Министерство науки и высшего образования

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ГИН СО РАН)

УДК 551.2 (553.04,556.25) Рег. № НИОКТР АААА-А17-117011650013-4

Инв. № 2

УТВЕРЖДЕНО РЕШЕНИЕМ УЧЕНОГО СОВЕТА Протокол Ле 10 от «17»декабря2020 г. Председатель Ученого совета, Врио директор института, д.г.-м.н. А.А. Цыганков

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Проект IX.124.1.1. Эволюция магматизма и седиментогенеза, ее связь с формированием каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов (заключительный)

Номер проекта в ИС управления НИР 0340-2019-0002

Приоритетное направление IX.124. Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли **Программа IX.124.1.** Глубинная геодинамика и эволюция литосферы:

закономерности проявления мантийных плюмов и плитотектонических процессов, динамика осадочных бассейнов

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

И.В. Гордиенко

Улан-Удэ, 2020

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.	Munn	О.Р. Минина
д. г. - м. н., в.н.с., исп.	Fint	А.Н. Булгатов
д. гм. н., н.с., исп.	Ahry	А.Ю. Антонов
к. гм. н., с.н.с., исп.	60/5	Д.А. Орсоев
к. гм. н., с.н.с исп.	Benil-	Л.И. Ветлужских
К. ГМ. Н., Н.С ИСП.	Cham	Р.А. Бадмацыренова
к. гм. н., с.н.с исп.	chil	А.Л. Елбаев
К. ГМ. Н., Н.С ИСП.	laff-	В.С. Ланцева
м.н.с., исп.	Don	Н.А. Доронина
К. ГМ. Н., НС, ИСП.	Kum	А.В. Куриленко
Переводчик, соисп.	Heeref-	Н.М.Николаева
Инженер 2 кат., соисп.	Josh-	Т.А. Гонегер
Инженер - лаборант., соисп.	netsassan -	М.Ш. Бардина
Аспирант, соисп.	the	В.С. Ташлыков
Аспирант, соисп.	Atert	М.С. Скрипников
Ведущий инженер, соисп.	hi	О.В. Корсун
Ведущий инженер, соисп.	lung.	Б.Б. Лыгденова
Инженер 1 кат., соисп.	her	М.Г.Егорова
Инженер 1 кат., соисп.	lebanta	Л.А. Левантуева
Инженер 1 кат., соисп.	Blashot	Л.В. Митрофанова
Инженер 1 кат., соисп.	A CONTRACTOR	Ж.Ш. Ринчинова
Инженер 2 кат., соисп.	TX yes-	Т.Г. Хумаева
Инженер - лаборант, соисп.	AVE	Н.А.Виноградов

ΡΕΦΕΡΑΤ

Отчет 53 с., 1 кн., 29 рис., 91 ист., 1 прил.

ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЗМА И СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА, ЕЕ СВЯЗЬ С ФОРМИРОВАНИЕМ КАЛЕДОНСКОЙ И ГЕРЦИНСКОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО И МОНГОЛО-ОХОТСКОГО СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ

Перечень ключевых слов: магматизм, седиментогенез, изотопные исследования, геодинамические обстановки, биостратиграфия, палеомагнетизм, детритовые цирконы.

Основной целью проекта являлось изучение эволюции магматизмаи седиментогенеза в основных типах тектонических структур, связанных с формированием каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатскогои Монголо-Охотского складчатых поясов.

В результате исследований разработана модель эволюции палеозойского океанического, островодужного и аккреционно-коллизионного магматизма и связанного с ним седиментогенеза, определены условия формирования основных типов структур, источники формирования магматических и осадочных комплексов и их роль в геодинамическом формировании континентальной коры этих складчатых поясов. Рассмотрена взаимосвязь плейт- и плюмтектонических процессов при формировании систем неопротерозойских И венд-палеозойских островодужных И активных континентальных окраин в зоне взаимодействия Сибирского континента, Палеоазиатского (ПАО) и Монголо-Охотского (МОО) океанов. Установлены генетические типы и геодинамические условия формирования вулканогенных и осадочных толщ в различных типах палеобассейнов Монголо-Забайкальского региона, получены новые данные по возрасту, генетическим типам и условиям формирования индикаторных осадочных формаций, установлены тип и возраст доминирующих пород в области сноса.

Новые данные отражены в предложенных моделях эволюции магматизма и связанного с ним седиментогенеза на примере Джидинской, Витимкан-Ципинской, Удино-Витимской, Баргузино-Витимской структурно-формационных зон Западного Забайкалья, Аргунского террейна Восточного Забайкалья, Северного Прибайкалья и Хэнтей-Даурской складчатой системы Центрального Забайкалья и Северной Монголии.

Материалы, полученных в ходе выполнения проекта, внесут существенный вклад в решение фундаментальной проблемы современной геологии, связанной с познанием процессов формирования континентальной коры и геодинамической эволюции Земли и могут быть использованы при создание разномасштабных геологических и металлогенических карт нового поколения, при поисково-разведочных работах.

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	7
	ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	10
	Основные результаты фундаментальных научных исследований по	
	проекту	10
1	Модель геодинамической эволюции рифейских и венд-палеозойских	
	тектонических обстановок различного типа в зоне взаимодействия	
	Сибирского континента и Палеоазиатского океана (ПАО)	10
2	Результаты исследований фундаментальных проблем связей	
	субдукционного и плюмового магматизма при формировании	
	континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского	
	складчатых поясов	11
3	Новые данные по геологическому строению Монголо-Охотского	
	складчатого пояса и Амурского микроконтинента	12
4	Результаты исследований крупной Хэнтей-Даурской складчатой	
	системы (Северная Монголия и Центральное Забайкалье)	13
5	Результаты изучения минералогических и геохимических условий	
	формирования габбро-перидотитовых силлов и их ксенолитов в	
	неопротерозойском довыренском никеленосном интрузивном	
	комплексе (Северное Прибайкалье)	15
6	Новые данные по составу и U-Pb возрасту ультрамафит-мафитовой	
	ассоциации Джидинской островодужной системы (Джидинская зона)	16
7	Новые данные об особенностях вещественного состава, условиях и	
	времени формирования гранитоидов Хамнигадайского и Этытейского	
	массивов Центрального Забайкалья	18
8	Новые данные о возрасте, составе и стратиграфической	
	последовательности девонских отложений Ононской мегазоны	
	Монголо-Охотского и Витимкан-Ципинской зоны Центрально-	
	Азиатского складчатых поясов	20
9	Новые данные о возрасте, составе условиях осадконакопления	
	палеозойских отложений формаций Хараа (C2-O1 hr) и Ажнай (D2-3 ad)	
	Дзун-Модского бассейна Хара-Гольской зоны Северной Монголии	22

10	Определены состав, объем, литогеохимические особенности и	
	источники сноса багдаринской, якшинской свит и алексеевской толщи	
	Багдаринской подзоны Витимкан-Ципинской зоны (Витимское	
	плоскогорье)	23
11	Результаты изучения крибрицита из отложений олдындинской свиты	26
12	Подготовлены и изданы Госгеолкарты Российской Федерации,	
	масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист	
	N-49-XII (Ципикан) и Лист N-49-XVIII (Багдарин)	27
13	Обоснование выделения 6 рудных районов на территории Республики	
	Бурятия	28
14	Прогнозно-металлогенические исследования Джидинского рудного	
	района Республики Бурятия и оценены перспективы его дальнейшего	
	развития	29
15	Прогнозно-металлогенические исследования Селенгинского рудного	
	района Республики Бурятия и оценены перспективы его дальнейшего	
	развития	31
16	Новые данные по составу, ЭПГ-Си-Ni минерализации, флюидному	
	режиму и условиям образования тел анортозитов, в специфическом	
	такситовом горизонте (Риф I) Йоко-Довыренского массива	32
17	Результаты изучения сульфидов Re в Cu-Ni-PGE рудах массивах	
	Желос и Токты-Ой (Восточный Саян)	34
18	Результаты изучения мультиизотопного состава серы сульфидных Си-	
	Ni руд мончегорского интрузивного комплекса (Мончегорский плутон	
	и Волчетундровский массив)	35
19	Результаты изучения кристаллической структуры теллурида палладия	
	и серебра – сопчеита	36
	Заключение	38
	Список использованных источников	43
	Приложение А	52

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящий отчет о НИР составлен с использованием Государственного стандарта ГОСТ 7.32-2001 в редакции 07.09.2005 г.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (по необходимости)

В настоящем отчете о НИР применяют общеизвестные термины.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ (по необходимости)

В настоящем отчете о НИР сведения о сокращениях указывают в тексте отчета.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий отчет является заключительным по теме: «Эволюция магматизма и седиментогенеза, ее связь с формированием каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов» (2017-2020 гг.), по которой были представлены промежуточные отчеты по этапам 2017, 2018, 2019 годов.

Согласно новой глобальной концепции – тектоники литосферных плит установлено, что складчатые пояса возникли на месте бывших океанических бассейнов или их окраин и являются продуктом преобразования океанической коры в континентальную [1-6]. Изучение процессов формирования и эволюции континентальной коры, отраженных в магматических и осадочных комплексах, остается одной из главных фундаментальных проблем современной геологии. Вещественный состав магматических, осадочных комплексов, реконструкция обстановок их формирования и форм проявления тектонических процессов, позволяют достоверно определить тектонические режимы прошлого и играют определяющую роль в установлении геодинамической эволюции Земли.

Основным индикатором перестройки и трансформации мантии и литосферы Земли являются магматические процессы, отражающие динамику тепломассообмена вверхних ее слоях. Индикаторами магматических процессов служат разнообразные интрузивные и вулканические породы корового и мантийного происхождения [4, 8-12]. Имеющиеся современные геодинамические реконструкции, в основном, базируются именно на данных магматической петрологии и геохимии. Магматические процессы определяют различные литогеодинамические типы осадочных бассейнов (океанические, задуговые, преддуговые, шельфовые и др.). Образование бассейнов сложный комплексный процесс, в котором задействованы одновременно процессы, происходящие на разных уровнях литосферы и в мантии. Осадочные и осадочно-вулканогенные формации с характерным набором признаков служат индикаторами определенных геодинамических режимов [13-16].

Для исследования магматизма и осадконакопления в пределах Монголо-Забайкальского региона значительный интерес представляют Центрально-Азиатский и Монголо-Охотский складчатые пояса, возникшие на месте Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов [4, 17-23]. Несмотря на длительное изучение этих орогенных поясов, остаются нерешенными многие вопросов, связанные с эволюцией магматизма, осадконакопленияи основных типовструктур. Ключом к восстановлению геодинамической истории Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясовявляется комплексное изучение магматических, осадочных комплексов покровно-

7

складчатых сооружений и тектонических процессов на огромной территории Забайкалья, обословивших формирование этих структур [20, 24-29]. Поэтому основная цель проекта IX.124.1 заключалась в изучение эволюции магматизма, седиментогенеза и условий формирования основных типов структур, связанных с геодинамическим развитием каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов.

В задачи проекта, в соответствии с главной целью, входило изучение вещественного состава и определение геодинамических условий формирования венд палеозойского океанического, островодужного и аккреционно-коллизионного магматизма и выявление связей магматических процессов с формированием различных геодинамических типов осадочных палеозойских бассейнов и их эволюцией в зоне взаимодействия Сибирского континента, Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов.

Для решения поставленных проблем, проектом предусматривались комплексные исследования, включающие определение геодинамических условий формирования вендпалеозойского магматизма И выявление связей магматических процессов с формированием различных геодинамических типов осадочных бассейнов и их эволюцией в зоне взаимодействия Сибирского континента, Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов. Исследования по проекту проводились в рамках двух взаимосвязанных блоков. В задачи первого блока входило изучение ультрабазитового, габброидного и гранитоидного магматизма и геодинамических обстановок его проявления, второй блок включал бассейнов изучение условий седиментогенеза различных типов осадочных Палеоазиатского И Монголо-Охотского океанов, геодинамические условия ИХ формирования и роль в формировании каледонской и герцинской континентальной коры в регионе.

Исследования проводились в Джидинской, Витимкан-Ципинской, Удино-Витимской, Баргузино-Витимской структурно-формационных зонах Западного Забайкалья, Аргунском террейне Восточного Забайкалья, в Северном Прибайкалье и в Хэнтей-Даурской складчатой системе Центрального Забайкалья и Северной Монголии.

