л. 5.8