

**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

СТРОЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ И ГЕОДИНАМИКА

Материалы XXX Всероссийской молодежной конференции
Иркутск, 16–21 мая 2023 г.

Ответственный редактор
чл.-корр. РАН Е.В. Складов

ИРКУТСК
2023

СОДЕРЖАНИЕ

Агашева Е.В ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭТАПОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ КONTИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ (ДАННЫЕ ПО ТРУБКЕ ИМ. В. ГРИБА)	13
Аносова М.Б., Латышев А.В. ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ ВЕРХНЕРИФЕЙСКОЙ ИНЗЕРСКОЙ СВИТЫ БАШКИРСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	17
Арапов В.В., Еманов А.А., Еманов А.Ф. РАСЧЕТ ДОБРОТНОСТИ СРЕДЫ ДЛЯ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ.....	20
Беляев В.А., Каримов А.А., Скузоватов С.Ю., Шарыгин И.С. ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНЫХ И ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ОЛИВИНЕ МАНТИЙНЫХ ПЕРИДОТИТОВ ИЗ ОФИОЛИТОВ ВОСТОЧНОГО САЯНА.....	24
Большакова Н.Ю., Семенова Н.М. ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	27
Борисенко А.А., Гаинцев И.А., Тевелев А.В. СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАРГАНЦЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	31
Бочалгин А.В., Лунина О.В. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДЕЛЬТЫ РЕКИ ГОЛОУСТНОЙ ПО ДАННЫМ БЕСПИЛОТНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ.....	34
Буддо И.В., Саньков В.А., Добрынина А.А., Рыбченко А.А., Кадетова А.В., Мисюркеева Н.В., Шелохов И.А., Шеин А.Н., Краев Г.Н., Черных А.А., Смирнов А.С. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕСТОВОМ ПОЛИГОНЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА П-ОВЕ ЯМАЛ.....	37
Ванин В.А., Мазукабзов А.М. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГУРБЕЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (ВОСТОЧНЫЙ-САЯН, БИРЮСИНСКИЙ ЗОЛОТОНОСНЫЙ РАЙОН).....	40
Володина Е.А., Тевелев Ал.В., Борисенко А.А., Коптев Е.В., Шестаков П.А. ИСТОЧНИКИ СНОСА МАТЕРИАЛА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)	43
Волосов А.С., Хромых С.В. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СОСТАВ И ВОЗРАСТ ДАЙКОВЫХ ПОЯСОВ ЖАРМА-САУРСКОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА ...	47
Воробей С.С., Гаранин В.К. МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР РАСПАДА И КЕЛИФИТОВЫХ КАЙМ, НА ПРИМЕРЕ ТРУБОК МИР, УДАЧНАЯ И ОБНАЖЕННАЯ (ЯКУТСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ).....	51

Воробей С.С., Конышев А.А., Сидкина Е.С. МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОРОД С РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ ИЗ ОТВАЛОВ «ЛЮПИККО-1» «БЕКК» И «ГЕРБЕРЦ-1» (ПИТКЯРАНТСКОГО РУДНОГО РАЙОНА).....	53
Вяткина Д.В., Кашубина Т.В., Ефимова Н.Н. СКОРОСТНАЯ МОДЕЛЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ (ПО ДАННЫМ ОПОРНОГО ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ 1-СБ-ВОСТОЧНЫЙ).....	56
Гаврилова А.А. РАЗВИТИЕ ДЕЛЬТЫ Р. СЕЛЕНГИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ	59
Глухова С.А., Пинигин О.В., Харитонова Н.А. РОЛЬ НОВЕЙШИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ПИТАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	62
Гольшева Ю.С., Кудрявцев И.В., Андросов Е.А. ПЛОТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ БОРЩОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА МЕТАМОРФИЧЕСКОГО ЯДРА, ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ ОПОРНОГО ПРОФИЛЯ 1-СБ-ВОСТОЧНЫЙ И ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ).....	63
Гуськов А.Н. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛКАНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ МАГМАТИЗМА КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН НА ПРИМЕРЕ ТЫТЫЛЬВЕЕМСКОЙ И ЕРОПОЛЬСКОЙ СВИТ (ЧУКОТСКИЙ АО).....	67
Декабрёв И.К., Черемных А.В. ИЕРАРХИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ ВЕРХНЕЙ КОРЫ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	71
Денисенко И.А., Лунина О.В., Гладков А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МОРОЗОБОЙНЫХ ТРЕЩИН В ДЕЛЬТЕ РЕКИ ГОЛОУСТНОЙ.....	75
Джуманиязов Д.И., Каримова Ф.Б. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ЧАРМИТАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЗАПАДНЫЙ УЗБЕКИСТАН).....	78
Дуданова В.И., Веселовский Р.В. ПЕТРО- И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ МОСКОВСКО-МИКУЛИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИНЕВЬЯ (РАЗРЕЗ ЭТАЛОН)	81
Душкин Е.П., Акулова В.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ КАРЬЕРА «АЙХАЛ».....	84
Егорова Ю.С., Кучеровский Г.А., Чекулаев В.П., Арестова Н.А. SM-ND МЕТОД КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СНОСА АРХЕЙСКИХ И ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ КОНГЛОМЕРАТОВ КАРЕЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА	87