На заключительном этапе исследований по проекту в 2020 году собраны и обработаны полевые материалы, подведены итоги по изучению магматизма и связанного с ним седиментогенеза, определены условия формирования основных типов структур, источники формирования магматических и осадочных комплексов и их роль в геодинамическом формировании каледонской и герцинской континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов. В результате

8

проведенных исследований по проекту выявлена специфика соотношения процессов магматизма и седиментогенеза, разработаны тектоно-петрологические модели проявления субдукционных и коллизионных процессов в формировании континентальной коры Монголо-Забайкальского региона, получены новые данные о возрасте, генетических типах и геодинамических условиях формирования индикаторных осадочных формаций, разработаны седиментологические модели палеозойских бассейнов, установлен их тип, возраст, источники и ареалы областей сноса. Проведены палеогеодинамические реконструкции и разработана модель геодинамической эволюции исследованного региона.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. На основе Геодинамической карты Байкальского региона и сопредельных территорий составлена и впервые опубликована на цифровой основе с объяснительной запиской «Карта террейнов Байкальской горной области» [30].

На основе этой карты разработана модель геодинамической эволюции рифейских и венд-палеозойских тектонических обстановок различного типа в зоне взаимодействия Сибирского континента и Палеоазиатского океана (ПАО) [21] в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 - Карта террейнов Саяно-Байкальскогоскладчатой области и сопредельных территорий [30]. 1 – Сибирский кратон; 2 – террейны Байкало-Патомского складчато-надвигового пояса (пассивная континентальная окраина кратона). Другие террейны юго-восточного складчатого обрамления Сибирского кратона: 3 – рифейско-палеозойские кратонные и метаморфические: (Г – Гарганский, X – Хамардабанский, К – Кичерский, Мл – Малханский, М – Муйский, О – Ольхонский, Пс – Протеросаянский, Я – Яблоновый, 3 – Заганский); океанические: 4 – верхнерифейские (И – Ильчирский, П – Парамский, АО – Абага-Оланский), 5 – венд-раннепалеозойские (Хс – Хасуртинский, Кн – Куналейский, ОК – Онон-Кулиндинский), силуродевонские (Кр – Кыранский, УБ – Усть-Борзинский, Пш – Пришилкинский); островодужные: 6 – верхнерифейские (Кл – Келянский, С – Сархойский), 7 – венд-раннепалеозойские (УВ – Удино-Витимский, Д – Джидинский, Хм – Хамсаринский), 8 – девон-раннекарбоновые (Б – Береинский, У – Уртуйский); турбидитовых бассейнов: 9 – средне-верхнерифейские (А – Аргунский, Бб – Бодайбинский, Бм – Бамбуйский, Бр – Баргузинский, Ду – Делюнуранский, Мм – Мамаканский, Ол – Олокитский, Ш – Шаманский, Вв – Верхневитимский), 10 – нижнепалеозойский (Вд – Верхнеджидинский), 11 – девонраннекарбоновый (Аг – Агинский), 12 – девон-среднекарбоновый (Др – Даурский); 13 – разломы: а) условные, б) сдвиги, в) вбросо-сдвиги и надвиги.

Примечание. Перекрывающие мезо-кайнозойские структурно-вещественные комплексы не показаны

За время существования ПАО в его пределах формировались и исчезали тектонические структуры различной геодинамической природы: зоны субдукции и связанные с ними энсиматические и энсиалические островные дуги, внутриокеанические вулканические острова (гайоты) и рифтовые долины с различной скоростью спрединга океанической коры, окраинные и внутренние моря, пассивные и активные континентальные окраины западно-тихоокеанского, калифорнийского и андийского типов. В пределах выделенных террейнов изучены магматические и осадочные комплексы [21, 30].

2. Проведены исследования фундаментальных проблем связей субдукционного и плюмового магматизма при формировании континентальной коры Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов [31].

На основе анализа известных моделей конвекции в астеносфере и мантии Земли, субдукционного и плюмового магматизма кайнозойских активных окраин западнотихоокеанского и калифорнийского типов и собственных материалов многолетних (ЦАСП) и Монголо-Охотского исследований Центрально-Азиатского (MOCII) складчатых поясов рассмотрена взаимосвязь плейт - и плюмтектонических процессов при формировании неопротерозойских и венд-палеозойских островодужных систем и активных континентальных окраин в зоне взаимодействия Сибирского континента, Палеоазиатского (ПАО) и Монголо-Охотского (МОО) океанов. Показано, ЧТО субдукционный магматизм активных окраин океанов невозможно отрывать от плюмового. Эти процессы взаимосвязаны и играли основную роль в истории формирования континентальной коры региона. В работе в результате анализа выполненных палеогеодинамических реконструкций байкальских, каледонских и герцинских структур выделено 25 энсиматических и энсиалических островодужных систем ПАО и МОО, с которыми связано формирование более 30 ареалов плюмового магматизма в соответствии с рисунком 2. Кроме того, в пределах активной окраины Сибирского континента описаны многочисленные поля разномасштабного проявления внутриплитного мантийного магматизма в рифтогенных структурах, не связанных с зонами субдукции, особенно на заключительном позднепалеозойском этапе. Такое сочетание островных дуг, связанных с ними спрединговых осадочных бассейнов и ареалов плюмовогомагматизма указывает на то, что вся эта огромная неопротерозой-палеозойская область Центральной Азии имеет гетерогенную природу и ее формирование происходило под влиянием разнообразных корово-мантийных процессов, среди которых главную роль играли мантийные плюмы.

11



Рисунок 2 -Палеогеодинамические реконструкции байкальского (а), каледонского (б) и герцинского (в) этапов развития окраин Сибирского континента, Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов, микроконтинентов, островных дуг, преддуговых и задуговых спрединговых осадочных бассейнов и ареалов плюмового магматизма, которые показаны на рисунке красным цветом

3 Получены новые данные по геологическому строению Монголо-Охотского складчатого пояса и Амурского микроконтинента [32, 33].

Рассмотрены проблемы, связанные с выделением и обоснованием существования Амурского составного микроконтинента (супертеррейна Амурия) в его юго-восточном обрамлении. Уточнен возраст докембрийских и палеозойских стратифицированных и магматических подразделений Приаргунья, показано отсутствие древнего, архейскопалеопротерозойского кристаллического основания в соответствии с рисунком 3.



Рисунок 3 - Тектоно-стратиграфические колонки террейнов Монголо-Охотского складчатого пояса:1 – терригенные морские отложения; 2 – карбонатные и терригенно-карбонатные отложения; 3 – турбидитовые (флишоидные) отложения; 4 – кремнистые морские отложения; 5 – ультраосновные породы офиолитовых комплексов; 6 – габброиды разных генетических типов; 7 – базальты океанические и внутриплитные; 8 – островодужные вулканиты; 9 – внутриплитные вулканиты; 10 – надсубдукционные известково-щелочные гранитоиды; 11 – коллизионные (а) и внутриплитные (б) гранитоиды; 12 – мезо- и неопротерозойские комплексы фундамента; 13 – стратиграфический перерыв; 14 – несогласия; 15 – тектонические границы

Ранее по палеомагнитным и палеонтологическим данным обосновано экваториальное положение Аргунского террейна в интервале 560-525 млн лет назад в непосредственной близости от Сибири [32].Результаты исследования доказывают, что Аргунскийтеррейн не был вовлечен в структуру Амурии, если таковой супертеррейн существовал. При этом полученные новые данные и современные сведения о геологическом строении Аргунского террейна и смежных структур Забайкалья и юговостока Азии указывают на отсутствие Амурского составного микроконтинента как единого тектонического элемента, коллизия которого обусловила формирование складчатых структур Монголо-Охотского пояса в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 - Новая схема тектонического районирования МОСП и смежных структур южного складчатого обрамления Сибирской платформы [33]

1 — Сибирская платформа; 2—4 — прилегающие аккреционно-коллизионные системы: 2 — преимущественно байкальские кратонные, океанические, островодужные и коллизионные комплексы (NP); 3 — преимущественно каледонские океанические, островодужные и коллизионные комплексы (V-PZ₁); 4 — преимущественно герцинские океанические, островодужные и аккреционно-коллизионные комплексы (PZ₂, 3); 5 — киммерийские (MZ) Сихотэ-Алиньского орогенного пояса; 6 — коллаж разновозрастныхтеррейнов Монголо-Охотского складчатого пояса: АГ — Агинский (АГ1 — Восточно-Забайкальский субтеррейн, АГ2 - Восточно-Хэнтэйский субтеррейн), АР — Аргунский (АР1 — Северное Приаргунье, АР2 — Южное Приаргунье), БР — Буреинский, ГТ — Галамско-Тугурский, ЛА — Ланский, НС — Нора-Сухотинский, ОЛ — Олдойский, ГН — Гонжинский, ММ — Мамынский, ТД —Тукурингро-Джагдинский, УЛ — Ульбанский, ХА — Хангайский, ХД — Хэнтэй-Даурский, ЦМ — Центрально-Монгольский; 7 — крупные системы разломов, сутуры (а): МОС — Монголо-Охотская, ГМЛ — Главный Монгольский линеамент; границы складчатых сооружений и террейнов (б); 8 — участки детальных работ

4 Завершены многолетние исследования крупной Хэнтей-Даурской складчатой системы, охватывающей пограничные районы Северной Монголии и Центрального Забайкалья [34].

Несмотря на длительную историю изучения структур этой системы, их природа до сих пор остается предметом дискуссий. До появления новой глобальной тектоники эти

назывались регенерированными геосинклинальными прогибами или структуры [35, 36]. В последующем с появлением мобилистских моногеосинклиналями реконструкций и террейнового анализа возникли новые представления о связи этих структур с развитием Центрально-Азиатского (ЦАСП) и Монголо-Охотского (МОСП) складчатых поясов, которые сформировались на месте соответственно Палеоазиатского и 24, 35]. В Монголо-Охотского океанов И ИХ окраин [4, соответствии с плитотектоническим структуре Хэнтэй-Даурского сводово-глыбового анализом В поднятия нами выделяются океанические, преддуговые, задуговые, островодужные, аккреционные и коллизионные комплексы раннего, среднего и позднего палеозоя в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5 -Схема структурно-формационного районирования Хэнтэй-Даурской складчатой системы Структурно-формационные зоны (римские цифры в цветных прямоугольниках): I-I – Каледонская окраина Сибирского палеоконтинента (Центрально-Монгольский микроконтинент); II-II – Еро-Дзунмод-Лунская ордовик-силуро-девонская островодужная система; III-III – Харагольский ордовик-силурийский спрединговый бассейн; IV-IV – Адацаг-Ононско-Агинская силуро-девонская система океанического иостроводужного осадконакопления и магматизма (а – Восточно-Хэнтэйский океанический бассейн, б – Эрдэни-Адацагская островодужная система); V-V – Девон-каменноугольные перекрывающие и сшивающие осадочные и магматические комплексы Улан-Баторского и Даурского бассейнов в пределах центральной части Хэнтэй-Даурской системы; VI-VI – Каледонская окраина Идэрмэг-Эрэндава - Керуленского составного микроконтинента

Разработана новая модель геодинамического развития Хэнтей-Даурской складчатой системы. Β ee формировании выделяется два главных этапа: позднекаледонский и раннегерцинский, и завершающий позднегерцинскийэтап в соответствии с рисунком 6.



Рисунок 6 -Реконструкциягеодинамического развития Хэнтэй-Даурской системы Монголо-Охотского складчатого пояса в раннем и среднем палеозое

1-континентальная(а)иокеаническая(б)кора;2 -островныедуги(цифрыв кружочках):1-Дархан-Малханская,2-Модохундукская, 3- Еро-Дзунмод-Лунская, 4 – Эрдэни-Адацагская, 5- Онон-Норовлинская; 3аккреционные призмы в преддуговых(а)иналоженные прогибывзадуговыхбассейнах(б);4-островодужные габброиды(а)игранитоиды(б);5- коллизионные(а)ивнутриплитные(б)гранитоиды; 6 – направлениядвижений океанических плит И плюмового магматизма в спрединговыхзонахокеанов(а)инадвиговых перемещений намикроконтинентах(б); 7 симаунт (а)и потокифлюидов(б). СК - Сибирский континент; МОО - Монголо-Охотский океан; ЦММ- Центрально-Монгольский микроконтинент; ИДКМ– Идэрмэг-Эрэндава-Керуленский микроконтинент

В позднекаледонский (ордовикско-раннесилурийский) этап произошло заложение океанического спредингового бассейна и зон субдукции с островодужным магматизмом. В раннегерцинский (позднесилурийско-девонский) этап, после небольшого перерыва, возникли новые зоны спрединга и субдукции на активных окраинах Монголо-Охотского океана. На позднегерцинском (каменноугольно-пермском) этапе формировались крупные задуговые осадочные бассейны, аккреционные призмы и сшивающие их внутриплитные магматические комплексы

5 Выявлены минералогические и геохимические индикаторы условий формирования габбро-перидотитовых силлов и их ксенолитов в неопротерозойском довыренском никеленосном интрузивном комплексе (Северное Прибайкалье), доказана его внутриплитная (рифтогенная) природа [37].

Габбро-перидотитовые силлы в виде пачки протяженных перемежающихся тел с вмещающими терригенно-карбонатными породами наблюдаются вдоль всего северозападного (нижнего) контакта Йоко-Довыренского массива. Установлено, что ксенолиты, обнаруженные нами в габброидной зоне Йоко-Довыренского расслоенного массива, принадлежат фрагментам пород габбро-перидотитовых силлов, что убедительно свидетельствует, вопреки сложившемуся мнению, о принадлежности силлов к более ранней фазе внедрения относительно главного объема довыренской магмы. Наиболее мощные силлы дифференцированы от плагиолерцолитов до оливиновых габброноритов в результате фракционной кристаллизации единого родоначального расплава. Родоначальный расплав, вычисленный по зоне закалки, отвечает низкотитанистому, высокомагнезиальному пикробазальту нормальной щелочности. По геохимическим характеристикам он коррелируется с вулканитами внутриплитных магматических ассоциаций рифтогенной природы в соответствии с рисунком 7.



Рисунок 7 -Характер распределения редких и редкоземельных элементов, нормированных на хондрит C1 и примитивную мантию [38], в пикробазальтах зоны закалки габбро-перидотитовых силлов. Эталонные спектры базальтов траппового магматизма и коллизионных вулканно-плутонических ареалов по [39], базальтов островных дуг (IAB) по [40], пикробазальтов Глушихинского прогиба Енисейского кряжа по [41]

6 Получены новые данные по составу и U-Pb возрасту ультрамафит-мафитовой ассоциации Джидинской островодужной системы (Джидинская зона) [42].

Установлено, что изученная ассоциация (Бугуриктайский массив) относится к офиолитам супрасубдукционного типа и входит в структуру Джидинской островодужной системы Центрально-Азиатского складчатого пояса [43, 44] в соответствиии с рисунком 8.



Рисунок 8 -Схема геологического строения Бугуриктайского массива (а), изотопная U-Pb-диаграмма с конкордией, построенная по результатам ID-TIMS-анализа зерен циркона из габбро Бугуриктайского массива (б)

Офиолитовая ассоциация Бугуриктайского массива (1–3): 1 – дуниты, верлиты, клинопироксениты, 2 – габбро-пироксениты, габбро, лейкогаббро, 3 – дайки долеритов и габбро-долеритов; островодужная вулканическая серия (4–5): 4 – базальтовая толща (V- ε_1), 5 – туфовая толща (PZ₁); 6 – островодужная габбро-гранитная серия (V- ε_1); 7 – сиениты, граносиениты (PZ₃); 8 – четвертичные отложения; 9– разрывные нарушения; 10– точка отбора геохронологической пробы

Для пород массива типично низкое суммарное содержание РЗЭ (Σ РЗЭ = 1.35 – 5.50). При этом видна тенденция увеличения РЗЭ с уменьшением содержания в породе MgO в соответствии с рисунком 9. По уровню концентраций и графикам распределения РЗЭ рассматриваемые породы сопоставимы со средними составами фанерозойских офиолитов [46].Результаты Sm-Nd исследований показали, что породы Бугуриктайского массива характеризуются положительными величинами $\varepsilon_{Nd}(T) = + 9.3$ и высокими отношениями ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd = 0.267, близкими к деплетированной мантии. Для габброидов Бугуриктайского массива характерны большая степень истощения, г/т: Zr (7.9–8.7), Nb (0,05–0,07), Ta (0.02–0.03) и слабое обогащение Ba (20–32), Sr (69–145) по сравнению с N-MORB, что свидетельствует о некотором обогащении источника субдукционным компонентом.



Рисунок 9 -Распределение РЗЭ (нормированы на хондрит С1 по [20] в породах Бугуриктайского массива: 1 – верлит, 2 – оливиновый клинопироксенит, 3 – клинопироксенит, 4– габбро. Спектры распределения РЗЭ, имеют пологие положительные наклоны и характеризуются отчётливым дефицитом ЛРЗЭ (La/Yb)_N= 0.31–0.62) и незначительной положительной Eu-аномалией (Eu/Eu* = 1.22 – 1.29)

Получены новые изотопно-геохронологические данные, свидетельствующие о том, что Бугуриктайский ультрамафит-мафитовый массив Джидинской зоны Юго-Западного Забайкалья сформировался в венде (560±5 млн лет, U-Pb метод) (см. рис.9). По структурной позиции, геохимическому составу и времени проявления породы Бугуриктайского массива сопоставимы с кумулятивными комплексами офиолитовых ассоциаций Тувы и Западной Монголии [6, 47]. Для габброидов Бугуриктайского массива характерны большая степень истощения, г/т: Zr (7.9–8.7), Nb (0.05–0.07), Ta (0.02–0.03) и слабое обогащение Ba (20–32), Sr (69–145) по сравнению с N-MORB, что свидетельствует о некотором обогащении источника субдукционным компонентом.

7 Получены первые данные об особенностях вещественного состава, условиях и времени формирования специфических, потенциально рудоносных морионсодержащих гранитоидов Хамнигадайского и Этытейского массивовЦентрального Забайкалья в соответствии с рисунком 10 [48]. По петрохимическим и минералогическим характеристикам установлено, что массивы отличаются от типичных внутриплитных гранитоидов и соответствуют А-гранитам «окисленного» типа в соответствии с рисунком 11.



Рисунок 10 - Схемы геологического строения Хамнигадайского (а) и Этытейского (б) массивов (Центральное Забайкалье). Составлены с использованием материалов [49], [50] и дополнениями авторов 1— кайнозойские отложения; 2— средне-позднетриасовые вулканиты чернояровской свиты; 3— позднепермские вулканиты тамирской свиты; 4— средне-позднекаменноугольно-раннепермские вулканиты ортинской свиты; 5— ранне-среднекаменноугольные вулканогенно-осадочные породы гутайской свиты; 6— раннеюрские морионовые лейкограниты и аляскиты; 7— средне-позднетриасовые щелочные гранитоиды позднекуналейского комплекса; 8— позднепермские гранитоиды бичурского комплекса; 9— раннепалеозойские гранитоиды; 10— разрывные нарушения; 11— предполагаемые разрывные нарушения; 12— места отбора проб для геохронологических исследований и их номера



Рисунок 11 - Дискриминационная диаграмма (Na+K)/Al-Al/(Na+K+Ca) [51] (a), тройная диаграмма (Na2O+K2O)–Fe2O3*x5–(CaO+MgO)x5 (мол. кол.) [52] (б), петрохимические диаграммы [53] CaO/(FeO*+MgO+TiO2)–(CaO+Al2O3) (в), FeO*/(FeO*+MgO)–Al2O3 (г) для изученных морион-гранитов Массивы: 1– Хамнигадайский, 2– Этытейский

Такая вещественная особенность морионовых гранитоидов определяется присутствием в их минералогическом составе магнетита и марганецсодержащего ильменита. Установлено, что черная дымчатая окраска кварца обусловлена относительно высокой радиоактивностью лейкогранитов, вызванной присутствием акцессорных ториевых и урансодержащих минералов.

Граниты Хамнигадайского и Этытейского массивов имеют раннеюрский 184.9±1.8 млн л и 189.7±2.7 млн л возраст соответственно, в соответствии с рисунком 12, и входят в состав периферической части раннемезозойской Хэнтэй-Даурской магматической области.



Рисунок 12 - Диаграммы с конкордией для цирконов из морионовых лейкогранитов: а – Хамнигадайского массива (LA-ICP-MS); б – Этытейского массива (SHRIMP-II, U-Pb метод)

8 Получены новые данные о возрасте, составе и стратиграфической последовательности девонских отложений Ононской мегазоны Монголо-Охотского и Витимкан-Ципинской зоны Центрально-Азиатского складчатых поясов [54].

Девонские отложения Ононской и Багдаринской подзон хорошо сопоставляются по составу и возрасту в соответствии с рисунком 13. При определении возраста и стратиграфической последовательности отложений в этих зонах широко использовался палинологический метод. Палинокомплексы, установленные в литологически сходных девонских отложениях Ононской и Багдаринской подзон Восточного и Западного Забайкалья, позволили уточнить их возрастные рубежи, стратиграфическую последовательность, провести корреляцию в пределах региона и в конечном итоге решить ключевые моменты их стратиграфии.



Рисунок 13 - Схема тектонической зональности Забайкалья 1– Турка-Курбинская зона; 2– Удино-Витимская зона; 3– Витимкан-Ципинская зона; 4– Агинская зона (Ононский террейн), 5– Аргунская зона, 6– Верхнеамурская зона

Для верхнего девона этих структур установлена миоспоровая зональность, которая хорошо коррелируется с зональностью Восточно-Европейской платформы [55]. Присутствие характерных палинологических ассоциаций и видов-индексов палинозон позволяет датировать и соотносить стратиграфические подразделения Восточного и Западного Забайкалья и сопоставлять их подразделениями Восточно-Европейской платформы в соответствии с рисунком 14.



Рисунок 14 -Схема корреляции девонских отложений Восточного и Западного Забайкалья 1 – известняк, 2 – доломит, 3 – аргиллит, 4 – алевролит, 5 – песчаник, 6 – гравелит, 7 – брекчия, 8 – андезитобазальт. Витимкан-Ципинская зона: k – киройская толща, п – пестроцветная толща, jk– якшинская свита, or - ороченская свита; Агинская зона: сn₂– верхняя часть цаган-норской свиты, сn₁– нижняя часть цаганнорской свиты, ub₃– верхнеустборзинская подсвита, ub₂– среднеустборзийская подсвита, ub₁– нижнеустборзинская свита

9 Получены новые данные о возрасте, составе условиях осадконакопления палеозойских отложений формаций Хараа (\mathcal{E}_2 -O₁ *hr*) и Ажнай (D₂₋₃ *ad*) Дзун-Модского бассейна Хара-Гольской зоны Северной Монголии [56].

Установлено, что терригенная формация Ажнай входит в состав комплекса Дзун-Модской вулкано-тектонической структуры (ВТС) Девонские отложения Ононской и Багдаринской подзон хорошо сопоставляются по составу и возрасту в соответствии с рисунком 16. Формация Ажнай предшественниками датирована средним-верхним девоном по брахиоподам и с несогласием залегает на нижнепалеозойской формации Хараа [57]. В результате наших исследований определен позднедевонский, раннефранский возраст этих отложений.



Рисунок15 -Фрагмент Геологической карты листа М 48-118-В, масштаб 1:50 000 [57], показано местоположение объектов исследований с местами отбора проб

1 – четвертичные отложения; 2 – формация Ажнай (D₂₋₃ad), терригенная граувакковая; 3 – субвулканический комплекс, риолитовый (λD₁); 4 – формация Улаан-Ундэр (D₁ ul), эффузивная; 5 –6 – формация Хараа (€₂-O₁hr), карбонатно-терригенная: 5 – нижняя подтолща (€₂-O₁hr₁), 6 – верхняя подтолща (€₂-O₁hr₂); 7– разрывные нарушения (а), элементы залегания (б); 8–9 – места находок органических остатков: 8 - миоспор (а), конодонтов (б), 9 - флоры (а), брахиопод (б); 10 - высотная отметка

Комплекс миоспор соответствует миоспоровой зоне Contagisporitesoptivus– Spelaeotrileteskrestovnikovii [55]. В состав формации Ажнай мы включаем верхнюю часть разреза формации Хараа, возраст которой по конодонтам, остаткам высших растений и миоспорам определен как позднедевонский, среднефранский. Состав палинокомплекса отвечает комплексу палинозоныGeminosporasemilucensa–Perotrilitesdonensisu слоями с палинофлорой G. semilucensa–P. donensis Западного Забайкалья [58]. Время накопления нижней подтолщи формации Ажнай позднедевонское, раннефранское, а верхней – позднедевонское, среднефранское.