Ефремова У.С., Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Иванов А.В., Брянский Н.В. U-Pb ВОЗРАСТ ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ПОРОД ХАРГИТУЙСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)	91
Жиличева А.Н., Мальцев А.С. СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДОВ TXRF И LA-ICP-MS ПРИ МНОГОЭЛЕМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ АПАТИТА.....	94
Зубрицкий А.С., Алфимова Н.А. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД МАССИВА РЕПОЯРВИ, СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ.....	95
Казенова Ф., Врублевский В.В., Тишин П.А. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРМСКО-ТРИАСОВЫХ ДОЛЕРИТОВ КОПЬЕВСКОГО КОМПЛЕКСА (МИНУСИНСКИЙ ПРОГИБ, СИБИРЬ).....	99
Какоурова А.А., Брыжак Е.В. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАССТОЯНИЙ В ЦЕПОЧКАХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.....	102
Карагёзова Н.Р. ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РАЗЛОМНОЙ СЕТИ АЗЕРБАЙДЖАНА.....	105
Каримов А.А., Горнова М.А., Беляев В.А., Скузоватов С.Ю. ТРАНСФОРМАЦИЯ СОСТАВА ПЕРИДОТИТОВ МАНТИЙНОГО КЛИНА ПРИ НАДСУБДУКЦИОННОМ МЕТАМОРФИЗМЕ, НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСА АЛАГ-ХАДНЫ (ЮЗ МОНГОЛИЯ).....	107
Климова Е.В., Матреничев В.А., Матреничев Н.В. ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГИПЕРГЕННЫХ ПОКРОВОВ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА.....	110
Комзелева В.П., Медведь И.В., Кулаков И.Ю., Буслов М.М., Филиппова А.И. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ БАЙКАЛЬСКОГО РИФТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ.....	114
Красильников П.А., Муравьев Ф.А., Гареев Б.И., Баталин Г.А. МЕЗОЗОЙСКИЕ ПАЛЕОПОЧВЫ УРОЧИЩА МАДЫГЕН (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ, КЫРГЫЗСТАН).....	116
Кронрод Е.В., Кусков О.Л., Кронрод В.А. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛУНЫ: СОГЛАСОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	119
Крутикова А.К., Сафонова И.Ю., Перфилова А.А., Обут О.Т., Савинский И.А. ЦИРКОНОМЕТРИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ГРАУВАККОВЫХ ПЕСЧАНИКОВ ЗАСУРЬИНСКОГО АККРЕЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО – ЗАПАДНОГО АЛТАЯ	122

Кузнецов Н.А., Корольков А.Т. ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИН В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НА НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ТААС-ЮРЯХ	125
Кулакова Е.П., Курбанов Р.Н. МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ЛЁССОВО-ПОЧВЕННЫХ СЕРИЙ ТАДЖИКИСТАНА: СТАРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ДАННЫЕ	127
Кунгулова Э.Н., Тишин П.А., Томиленко А.А., Лычагин Д.В. МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ, СОСТАВ ФЛЮИДА И ВОЗРАСТ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ САЯНО-БАЙКАЛЬСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ	131
Лебедева Н.М., Носова А.А., Возняк А.А. ГРАНИТНЫЕ ЖИЛЫ В ОСНОВНЫХ И СРЕДНИХ ПОРОДАХ ВАЛААМСКОГО СИЛЛА, ЛАДОЖСКИЙ ГРАБЕН, КАРЕЛИЯ	134
Лебеденко А.В., Клепиков И.В., Васильев Е.А. ОЦЕНКА СОВЕРШЕНСТВА СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ	137
Ломова А.А., Мезина К.А., Мельгунов М.С., Макарова И.В. ИЗОТОПЫ УРАНА (^{238}U И ^{234}U) В СНЕГОВЫХ ВОДАХ ЮГА И СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	141
Музафаров Р.Н., Баталин Г.А., Гареев Б.И. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ИНЬЯЛИ-ДЕБИНСКОГО СИНКЛИНОРИЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ).....	144
Маслов Е.А., Штельмах С.И., Рященко Т.Г. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В РАЙОНЕ АЛБАЗИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СЕВЕР ХАБАРОВСКОГО КРАЯ	147
Медведь И.В. ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЛУБИННЫХ ПРОЦЕССОВ В КОРЕ И МАНТИИ ЕВРАЗИИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ПАССИВНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ.....	151
Мезин А.А., Шумскайте М.Й. ЗАВИСИМОСТЬ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ КЕРНА ОТ СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА И ВЯЗКОСТИ НАСЫЩАЮЩЕГО ФЛЮИДА.....	154
Мезина К.А., Мельгунов М.С. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{210}Pb, ^7Be И ^{137}Cs В СИСТЕМЕ «ЛИШАЙНИК – ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА» НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	158
Мезина К.А., Мельгунов М.С. ^7Be, ^{210}Pb И ^{137}Cs В СНЕГОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	162
Миннебаев К.Р., Куликова А.В., Котлер П.Д., Силантьев В.В., Баталин Г.А., Гареев Б.И. ДАННЫЕ ПО U-Pb ДАТИРОВАНИЮ ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА И МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ	166