Анализ фаций и палинофаций позволил установить, что осадконакопление формации Ажнай в начале франского века позднего девона, происходило в обстановках терригенного мелководного бассейна, в сочетании с обстановками дельтовой равнины (раннефранская подтолща), а в начале среднего франа – в условиях углубляющегося палеобассейна (среднефранская подтолща), примыкающего к зоне вулканизма.

10. Определены состав, объем, литогеохимические особенности и источники сноса багдаринской, якшинской свит и алексеевской толщи Багдаринской подзоны Витимкан-Ципинской зоны (Витимское плоскогорье).

Геологический возраст, структурные взаимоотношения и последовательность формирования стратонов, выполняющих Багдаринский прогиб (Витимское плоскогорье) давно являются предметом дискуссий и существенно разнятся в существующих стратиграфических схемах Западного Забайкалья [29, 59 - 62].

10.1 Наибольший интерес всегда вызывала багдаринская свита, представления о возрасте, объеме и стратиграфическом положении которой до сих пор остаются дискуссинными. В результате наших исследований пересмотрен возраст и объем багдаринской свиты, из ее состава выделена алексеевская толща [63].

К багдаринской свите отнесена терригеная пестроцветная ассоциация пород в составе двух подсвит. По присутствию остатков проптеридофитов, водорослей (синезеленые, сифоновые и харовые), табулятоморфных кораллов, гелиолитид, строматопородей и комплексу миоспор датирована поздним девоном, франом [29]. Алексеевская толща, сложенная туфотерригенными породами, по многочисленным мшанкам, фузулинидам, дазикладациевым водорослям датирована ранним-началом среднего карбона. Петрохимические характеристики пород багдаринской свиты и алексеевской толщи различны.По химическому составу породы багдаринской свиты отнесены к сиалитам, по величине алюмокремниевого модуля – к группе глинистых пород, и попадают в поле аркозов. Породы алексеевской толщи попадают в поле граувакк,

23

классифицируются как силиты, по величине алюмокремниевого модуля относятся к песчаникам.

Впервые выполнены U-Pbreoxpoнoлогические исследования (LA-ICP-MS) для детритовых цирконов, выделенных из аркозовых песчаников багдаринской свиты. Среди детритовых цирконов преобладают неопротерозойские даты (90,9%), которые также являются самыми молодыми в общей выборке из 110 зерен в соответствии с рисунком 16.



Рисунок 16 - Гистограмма распределения оценок возраста детритовых цирконов из терригенных отложений багдаринской свиты

Мы полагаем, что основным источником сноса терригенного материала для пород свиты были близко расположенные поднятия позднедокембрийского фундамента, представленные верхнерифейскими островодужными комплексами [61, 62]. Породы, которые могли бы быть источниками цирконов ранне-среднерифейского, раннепротерозойского и архейского возраста не установлены в пределах Витимкан-Ципинской зоны.

10.2 Изучены геохимические особенности терригенных пород якшинской свиты и реконструированы геодинамические условия ее формирования [64].

Используя результаты литохимического состава оксидов терригенных пород якшинской свиты были рассчитаны значения гидролизатного и титанового модулей, позволяющие терригенные породы верхнеякшинской подсвиты классифицировать как нормотитанистые нормосиаллиты (0.030-0.070), в то время, как породы терригенной верхнеякшинской подсвиты относятся к супертитанистым нормосиаллитам (0.071-0.100).На классификационных диаграммах Ф.Дж. Петтиджона [65] и М.М Хирона [66] фигуративные точки терригенных пород обеих подсвит якшинской свиты расположились преимущественно в поле граувакк в соответствии с рисунком 17.



Рисунок 17 -Классификационные диаграммы: а– Петтиджона [65] и б – Хирона [66] для терригенных отложений якшинской свиты, log (Na₂O/K₂O) – log (SiO₂/Al₂O₃) для песчаников: 1 – нижнеякшинская подсвита; 2 – верхнеякшинская подсвит

Для характеристики источников сноса якшинской свиты была использована треугольная диаграмма М. Бхатия (Th-Co-Zr/10) [67]. Фигуративные точки терригенных пород попали в поле "океанических островных дуг" в соответствии с рисунком 18.

Мы предполагаем, что основными источниками сноса для якшинской свиты были верхнерифейские вулканиты (усойская, жанокская, буромская свиты, сиваконская толща) и габбро-диориты (шаманский комплекс шаманской пластины) Витимкан-Ципинской зоны, слагающие выступы фундамента [61, 62].

Геохимические данные свидетельствуют о том, что нижнеякшинская подсвита накапливалась в условиях относительно мелководного шельфового побережья, при незначительном поступлении терригенной кластики, отложения верхнеякшинской подсвиты формировались в более глубоководных, неритовых условия открытой окраины шельфапалеобассейна.



Рисунок 18 - Треугольная диаграмма М.Р. Бхатия (Th-Co-Zr/10) [Bhatia, 1986]. Поля: А – океаническая островная дуга; В– континентальная дуга; С – активная континентальная окраина; D– пассивная континентальная окраина

11. В карбонатных породах олдындинской свиты (Еравнинский район, Западное Забайкалье) обнаружены и описаны крибрициаты [68].

Олдындинская свита представлена дифференцированными вулканитами и археоциатово-водорослевыми известняками, слагающими многочисленные биогермы (размером до сотни метров), биостромы и линзы среди субвулканических и карбонатно – терригенных пород в соответствиии с рисунком 19, А.

По комплексам археоциат было выделено четыре горизонта (снизу вверх): нижнеульдзуйтуйский, верхнеульдзуйтуйский, сухореченский и хулудинский, которые хорошо коррелируются с базаихским, камешковским и санаштыкгольскими горизонтами Алтае-Саянской складчатой области [69, 70].

Изкарбонатных отложений олдындинской свиты монографически описаны 6 видов (60 крибрициат нижнеульзутуйского экземпляров) ИЗ горизонта (1 вид), хулудинского (2 вида), верхнеульдзуйтуйского сухореченского (2 вида) и верхнеульдзуйтуйского (1 вид), позволивших дополнить палеонтологическую характеристикуэтих горизонтов (см. рисунок 19, Б).

Крибрициаты были обнаружены в палеонтологических шлифах, совместно с массовыми скоплениями археоциат, водорослей, редкими остатками трубчатой проблематики и трилобитов. Крибрициаты, в большинстве случаев, сопутствуют остаткам кубков археоциат. В начале они считались личиночной формой археоциат, но позже были выделены в класс крибрициат *Cribricyatha Vologdin*, 1961.



Рис. 19 - Схема расположение стратотипов горизонтов с нижнекембрийской фауной. Цифрами обозначены горизонты: 1-нижнеульдзуйтуйский; 2-верхнеульдзуйтуйский; 3-сухореченский; 4-хулудинский. Буквами обозначены: А - белые биогермные известняки; В – розовато-белые биогермные известняки; С – серые биостромные известняки (А); фотоизображения крибрициат из олдындинской свиты. Фиг. 1 – *Erphyllumbephylleforme*Rad., нижний кембрий, атдабанский ярус, нижнеульдзуйтуйский горизонт, продольное сечение, x50, шлиф 0402-3; фиг. 2–3 –*Akademiophyllumcornuforme*Rad., нижний кембрий, ботомский ярус, сухореченский горизонт: 2 –скошенно-продольное сечение, x50, шлиф 1704-17, 3 – поперечное сечение, x100, шлиф 0434; 4 –*Conoidocyathuselongatus*Vol., нижний кембрий: 5 –атдабанский ярус, сухореченский горизонт, x50, шлиф 01150, 6 –ботомский ярус, хулудинский горизонт, x50, шлиф 0406; 7 –*Szcecyathuscanaliculatus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, сухореченский горизонт, x50, шлиф 01150, 6 –ботомский ярус, сухореченский горизонт, x50, шлиф 01150, 6 –ботомский ярус, сухореченский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathuscanaliculatus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, кулудинский горизонт, x50, илиф 0406; 8 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, кулудинский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, сухореченский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, кулудинский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, верхнеульдзуйтуйский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, кулудинский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, ботомский ярус, верхнеульдзуйтуйский горизонт, x50, илиф 0406; 7 –*Szcecyathusclathratus*Vol., нижний кембрий, атдабанский ярус, кулудинский горизонт, x50, илиф 01150 (Б)

Изучение этих организмов позволило уточнить корреляцию нижнекембрийских отложений Западного Забайкалья с таковыми Алтае-Саянской области, Восточного Забайкалья, Приморья и Сибирской платформы.

12. Подготовлены и изданы Госгеолкарты Российской Федерации, масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XII (Ципикан) и Лист N-49-XVIII (Багдарин) [71, 72].

Геологические карты отражают современный уровень изученности районов. В объяснительных записках обобщены материалы по стратиграфии, магматизму, тектонике,

геоморфологии, гидрогеологии, истории геологического развития, полезным ископаемым и закономерностям их размещения на территории листов. Получены новые данные, которые позволили внестисущественные коррективы в серийную легендуБаргузино-Витимской серии листов и нашли отражение на Госгеолкартах-200. А именно пересмотрены схемы стратиграфии, выделены новые подразделения и изменен возраст ряда стратиграфицированных и магматических образований. Так выделен шаманский габбро-диоритовый интрузивный комплекс позднерифейского возраста. В составе позднерифейскихостроводужных образованийвыделена ассоциации вулканогенноосадочная сиваконская свита, возраст вулканитов которой определен по изотопным (SHRIMP-II). точерский субвулканический ланным Выделен комплекс раннекаменноугольного возраста и ципиканская толща условно рифейского возраста. Впервые в пределах района выделены отложения среднего палеозоя, возраст которых обоснован комплексами органических остатков. Ороченская свита датирована ранним средним девоном, якшинская - поздним девоном, точерская – поздним девоном-ранним карбоном, багдаринская – поздним девоном-средним карбоном. Откорректированы схемы структурно-формационного районирования по возрастным срезам (рифейский, венднижнепалеозойский и среднепалеозойский). Выполнена современная оценка прогнозных ресурсов. Проведен анализ металлогенического потенциала площади и дана прогнозная оценка территории на рудное и россыпное золото, молибден, марганец, железо, цирконий, тантало-ниобаты. Выделен новый перспективный Верхне-Талойский рудный узел на цирконий, тантал и ниобий. На карте неоген-четвертичных отложений выделены контуры погребенных долин и кольцевые структуры, перспективные для поисков россыпей золота.

13. На территории Республики Бурятия, общей площадью более 350 тыс. км², научно обосновано выделение 6 рудных районов (Северо-Байкальский, Баунтовский, Курбино-Еравнинский, Селенгинский, Джидинский и Окинский), где сосредоточено более 700 месторождений полезных ископаемых, из них около 600 учтено государственным балансом [73] в соответствии с рисунком 20.

По богатству и разнообразию ресурсного потенциала республика занимает одно из ведущих мест среди субъектов Российской Федерации. Здесь выявлено более 20 видов минерального сырья, которые относятся к стратегическим ресурсам. Ведущее значение и промышленный интерес представляют выявленные в регионе месторождения бериллия, вольфрама, молибдена, урана, золота, свинца, серебра, никеля, платины, титана, а также аллюминия, чистого кварцевого сырья, кадмия, индия, таллия, скандия, стронция, бария, редких и рассеянных металлов. Освоение минерально-сырьевых богатств Республики Бурятия осуществляется в рамках реализации ряда программ государственного планирования, которые предусматривают мероприятия, направленные на воспроизводство и использование минерального сырья, том числе стратегических металлов в модернизации экономики, обороноспособности и национальной безопасности России.



Рисунок 20 - Схема размещения рудных районов и основных месторождений полезных ископаемых на территории Республики Бурятия [74] с изменением и дополнением [73]

14. Проведены исследования по изучению важнейших месторождений в пределах Джидинского рудного района Республики Бурятия. В результате разработана модель формирования месторождений и дана оценка прогнозов и перспектив развития стратегического минерального сырья в пределах этого рудного района [75].

В результате анализа имеющихся данных и собственных комплексных исследований установлено, что геологическое строение района обусловлено развитием венд-нижнепалеозойской Джидинской островодужной системы энсиматического типа, где океанические и островодужные комплексы служили меланократовым фундаментом, на котором в позднем палеозое-мезозое проявились активные внутриплитные (рифтогенные) процессы, приведшие к формированию месторождений и проявлений стратегического минерального сырья (Mo, W, Au, Pt, Ag, редких и редкоземельных элементов).В пределах Джидинского рудного района выделяется ряд рудных узлов с различной минерализацией и ресурсным потенциалом: Булуктай-Харацайский, Хамней-Улекчинский, Закаменский, Тарбагатай-Нашитуйский и Верхнеджидинский в соответствии с рисунком 21.



Рисунок 21 - Схема размещения рудных узлов, месторождений и проявлений в пределах Джидинского рудного района

1 – граница Джидинского рудного района; 2 – площади рудных узлов. Месторождения и проявления: 1 – Биту-Джидинское; 2 – Гуджир; 3 – Унэтэ; 4 – Сайд; 5 – Сарлам; 6 – Тарбагатайское; 7 – Ехэ-Жэлгинское; 8 – Барун-Сальское; 9 – Енгорбойский Дабан; 10 – Шара-Азаргинское; 11 – Цаган-Нурское; 12 – Студенческое; 13 – Мойстойское; 14 – Баянгольское; 15 – Верхнехуртугинское; 16 – Хуртугинское; 17 – Бороктинское; 18 – Чемуртаевское; 19 – Хамнейское; 20 – Джидотское; 21 – Золотая Горка; 22 – Барун-Нарын; 23 – Ивановка; 24 – Мало-Ойногорское; 25 – Солнечное; 26 – Инкурское; 27 – Первомайское; 28 – Холтосонское; 29 – Хасуртинское; 30 – Ойногорское; 31 – Водопадное; 32 – Долон-Модонское; 33 – Шабартайское; 34 – Зун-Дабанское; 35 – Сохатинское; 36 – Булуктайское

Как видно из схемы, основными рудными элементами в пределах района являются редкие металлы молибден и вольфрам. На его площади известно 7 месторождений, около 20 рудопроявлений и более 60 минерализованных точек. Наиболее крупные месторождения и проявления стратегического минерального сырья (вольфрам, молибден, серебро, золото, платина и другие) установлены в пределах Джидинского рудного поля Закаменского рудного узла. Менее распространено золотое, полиметаллическое и редкоземельное оруденение. Главную роль в формировании эндогенных месторождений потоки полезных ископаемых играли мантийные глубинных плюмы И

трансмагматических растворов (флюидов), концентрация которых происходила в верхних горизонтах земной коры, в зонах развития разрывных нарушений.

15. На основе комплексных структурно-геологических и металлогенических исследований с учетом раннее проведенных тематических, поисково-съемочных, геологоразведочных работ установлено, что в пределах Селенгинского рудного района с магматической деятельностью позднепалеозойско-раннемезозойского этапа связаны основные промышленно-значимые ресурсы минерального сырья Селенгинского рудного района, которые сосредоточены в рудных узлах (Куналейском, Кижингинском, Черемшано-Ошурковском, Таширском и др.), а также за их пределами [76] в соответствии с рисунком 22.



Рисунок 22 - Схема структурно-металлогенического районирования и размещения рудных узлов, месторождений и проявлений в пределах Селенгинского рудного района. Составлена по результатам геолого-съемочных работ Бурятского геологического управления с изменениями и дополнениями авторов: 1 – границы Селенгинского рудного района; 2 – структурно-минерагенические зоны (а) и рудные узлы (б): **I** – Прибайкальская (Черемшано-Ошурковский), **II** – Селенгино-Витимская (Куналейский, Новопавловский, Кижингинский, Таширский), **III** – Чикой-Ингодинская (Тамирский).

Выявлены геодинамические условия формирования рудных объектов и главные возрастные рубежи проявления рудообразующих процессов, оценены перспективность добычи полезных ископаемых в Селенгинском рудном районе и вовлечения этого рудного потенциала в программу модернизации экономики региона.

16. Получены новые данные по составу, ЭПГ-Си-Ni минерализации, флюидному режиму и условиям образования тел анортозитов, являющихся основным концентратором благородных металлов в составе малосульфидногоплатинометалльногооруденения, локализованного в специфическом такситовом горизонте (Риф I) Йоко-Довыренского массива [77].

Выявленные петро- и геохимические характеристики, особенности минерального состава и флюидного режима позволили сделать вывод, что формирование анортозитов обусловлено как собственно магматическими, так и поздне- и постмагматическими процессами с высокой активностью летучих компонентов. Возникновение тел анортозитов Рифа I можно объяснить с позиций гипотезы "компакции" [78] и явления термоусадки. На границе контрастных по составу и свойствам пород при их охлаждении образуются ослабленные зоны, в которые в результате декомпрессионного эффекта "засасывается" интерстициальный лейкократовый расплав и летучие, выжимаемые из нижележащих горизонтов массива. При этом закономерности изменения составов Pl (82-88 % An), OI (78-81 % Fo), Cpx (40-44 % En, 9-18 % Fs, 41-47 % Wo) и Opx (74-78 % En, 16-24 % Fs, 2-5 % Wo) указывают на фракционную кристаллизацию этого расплава. Концентрирование и перенос благородных металлов в ограниченном объеме несмесимой сульфидной жидкости, обогащенной Cu относительно Ni, является необходимым, но недостаточным условием для появления такого количества ЭПГ-минерализации. Основная часть благородных металлов с "коровыми" элементами (Sn, Pb, Hg, Bi, As, Sb, Те, S и др.) поступала в анортозитовые полости вместе с летучими компонентами и хлором, обуславливая тем самым обилие среди платиноидов теллуридов, плюмбидов, висмутидов, станнидов, арсенидов и Hg-содержащих фаз в соответствии с рисунком 23.



Рисунок 23 -Положение составов платиноносных анортозитов, пересчитанных на "100%-сульфид", на экспериментальных тройных диаграммах (а) – Fe-(Ni+Co)-S при 850°C [79]; (б) – Fe-Cu-S при 600°C [80] mss- моносульфидный твердый раствор, iss –

промежуточный твердый раствор, bnss – борнитовый твердый раствор, poss – пирротиновый твердый раствор; минеральные фазы: tr – троилит, pn – пентландит, vs – ваэсит, bn – борнит, ccp – халькопирит, cbn - кубанит, tal – талнахит, put – путоранит, mh – моихукит, hc – хейкокит, py – пирит, α и γ – структурные разновидности сплавов Fe-Ni

Процессы флюидно-магматического взаимодействия в этих зонах разуплотнения и пористости привели к значительной неоднородности анортозитов и других пород, ассоциаций формированию неравновесных минеральных И концентрированию рудогенных компонентов. Сульфидные ассоциаций являются продуктами субсолидусного превращения твердых растворов (*mss* и *iss+poss*), образовавшихся при кристаллизации При этом несмесимой сульфидной жидкости. установлена значительная роль восстановленных газов (H₂, CH₄, CO), а также H₂O и Cl при генезисе минералов благородных металлов в соответствии с рисунком 24.



Рисунок 24 -Соотношения суммы восстановленных (H₂+CH₄+CO) и суммы окисленных газов (CO₂+H₂O) в плагиоклазах из пород Йоко-Довыренского массива

1 – платиноносные анортозиты Рифа I, 2 – габбро-пегматиты Рифа I, 3 – троктолитыплагиодуниттроктолитовой зоны; 4 – оливиновые габбро и габбронориты оливингаббровой зоны Дополнительно к ранее изученным минералам ЭПГ в анортозитах выявленытуламинит, ниглиит, винцентит, фрудит, мертиит. Кроме того, нами совместно с Э.М. Спиридоновым [82] обнаружены инсизваит, геверсит, таймырит, станнопалладинит, нильсенит и Ge-содержащие платиноиды (палладогерманит, паоловит, звягинцевит). Помимо собственного минерала потарита, примесь Hg обнаружена в мончеите (до 9.4 %), станнопалладините (до 0.85 %) и теларгпалите (до 7.1 %), а примесь Cd – в звягинцевите (до 1.4 %) и теларгпалите (до 0.4 %).

17. Впервые для Сибирского региона выявлены и совместно с сотрудниками ИГХ СО РАН изучены сульфиды Re в Cu–Ni–PGE рудах массивов Желос и Токты-Ой. Полученные данные по составам и особенностям развития позволили сделать вывод о том, что рениевые фазы образовались из несмешиваемой сульфидной жидкости при ее фракционной кристаллизации и последующих субсолидусных превращениях [83].

Рудоносные массивы Желос и Токты-Ой расположены в центральной части Восточного Саяна (юг Сибири, Россия). Они сложены дифференцированной дунитлерцолитовой серией. Сульфиды Re образуют хорошо ограненные идиоморфные кристаллы. Их составы соответствуют общей формуле (Cu, Fe, Mo, Os, Re)₅S₈, (Cu, Fe, Mo, Os, Re)₄S₇ и (Cu, Fe, Mo, Re)S₂. По величине отношения Σ Me/S минерал из массива Желос в соответствии с рисунком 25а, точки 5, 6 и 9, отвечает таркианиту с идеальной формулой (Cu, Fe) (Re, Mo)₄S₈ в соответствии с рисунком 26. Рениевыесульфиды из Токты-Ой имеют отношение Σ Me/S, близкоекренииту – ReS₂или джезказганиту – (Re,Mo)S₂, но отличаются от них наличием Fe и Cu. Их составы близки к сульфидуRe из месторождений Воронов Бор и Рыбозеро(Карелия) (см. рисунок 26).



Рисунок 25 - Характер выделения кристаллов сульфидов Re: а – в агрегате пирротин-халькопиритпентландитовой руды (массив Желос, обр. 09-6); б – в амфиболите (массив Токты-Ой, обр. 06-2). Цифры на зернах – точки анализов



Рисунок 26 - Химический состав сульфидов Re: а – тройная диаграмма (Cu+Fe+Ni+Co) - (Re+Os+Mo) - S (ат.%); б – бинарная диаграмма зависимости (Re+Mo+Os) от (Cu+Fe) 1 – Желос, 2 – Токты-Ой. Месторождения: Е – Екоджоки (Финляндия) (Peltonenetal., 1995); Л – Луккулайсваара (Карелия) (Barkov, Lednev, 1993); ВБ – Воронов Бор и Р – Рыбозеро (Карелия) (Лавров, Кулешевич, 2010)

Наблюдаемая ассоциация сульфидов Re с магматическими Fe–Ni–Cu сульфидами позволяет предположить, что Re наряду другими халькофильными элементами (Ag, Bi, Te и др.) накапливался внесмешиваемой сульфидной жидкости [87], при фракционировании, кристаллизации и субсолидусных превращений которой происходило образование рениевых сульфидных минералов.

18. Изучен мультиизотопный состав серы сульфидных Cu-Ni руд мончегорского интрузивного комплекса (Мончегорский плутон и Волчетундровский массив) [88].

Показано, что несмотря на метаморфические изменения пород и возможность полномасштабной гомогенизации изотопов во время магматического процесса, изотопный состав серы, по-прежнему, сохраняет свидетельства фотохимических процессов, происходивших в безкислородной атмосфере архея. Загрязнение родоначальной магмы серой, содержащей изотопный сдвиг, происходило на ранних стадиях формирования никеленосных массивов в соответствии с рисунком 27.

Теоретически и экспериментально установлено, что в земных геологических процессах фракционирование изотопов серы протекает в следующих соотношениях: δ^{33} S ~ 0,515 × δ^{34} S [89]. Анализ наших данных и ранее опубликованные материалы [90] показывают, что изотопный состав серы рудных горизонтов и вмещающих интрузивы пород образует единый линейный тренд в соответствии с рисунком 28,описываемый уравнением δ^{33} S =0,5187 δ^{34} S-0,1608.



Рисунок 27 - Мультиизотопные данные серы для сульфидов Cu-Ni руд Мончегорского плутона и Волчьетундровского массива



Рисунок 28 -Характер фракционирования изотопов серы в сульфидах Cu-Ni руд Мончегорского плутона и Волчьетундровского массива

Таким образом, источник серы для сульфидных минералов пород Мончегорского и Волчьетундровского плутонов содержит изотопную метку масс-независимого фракционирования, причем он был достаточно гомогенным. Это позволяет сделать вывод о том, что контаминация родоначальной магмы коровой серой, содержащей изотопный сдвиг, произошла на ранних стадиях становления интрузивов, что обеспечило достаточно время для изотопной гомогенизации перед отделением сульфидного расплава от своей силикатной матрицы.

19. Совместно с сотрудниками Чешской геологической службой (Прага) с помощью монокристальной рентгеновской дифракции методом EBSD изучена кристаллическая структура теллурида палладия и серебра – сопчеита Ag₄Pd₃Te₄, который был открыт Д.А. Орсоевым в медно-никелевых рудах Мончегорского плутона [91].

Установлено, что кристаллическая структура минерала отвечает ромбической сингонии и имеет пространственную группу *Стса*. Параметры элементарной ячейки: *a* =

12.212(2) Å, b = 6.138(2) Å, c = 12.234(3) Å, V = 917.1(4) Å³, Z = 4. Сопчеит образует слоистую структуру, в которой атомы Pd(1) и Pd(2) предполагают почти плоскую координацию с четырьмя атомами Те в соответствии с рисунком 29,а.



Рисунок 29 - Кристаллическая структура сопчеита. а — общий вид; б — строение слоев, образованных шестичленными кольцами в форме вытянутых шестигранников

Каждый из [PdTe₄] прямоугольников распределяются на двух противоположных Te–Te сторонах смежных прямоугольников, образующих шестичленные кольца в форме вытянутых шестигранников. Эти шестиугольники ориентированы параллельно (100) и образуют слои узором «елочка». Атомы Ag образуют четырехчленные кольца [Ag₄], располагаясь примерно в центре удлиненных шестиугольников, состоящих из прямоугольников [PdTe₄] (см. рисунок 29, б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе Геодинамической карты Байкальского региона и сопредельных территорий составлена и впервые опубликована на цифровой основе с объяснительной запиской «Карта террейнов Байкальской горной области», разработана модель геодинамической эволюции рифейских и венд-палеозойских тектонических обстановок различного типа в зоне взаимодействия Сибирского континента и Палеоазиатского океана.

2. На основе анализа известных моделей конвекции в астеносфере и мантии Земли, субдукционного и плюмового магматизма кайнозойских активных окраин западнотихоокеанского и калифорнийского типов и собственных материалов многолетних и Монголо-Охотского исследований Центрально-Азиатского складчатых поясов рассмотренеа взаимосвязь плейт - и плюмтектонических процессов при формировании венд-палеозойских островодужных неопротерозойских И систем И активных континентальных окраин в зоне взаимодействия Сибирского континента, Палеоазиатского (ПАО) и Монголо-Охотского (МОО) океанов. Показано, что субдукционный магматизм активных окраин океанов невозможно отрывать от плюмового. Эти процессы взаимосвязаны и играли основную роль в истории формированияконтинентальной коры региона. В результате анализа выполненных палеогеодинамических реконструкций байкальских, каледонских и герцинских структур выделено 25 энсиматических и энсиалических островодужных систем ПАО и МОО, с которыми связано формирование более 30 ареалов плюмового магматизма.

3. Рассмотрены проблемы, связанные с выделением и обоснованием существования Амурского составного микроконтинента (супертеррейна Амурия). Полученные новые данные и имеющиеся современные сведения указывают на отсутствие Амурского составного микроконтинента как единого тектонического элемента, коллизия которого обусловила формирование складчатых структур Монголо-Охотского пояса. Анализ тектонического строения и геодинамического развития описанных структур Забайкалья и Монголии, объединяемых нами в составе МОСП, указывает на их единство со смежными аккреционно-коллизионными системами южного и юго-западного обрамления Сибирского кратона.

4. Завершены многолетние исследования Хэнтей-Даурской складчатой системы, охватывающей пограничные районы Северной Монголии и Центрального Забайкалья. В соответствии с плитотектоническим анализом в структуре Хэнтэй-Даурского сводовоглыбового поднятия выделены океанические, преддуговые, задуговые, островодужные,

38

аккреционные и коллизионные комплексы раннего, среднего и позднего палеозоя. Разработана новая модель геодинамического развития Хэнтей-Даурской складчатой системы. В ее формировании выделяется два главных этапа: позднекаледонский и раннегерцинский, и завершающий позднегерцинский этап.

5. Выявлены минералогические и геохимические индикаторы условий формирования габбро-перидотитовых силлов и их ксенолитов в неопротерозойском довыренском никеленосном интрузивном комплексе (Северное Прибайкалье), доказана его внутриплитная (рифтогенная) природа. Родоначальный расплав, вычисленный по зоне закалки, отвечает низкотитанистому, высокомагнезиальному пикробазальту нормальной щелочности. По геохимическим характеристикам он коррелируется с вулканитами внутриплитных магматических ассоциаций рифтогенной природы.

6. Установлено, что ультрамафит-мафитовой ассоциация Бугуриктайского массива, входящая в состав Джидинской островодужной системы (Джидинская зона) Центрально-Азиатского складчатого пояса, относится к офиолитам супрасубдукционного типа. Новые изотопно-геохронологические данные свидетельствуют о вендском возрасте офиолитовой ассоциации (560±5 млн лет, U-Pb метод). По структурной позиции, геохимическому составу и времени проявления породы Бугуриктайского массива сопоставимы с кумулятивными комплексами офиолитовых ассоциаций Тувы и Западной Монголии.

7. В результате изучения специфических, потенциально рудоносных морионсодержащих гранитоидов Хамнигадайского и Этытейского массивов Центрального Забайкалья установлено, что по петрохимическим и минералогическим характеристикам они соответствуют А-гранитам «окисленного» типа. Гранитоиды Хамнигадайского и Этытейского массивов имеют раннеюрский возраст, соответственно 184.9±1.8 млн л и 189.7±2.7 млн л, и входят в состав периферической части раннемезозойской Хэнтэй-Даурской магматической области.

8. Установлено, что девонские отложения Ононской мегазоны Монголо-Охотского и Витимкан-Ципинской зоны Центрально-Азиатского складчатых поясов хорошо сопоставляются по составу и возрасту. Для верхнего девона этих структур установлена миоспоровая зональность, которая хорошо коррелируется с зональностью Восточно-Европейской платформы. Присутствие характерных палинологических ассоциаций и видов-указателей палинозон позволяет датировать и соотносить стратиграфические подразделения Восточного и Западного Забайкалья, а также проследить их до Восточно-Европейской платформы.

39

9. Получены новые данные о возрасте, составе условиях осадконакопления палеозойских отложений формаций Хараа (\mathcal{E}_2 -O₁ hr) и Ажнай (D₂₋₃ ad) Дзун-Модского бассейна Хара-Гольской зоны Северной Монголии. По миоспорам уточнен возраст формации Ажнай, которая датитирована поздним девоном, ранним франом. Пересмотрен возраст верхней части разрезы формации Хараа. По конодонтам, остаткам высших растений и миоспорам он определен как позднедевонский, среднефранский. В составе формации Ажнай мы выделяем две подтолщи: нижнюю (в первоначальном объеме формации Ажнай) и верхнюю (верхняя подтолща формации Хараа).

10. Определены состав, объем, литогеохимические особенности и источники сноса багдаринской свиты и алексеевской толщи Багдаринской подзоны Витимкан-Ципинской зоны (Витимское плоскогорье). Пересмотрен объем багдаринской свиты, из ее состава выделена туфотерригенная алексеевская толща. По комплексам остатков фауны и флоры багдаринская свита датирована поздним девоном, франом, алексеевская толща – раннимначалом среднего карбона. Состав пород багдаринской свиты отвечает аркозам, а породы алексеевской толщи попадают в поле граувакк. Впервые выполнены U-Pb геохронологические исследования (LA-ICP-MS) для детритовых цирконов из аркозовых песчаников багдаринской свиты. Среди цирконов преобладают неопротерозойские даты (90,9%), предполагающие, что основным источником сноса терригенного материала для пород свиты были близко расположенные поднятия позднедокембрийского фундамента, представленные верхнерифейскими островодужными комплексами.

11. В карбонатных отложениях олдындинской свиты (Еравнинский район, Западное Забайкалье) обнаружены и описаны крибрициаты. Из карбонатных отложений олдындинской свиты монографически описаны 6 видов (60 экземпляров) крибрициат из нижнеульзутуйского горизонта (1 вид), верхнеульдзуйтуйского – хулудинского (2 вида), сухореченского (2 вида) и верхнеульдзуйтуйского (1 вид).

 Подготовлены и изданы Госгеолкарты Российской Федерации М. 1:200000.
 Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XII (Ципикан) и Лист N-49-XVIII (Багдарин).

13. На территории Республики Бурятия научно обосновано выделение 6 рудных районов (Северо-Байкальский, Баунтовский, Курбино-Еравнинский, Селенгинский, Джидинский и Окинский), где сосредоточено более 700 месторождений полезных ископаемых, из них около 600 учтено государственным балансом. Оценены общее состояние и перспективы развития ресурсов стратегического минерального сырья Бурятия с целью их добычи и дальнейшего использования в наукоемких производствах

высокотехнологичной промышленности Российской Федерации и возможной поставки на экспорт.

14. Проведены исследования по изучению важнейших месторождений в пределах Джидинского рудного района Республики Бурятия. В результате разработана модель формирования месторождений и дана оценка прогнозов и перспектив развития стратегического минерального сырья в пределах этого рудного района. В пределах рудного района выделен ряд рудных узлов с различной минерализацией и ресурсным потенциалом: Булуктай-Харацайский, Хамней-Улекчинский, Закаменский, Тарбагатай-Нашитуйский и Верхнеджидинский. Установлено, что главную роль в формировании эндогенных месторождений полезных ископаемых играли мантийные плюмы и потоки глубинных трансмагматических растворов (флюидов), концентрация которых происходила в верхних горизонтах земной коры, в зонах развития разрывных нарушений.

15. На основе комплексных структурно-геологических и металлогенических исследований с учетом раннее проведенных тематических, поисково-съемочных, геологоразведочных работ установлено, что в пределах Селенгинского рудного района с магматической деятельностью позднепалеозойско-раннемезозойского этапа связаны основные промышленно-значимые ресурсы минерального сырья Селенгинского рудного района, которые сосредоточены в Куналейском, Кижингинском, Черемшано-Ошурковском, Таширском и др. рудных узлах, а также за их пределами. Выявлены геодинамические условия их формирования и главные возрастные рубежи проявления рудообразующих процессов, оценены перспективность добычи полезных ископаемых в Селенгинском рудном районе и вовлечения этого рудного потенциала в программу модернизации экономики региона

16. Получены новые данные по составу, ЭПГ-Си-Ni минерализации, флюидному режиму и условиям образования тел анортозитов, являющимися главным звеном и концентратором благородных малосульфидного основным металлов в составе платинометалльного оруденения, локализованного в специфическом такситовом горизонте (Риф I) Йоко-Довыренского массива. Выявленные петро- и геохимические характеристики, особенности минерального состава и флюидного режима позволили анортозитов обусловлено сделать вывод, что формирование как собственно магматическими, так и поздне- и постмагматическими процессами с высокой активностью летучих компонентов. Возникновение тел анортозитов Рифа I можно объяснить с позиций гипотезы "компакции" и явления термоусадки.

41

17. Впервые для Сибирского региона выявлены и совместно с сотрудниками ИГХ СО РАН изучены сульфиды Re в Cu–Ni–PGE рудах массивов Желос и Токты-Ой. Полученные данные по составам и особенностям развития позволили сделать вывод о том, что рениевые фазы образовались из несмешиваемой сульфидной жидкости при ее фракционной кристаллизации и последующих субсолидусных превращениях.

18. Изучен мультиизотопный состав серы сульфидных Cu-Ni руд мончегорского интрузивного комплекса. Установлено, что источник серы для сульфидных минералов пород плутонов содержит изотопную метку масс-независимого фракционирования, причем он был достаточно гомогенным. Это позволяет сделать вывод о том, что контаминация родоначальной магмы коровой серой, содержащей изотопный сдвиг, произошла на ранних стадиях становления интрузивов, что обеспечило достаточно время для изотопной гомогенизации перед отделением сульфидного расплава от своей силикатной матрицы.

19. Совместно с сотрудниками Чешской геологической службой (Прага) с помощью монокристальной рентгеновской дифракции методом EBSD изучена кристаллическая структура теллурида палладия и серебра – сопчеита Ag4Pd3Te4, который был открыт Д.А. Орсоевым в медно-никелевых рудах Мончегорского плутона.

В целом, задачи, поставленные в проекте, полностью решены. Выполненные работы согласуются с общей направленностью исследований Монголо-Забайкальского региона, имеют общенаучное значение и вносят существенный вклад в расшифровку геологического его строения, 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.

Материалы, полученных в ходе выполнения проекта, имеют большое прикладное значение. Они использованы при создание разномасштабных геологических и металлогенических карт нового поколения, а также при поисково-разведочных работах.

42

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Dewey J.F., Bird J.M. Plate tectonics and geosynclines. // Tectonophysics. - 1970. - 10 (5–6). -PP. 625-638.

2 Пейве А.В., Штрейс Н.А., Моссаковский А.А. и др. Палеозоиды Евразии и некоторые вопросы эволюции геосинклинального процесса // Сов. геология. - 1971. - №12. - С. 7-25.

3 Зоненшайн Л.П. Реконструкция палеозойских океанов. Дрейф континентов. - М.: Наука, 1976. - С. 28-71.

4 Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И, Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР.- М.: Недра, 1990.- Кн.1. - 327 с. Кн.2. - 334 с.

5 Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. - М.: Науч. мир, 2001. - 604 с.

6 Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. -Новосибирск: ГЕО, 2001. - 409 с.

7 Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Палеогеодинамика. - М., Наука, 1993. - 192 с.

8 Гордиенко И.В. Индикаторные магматические формации Центрально-Азиатского складчатого пояса и их роль в геодинамических реконструкциях Палеоазиатского океана // Геология и геофизика. - 2003. - Т. 44. - № 12. - С. 1294-1304.

9 Богатиков О.А., Коваленко В.И., Шарков Е.В. Магматизм, тектоника, геодинамика Земли /Отв. ред. В.В. Ярмолюк. - М.: Наука, 2010. - 604 с.

10 Добрецов Н.Л. Глобальные петрологические процессы. - М.: Недра, 1981. - 191с.

11 Добрецов Н.Л. Петрологические, геохимические и геодинамические особенности субдукционного магматизма // Петрология. - 2010. - Т. 18. - № 1. - С. 88-110.

12 Добрецов Н.Л. Основы тектоники и геодинамики: учебное пособие. Новосибирск:- Изд-во Новосибирскогогосуниверситета, 2011. - 492 с.

13 Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов. Под ред. А.Д.Щеглова. - СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. - 480 с.

14 Попов В.И., Запрометов В.Ю. Генетическое учение о геологических формациях.М.: Недра, 1985. - 457 с.

15 Романовский С.И. Субдукция (седиментологический контроль) // Геотектоника.
- 1988.-№-2. - С. 92-101.

16 Романовский С.И., Тараканов А.С., Феоктистов В.П., Щеглов А.Д. Геодинамика и минерагения осадочных бассейнов (пути решения проблемы)// Региональная геология и металлогения. - 1993. - № 1. - С. 63-75.

17 Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Ковач В.П. и др. Корообразующие магматические процессы при формировании Центрально-Азиатского складчатого пояса: Sm-Nd изотопные данные // Геотектоника. - 1999. - № 3. - С. 21-41.

18 Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Андреева И.А., Ашихмина Н.А., Козловский А.М., Кудряшова Е.А., Кузнецов В.А., Листратова Е.Н., Лыхин Д.А., Никифоров А.В. Типы магм и их источники в истории Земли. Часть 2 // Редкометалльный магматизм: ассоциации пород, состав источников магм, геодинамические обстановки формирования. - М.: ИГЕМ РАН, 2006. - 278 с.

19 Гордиенко И.В. Некоторые фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики Центрально-Азиатского складчатого пояса // Геодинамика и тектонофизика. - 2014. - Т. 5. - № 3. - С. 585-593.

20 Гордиенко И.В., Метелкин Д.В. Эволюция субдукционного магматизма на неопротерозойской и раннепалеозойской активных окраинах Палеоазиатского океана //Геология и геофизика. - 2016. - Т.3. - №1. - С. 91-108.

21 Гордиенко И.В., Цыганков А.А. Магматизм и рудообразование в различных геодинамических обстановках Саяно-Байкальской складчатой области и сопредельных территорий // Разведка и охрана недр. - 2017. - № 9. - С. 36-44.

22 Гордиенко И.В., Минина О.Р., Ветлужских Л.И., Медведев А.Я., Одгэрэл Д. Хэнтэй-Даурская складчатая система Монголо-Охотского пояса (магматизм, седиментогенез, геодинамика) // Геодинамика и тектонофизика. - 2018. - Т. 9. - №3. - С. 1063-1097.

23 Petrov O.V., Leonov Yu.G., Tingdong L., Tomurtogoo O. (Eds.). Tectonic Map of Northern-Central-Eastern Asia and Adjacent areas. Note to the Tectonic map of the Northern, Central and Eastern Asia and Adjacent areas at scale 1:2500000. - Saint Petersburg, VSEGEI, Printing House, 2014. P. - 184 p.

24 Гордиенко И.В. Палеозойский магматизм и геодинамика Центрально-Азиатского складчатого пояса. Ред. Н.Л. Добрецов. М.: Наука, 1987. - 239 с.

25 Гордиенко И.В. Геодинамическая эволюция поздних байкалид и палеозоид складчатого обрамления Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 2006. - Т. 47. - № 1. С. 53–70.

26 Гордиенко И.В., Миронов А.Г. Геодинамическая и металлогеническая эволюция Забайкалья в позднем рифее - палеозое // Отечественная геология. - 2008. - № 3. - С. 46 - 57.

27 Гордиенко И.В., Гороховский Д.В., Елбаев А.Л., Баянова Т.Б. Новые данные о возрасте раннепалеозойского габброидного и гранитоидного магматизма Джидинской зоны каледонид (Юго-Западное Забайкалье, Северная Монголия) // Доклады академии наук. - 2015. - Т. 463. - №5. - С. 576-580.

28 Минина О.Р. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (состав, строение, геодинамическая эволюция). Автореф. дис. ... доктора геол.-мин. наук. - Иркутск, 2014. - 36 с.

29 Минина О.Р., Доронина Н.А., Некрасов Г.Е., Ветлужских Л.И., Ланцева В.С., Аристов В.А., Наугольных С.В., Куриленко А.В., Ходырева Е.В. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (Западное Забайкалье). // Геотектоника. - 2016. - №3. - С. 63-84.

30 Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейны Байкальской горной области // Экологический атлас Байкальского региона. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. - С. 29-30.

31 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. - 2019а. - Т. 10. - № 2. - С.405-457.

32 Gordienko I.V., Metelkin D.V., Vetluzhskikh L.I., Mikhaltsov N.E. and Kulakov E.V. New paleomagnetic data from Argun terrane. Testing its association with Amuria and the Mongol-Okhotsk ocean // Geophysical Journal International.Published by Oxford University Press. - 2018a. - V. 213. - PP. 1463-1477.

33 Гордиенко И.В., Метелкин Д.В., Ветлужских Л.И. Строение Монголо-Охотского складчатого пояса и проблема выделения Амурского микроконтинента // Геология и геофизика. - 2019б. - Т.60. - №3. - С.318-341.

34 Гордиенко И.В., Минина О.Р., Ветлужских Л.И., Медведев А.Я., Одгэрэл Д. Хэнтэй-Даурская складчатая система Монголо-Охотского пояса (магматизм, седиментогенез, геодинамика) // Геодинамика и тектонофизика. - 2018б. - Т. 9. - №3. - С. 1063-1097. 35 Парфенов Л.М., Попеко Л.И., Томуртогоо О. Проблемы тектоники Монголо-Охотского орогенного пояса // Тихоокеанская геология. - 1999. -Т.18. - № 5. С. 24– 43.

36 Маринов Н.А. (редактор). Геология Монгольской Народной Республики. - М.: Недра, 1973. - Т.І. - 584 с.

37 Орсоев Д.А., Мехоношин А.С., Канакин С.В., Бадмацыренова Р.А., Хромова Е.А. Габбро-перидотитовые силлы верхнерифейского довыренского интрузивного комплекса (Северное Прибайкалье, Россия) // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59. - № 5. - С. 589-605.

38 Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes // Magmatism in the ocean basins / Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry. Geol. Soc. London. - 1989. Spec. Publ. - V. 42. - P. 313-345.

39 Гущин А.В., Гусев Г.С., Межеловская С.В. Петрогеохимические критерии распознавания тектонических (геодинамических) обстановок по составам вулканических пород // Разведка и охрана недр. - 2014. - № 12. - С. 76-81.

40 Иванов А.В., Перепелов А.Б., Палесский С.В., Николаева И.В. Первые данные по распределению элементов платиновой группы (Ir, Os, Ru, Pt, Pd) и Re в островодужных базальтах Камчатки // Доклады АН. - 2008. - Т. - 420. - № 1. - С. 92-96.

41 Ножкин А.Д., Качевский Л.К., Дмитриева Н.В. Позднепротерозойская рифтогенная метариолит-базальтовая ассоциация Глушихинского прогиба (Енисейский кряж): петрохимический состав, возраст и условия образования // Геология и геофизика. - 2013. - Т. 54. - № 1. - С. 58-71.

42 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 ультрамафит-мафитов офиолитовой ассоциации Джидинской зоны (Юго-Западное Забайкалье) // Доклады академии наук. - 2018. - Т. 478. - № 4. - С. 452-455.

43 Альмухамедов А.И., Гордиенко И.В., Кузьмин М.И., Томуртогоо О., Томурхуу Д. Джидинская зона – фрагмент Палеоазиатского океана // Геотектоника. - 1996.- т. 30. - № 4. - С. 25-42.

44 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.

45 Колман Р. Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979. 261 с.

46 Хаин Е.В., Амелин Ю.В., Изох А.Э. Sm-Nd-данныео возрасте ультрабазитбазитовых комплексов в зоне субдукции Западной Монголии //ДАН. - 1995. -Т. 341. - № 6. - С. 791–796.

47 Гибшер А.С., Хаин Е.В., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Козаков И.К., Ковач В.П., Яковлева С.З., Федосеенко А.М. Позднерифейский возраст Хантайширского офиолитового комплекса Западной Монголии // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - № 8. - С. 1179–1185.

48 Елбаев А.Л., Гордиенко И.В., Хубанов В.Б., Зарубина О.В. Петрогеохимические особенности и U-Pb возраст морион-гранитов Центрального Забайкалья: типизация пород и вопросы их генезиса // Литосфера. - 2020. - Т. 20. - № 5. - С. 690-705.

49 Костяков Н.П., Сапожников В.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Восточно-Забайкальская. Лист М-49-XIII.
Объяснительная записка. - М.: Недра. - 1965. - 71 с.

50 Кошкин В.В., Шелгачев К.М., Дорошкевич Л.С., Шатковская Л.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Селенгинская. Лист М-48-XVIII (Бичура). Объяснительная записка. - СПб.: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ.- 2003. - 111 с.

51 Maeda J. Opening of the Kuril Basin deduced from the magmatic history of central Hokkaido, North Japan. Tectonophysics. 1990. -V. 174. - PP. 235-255.

52 Гребенников А.Г. Гранитоиды А-типа: проблемы диагностики, формирования и систематики. // Геологияигеофизика. - 2014. - Т. 55. - № 9. - С. 1356-1373.

53 Dall'Agnol R., Oliveira D.C. Oxidized, magnetite-series, rapakivi-type granites of Carajas, Brasil: implications for classification and petrogenesis of A-type granites. Lithos. - 2007. - V.93. -PP. 215-233.

54 Kurilenko A.V., Minina O.R. The Devonian of Transbaikal: biostratigraphy and correlation Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. - Springer Berlin Heidelberg, Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. - 2017. PP. 1-11.

55 Авхимович В.И., Обуховская Т.Г., Овтанова Н.С., Кузьмин А.В., Меннер В.Вл., ШуваловаГ.А. Сопоставление зональной палинологической схемы верхнего девона Русской платформы со стандартной конодонтовой шкалой //Тез. докл. VIIIВсерос. Палинол. Конф. – М: ИГиРГИ. - 1996. - С.5.

56 Minina Olga, Ariunchimeg Yarimpil, Gordienko Ivan, Vetluzhskikh Larisa, Neberikutina Lyudmila, Kurilenko Alena, Coneger Tamara. New Data on the Age of the Paleozoic Deposits of the Zag-Kharaa Terrane of the Khangay-Khentey Megazone (Northern Mongolia).Proceedings of Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting. Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources. Informatica Srl. – Filodiritto Editore. - 2018.- PP. 172-178.

57 Tomurtogoo O. Tectonic Map of Mongolia at the scale of 1:1.000.000 and Tectonics of Mongolia (Brief explanatory notes to Tectonic Map of Mongolia at the scale of 1:1.000.000). Mineral Resources Authority of Mongolia. -Ulaanbaatar. - 2003.

58 Минина О.Р. Неберикутина Л.Н. Стратиграфия верхнего девона Саяно-Байкальской горной области // ВестникВоронежскогоуниверситета. Серия: Геология. - 2012. - №1. - С. 27-37.

59 Никольский Ф.В., Митрофанов Г.Л. О возрасте багдаринской свиты (Витимское плоскогорье // Геология и геофизика. - 1984. - № 9. - С. 104–112.

60 Булгатов А.Н. Геодинамика Байкальской горной области в позднем рифее и венде-палеозое. - Новосибирск: Академ. Издательство Гео, 2015. - 191 с.

61 Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Ласточкин Н.И., Ситникова В.С. Состав, U-Pb изотопный возраст офиолитовой ассоциации Шаманской палеоспрединговой зоны и условия ее формирования (Северное Забайкалье) // Докл. РАН. - 2009. - Т.429. - № 3. - С.359 - 364.

62 Руженцев С.В., Минина О.Р., Некрасов Г.Е., Аристов В.А., Голионко Б.Г., Доронина Н.А., Лыхин Д.А. Байкало-Витимская складчатая система: строение и геодинамическая эволюция// Геотектоника. - 2012. - № 2. - С. 3–28.

63 Ташлыков В.С., Минина О.Р. Состав, объем, литогеохимическая характеристика и источники сноса багдаринской свиты (Витимкан-Ципинская зона, Западное Забайкалье) // Вестник Пермского университета.- 2020а. - Т.19. - №2. С.111-122.

64 Ташлыков В.С., Минина О.Р. Литогеохимическая характеристика верхнедевонской якшинской свиты (Западное Забайкалье) // Вестник Геонаук. -20206. - 5(305). - С. 17-23.

65 Pettijohn F.J., Potter P.E. and Siever R. Sand and Sandstones. – New York: Springer-Verlag, 1972. – 158 p.

66 Herron M.M. Geochemical classifications of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sedim. Petrol. - 1988. - V. 67. - PP. 137-150.

67 Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical compositions of sandstones // Geology. - 1983. - Vol. 91. - P. 611-627.

68 Скрипников М.С., Ветлужских Л.И. Крибрициаты нижнекембрийской свиты (Западное Забайкалье) Известия олдындинской // Саратовского госуниверситета. Сер. Науки о Земле. - 2020. - Т.20. - Вып.4. - С. 278-284.

69 Язмир М.М., Далматов Б.А., Язмир И.К. Атлас фауны и флоры палеозоя и мезозоя Бурятской АССР. Палеозой. - М.: Недра, 1975. - 184 с.

70 Постников А.А, Журавлева, И.Т., Терлеев А.А. Стратиграфия кембрийских отложений Озернинского рудного узла (Западное Забайкалье) // Геология и геофизика. - 1997. - № 3. - Т. 38. - С. 608-619.

71 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1: 200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XII (Ципикан). Шелгачёв К.М., Шатковская Л.В., Курбатова Е.И., Минина О.Р., Хохлов Е.В. Объяснительная записка [Электронный ресурс]. М.: Московский филиал ФГБУ ВСЕГЕИ, 2019. 148 с.

72 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XVIII (Багдарин). Шелгачёв К.М., Шатковская Л.В., Скулыбердин А.А., Минина О.Р., Курбатова Е.И. Объяснительная записка [Электронный ресурс]. - М.: Московский филиал ФГБУ ВСЕГЕИ, 2019. - 121 с.

73 Гордиенко И.В. Ресурсы стратегического минерального сырья Республики Бурятия: состояние и перспективы развития // Науки о Земле и недропользование. -2020. - T. 43. - № 1. - C. 8–35.

74 Дондоков З.Б.-Д., Потапов Л.В., Кислов Е.В. Основные направления и проблемы развития минерально-сырьевого сектора Республики Бурятия // География и природные ресурсы. - 2019. - №1. - С. 137-145.

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

76 Гордиенко И.В., Бадмацыренова Р.А., Ланцева В.С., Елбаев А.Л. Селенгинский рудный район Западного Забайкалья: структурно-минерагеническое 49

районирование, генетические типы месторождений и геодинамические условия их образования // Геология рудных месторождений. - 2019. - Т.61. - № 5. - С. 3-36.

77 Орсоев Д.А. Анортозиты малосульфидного платиноносного горизонта (Риф I) в верхнерифейском Йоко-Довыренском массиве (Северное Прибайкалье): новые данные по составу, ЭПГ-Си-Ni минерализации, флюидному режиму и условиям образования // Геология рудных месторождений. - 2019. - Т. 61. - № 4. - С. 15-43

78 Meurer W.P., Boudreau A.E. Compaction of density stratified cumulates: effect on trapped-liquid distributions // Geology. - 1996. - V. 104. - PP. 115-120.

79 Sugaki A, Kitakaze A. High form pentlandite and its thermal stability // Amer. Mineralogist. - 1998. - V. 83. - PP. 133-140.

80 Cabri L.J. New data on phase relations in the Cu-Fe-S system // Econ. Geol. - 1973. - V. 68. - PP. 443-454.

81 Спиридонов Э.М., Орсоев Д.А., Арискин А.А., Кислов Е.В., Коротаева Н.Н., Николаев Г.С., Япаскурт В.О.Палладогерманид Pd₂Ge сульфидоносных анортозитов Йоко-Довыренского интрузива – первая находка в России // Доклады АН. - 2019. - Т. 485. - № 6. - С. 741-744.

82 Спиридонов Э.М., Орсоев Д.А., Арискин А.А., Кислов Е.В., Коротаева Н.Н., Николаев Г.С., Япаскурт В.О. Германийсодержащие минералы палладия – палладогерманид Pd2Ge, Ge-паоловит Pd2(Sn, Ge), звягинцевит сульфидоносных анортозитов Йоко-Довыренского интрузива, Прибайкалье // Геохимия. - 2019. - Т. 64. - № 5. - С. 554-558.

83 Kolotilina T.B., Mekhonoshin A.S., Orsoev D.A. Re Sulfides from Zhelos and Tokty-Oi Intrusions (East Sayan, Russia) // Minerals. - 2019. - N 9. - P.479.

84 Peltonen P., Pakkanen L., Johanson B. Re–Mo–Cu–Os sulphide from the Ekojoki Ni– Cu deposit, SW Finland // Mineral. Petrol. - 1995.- V. 52. - PP. 257–264.

85 Barkov A.Y., Lednev A.I. A rhenium–molybdenum–copper sulfide from the Lukkulaisvaara layeredintrusion, northern Karelia, Russia // Eur. J. Mineral. - 1993. - V.
5. - PP. 1227–1233.

86 Лавров О.Б., Кулешевич Л.В. Первые находки рениевых минераловв Карелии // Доклады АН. - 2010. - Т. 432. - № 1. - С. 94-98.

87 Dare S.A.S., Barnes S.-J., Prichard H.M. The distribution of platinum group elements (PGE) and other chalcophile elements among sulfides from the Creighton Ni–Cu–PGE sulfide deposit, Sudbury, Canada, and the origin of palladium in pentlandite // Miner. Depos. - 2010. - V. 45.- PP. 765–793.

88 Высоцкий С.В., Орсоев Д.А., Игнатьев А.В., Веливецкая Т.А., Асеева А.В. для Ni-Cu сульфидной минерализации Источник серы Мончегорского интрузивного комплекса (Кольский полуостров, Россия) // V Международня конференция Ультрамафит-мафитовые комплексы: геология, строение, рудный потенциал / Гремячинск (2-6 сентября 2017 г.). Улан-Удэ: ИздвоБурятскогогосуниверситета, 2017. - С. 83-86.

89 Hulston J.R., Thode H.G. Variations in the S³³, S³⁴, and S³⁶ contents of meteorites and their relation to chemical and nuclear effects // Geophys. Res. - 1965. - V. 70. - N_{2} 14. - PP. 3475–3484.

90 Bekker A., Grokhovskaya T.L., Hiebert R., Sharkov E.V., Bui T.H., Stadnek K.R., Chashchin V.V., Wing B. A. Multiple sulfur isotope and mineralogical constraints on the genesis of Ni-Cu-PGE magmatic sulfide mineralization of the Monchegorsk Igneous Complex, Kola Peninsula, Russia // Mineral. Deposita. - 2016. - V.51. - № 8. PP. - 1035-1053.

91 Laufec F., Vymazalova A., Grokhovskaya T.L., Plasil J., Dusek M., Orsoev D.A., Kozlov V.V. The crystal structure of sopcheite, $A_{g4}P_{d3}T_{e4}$, from the Lukkulaisvaara intrusion, Karelia, Russia // European Journal of Mineralogy. - 2017. - V. 29. - Nº 4. - PP. 603-612.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

1 Гордиенко И.В. Ресурсы стратегического минерального сырья Республики Бурятия: состояние и перспективы развития //Журнал «Науки о Земле и недропользование». - 2020. - Т. 43. - № 1. С. 8–35. DOI:10.21285/2686-9993-2020-43-1-8-35

2 Абрамов Б.Н., Бадмацыренова Р.А.Петрогеохимические особенности пород, редкие и редкоземельные элементы в рудах Александровского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье)// Геосферные исследования. - 2020. - № 1. - С. 6–18. DOI: 0.17223/25421379/14/1.

3 Абрамов Б.Н., Калинин Ю.А., Боровиков А.А., Бадмацыренова Р.А., Посохов В.Ф. Александровское золоторудное месторождение (Восточное Забайкалье): источники вещества пород и руд // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - №4. - С. 83–95. DOI:10.7868/S0869565215250179.

4 Елбаев А.Л., Гордиенко И.В., Хубанов В.Б., Зарубина О.В. Петрогеохимические особенности и U-Pb возраст морион-гранитов Центрального Забайкалья: типизация пород и вопросы их генезиса. //Литосфера. - 2020. - Т. 20. - № 5. - С. 690-705. DOI:10.24930/1681-9004-2020-20-5-690-705.

5 Плюснин А.М., Дабаева В.В., Жамбалова Д.И., Перязева Е.Г., Ташлыков В.С. Редкие земли в поверхностных и подземных водах на территории размещения вольфрамдобывающего производства Забайкалья // Геохимия. - 2020. - Т. 65. - № 7 С. 711-728. DOI: 10.31857/S0016752520060102.

6 Скрипников М.С., Ветлужских Л.И. Крибрициаты нижнекембрийской олдындинской свиты (Западное Забайкалье) // Известия Саратовского госуниверситета. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. - 2020. - Т.20. - Вып.4. - С.278-284. DOI: 10.17072/psu.geol.19.2.111.

7 Ташлыков В.С., Минина О.Р. Состав, объем, литогеохимическая характеристика и источники сноса багдаринской свиты (Витимкан-Ципинская зона, Западное Забайкалье) // Вестник Пермского университета. - 2020. - Т.19. - №2. - С. 111-122. DOI: 10.17072/psu.geol.19.2.111.

8 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.2020.5.3.

9 Ankusheva N.N., **Badmatsyrenova R.A.**, Tsydypova S.B. PT-Parameters of the Egitinsky Fluorite Deposit (Trans-Baikalia, Russia) // Minerals: Structure, Properties, Methods of Investigation. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. - P. 1-8. DOI:10.15405/epsbs(2357-1330).2019.12.4.

10 Izbrodin I.A., Doroshkevich A.G., Rampilov M.O., **Elbaev A.L.**, Ripp G.S. Late Paleozoic alkaline magmatism in Western Transbaikalia, Russia: Implications for magma sources and tectonic settings // Geoscience Frontiers. - 2020. - Vol. 11. - Issue 4. - PP. 1289-1303. DOI:10.1016/j.rgg.2018.08.001

Публикации неучтенные в 2019 г.

11 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XII (Ципикан). Шелгачёв К.М., Шатковская Л.В., Курбатова Е.И., **Минина О.Р.,** Хохлов Е.В. Объяснительная записка [Электронный ресурс]. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019. 148 с. ISBN 978-5-93761-498-8 (объясн. зап.). **ISBN** 978-5-93761-499-5 Тираж 50 дисков. Объем 100 Мб. Зак. 41815500.

12 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Баргузино-Витимская. Лист N-49-XVIII (Багдарин). Шелгачёв К.М., Шатковская Л.В., Скулыбердин А.А., **Минина О.Р.,** Курбатова Е.И. Объяснительная записка [Электронный ресурс]. - М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019. - 121 с. ISBN 978-5-93761-453-7 (объясн. зап.). **ISBN** 978-5-93761-454-4 Тираж 50 дисков. Объем 100 Мб. Зак. 41815500.