Мисюркеева Н.В., Буддо И.В., Шелохов И.А., Смирнов А.С., Нежданов А.А. ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ПАЛЕОЗОЙСКОГО СКЛАДЧАТОГО ОСНОВАНИЯ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЯНАО.....	170
Михеев Е.И., Рахимов И.Р., Вишневский А.В. МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПОРОД СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАНАКАЙ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)	174
Мороз Е.А., Кохан А.В., Еременко Е.А., Денисова А.П., Сухих Е.А. КАРТИРОВАНИЕ ГАЗОВЫХ АНОМАЛИЙ ГЕОАКУСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В РЕЛЬЕФЕ И ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ НА ШЕЛЬФЕ БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ И ИХ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ.....	178
Нарыжнова А.В., Крук Н.Н., Хромых С.В., Куликова А.В., Мороз Е.Н. СОСТАВ, ВОЗРАСТ И ОБСТАНОВКА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНИТОИДОВ СОКТУЙСКОГО МАССИВА (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	181
Непеина К.С., Баталева Е.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОРОД В ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОКРЕСТНОСТЕЙ ОЗЕРА СОН-КУЛЬ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ).....	185
Нечаев И.О. РАЗРЕЗ ИГЕТЕЙ: СТРОЕНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (ВЕРХНИЙ КАЙНОЗОЙ, ПРЕДБАЙКАЛЬЕ).....	189
Новиков В.С., Дарьин А.В., Калугин И.А., Бабич В.В., Рогозин Д.Ю., Дарьин Ф.А., Ракшун Я.В., Сороколетов Д.С. МЕТОДИКА ПОИСКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА ОЗ. ИТКУЛЬ.....	192
Новикова А.С., Страшко А.В. ПЕСЧАНИКИ БАЗАЛЬНОГО УРОВНЯ СИНАЛЬПИЙСКОГО СТРУКТУРНОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОГО КРЫМА: РЕЗУЛЬТАТЫ U-RV ИЗОТОПНОГО ДАТИРОВАНИЯ ЗЕРЕН ДЕТРИТОВОГО ЦИРКОНА	194
Новикова А.С. ПЕРИ-ГОНДВАНСКИЙ ПРОВЕНАНС-СИГНАЛ В ЮРСКИХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОДАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО КРЫМА	197
Обрезкова М.С., Василенко Л.Н. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМЕЙ И ИНФУЗОРИЙ-ТИНТИННИД В КЕРНЕ LV83-32-1 ИЗ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ	200
Охремчук Е.Е. ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОЛОГИЯ УЛЬТРАБАЗИТОВ ОНГУРЕНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ).....	203
Пазухина А.А., Малышев С.В., Худолей А.К., Нилов С.П., Брянский Н.В., Каримов А.А., Ефремова У.С. ТЕРМОКИНЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	

УЧАСТКОВ КЫЛЛАХСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ВЕРХОЯНСКОГО СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА.....	206
Паламарчук В.А., Шейн А.Н., Королева Е.С., Башкова А.А., Гончаров А.А. РАСШИРЕНИЕ СЕТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО МОНИТОРИНГА ГРУНТОВ ПОД ОБЪЕКТАМИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ Г. САЛЕХАРДА В 2022 ГОДУ	2069
Паниковровский Т.Л., Яковенчук В.Н., Калашникова Г.О., Гойчук О.Ф., Базай А.В., Кривовичев С.В. ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ МИНЕРАЛЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ	213
Пасенко А.М. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОРОД КОТУЙСКОГО МАГМАТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. КОТУЙ (ЗАПАДНЫЙ СКЛОН АНАБАРСКОГО МАССИВА)	217
Пенкина В.А., Котлер П.Д. РАЗВИТИЕ ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ КАЗАХСТАНСКОГО СОСТАВНОГО КОНТИНЕНТА В СРЕДНЕМ – ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ	220
Перовский И.А., Шушков Д.А., Игнатьев Г.В. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ ГИДРАТИРОВАННОГО ОСАДКА НА СИНТЕЗ СИТИНАКИТА.....	224
Пилицына Т.А., Ерофеева К.Г. ГРАНУЛИТ-АМФИБОЛИТОВЫЕ ПОРОДЫ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОГО ОРОГЕННОГО ПОЯСА И АРХЕЙСКОГО МЕГАБЛОКА В ВОЛГО-УРАЛИИ: СРАВНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТАМОРФИЗМА	228
Полтавцева Е.В., Бусс Ю.Ю., Артамонова И.Е. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНЫХ СКВАЖИННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И ДАННЫХ КАМЧАТСКОЙ СЕТИ GPS-ИЗМЕРЕНИЙ НА АКТИВНОЙ ФАЗЕ ПОДГОТОВКИ СИЛЬНОГО ЖУПАНОВСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ (30.01.2016 Г.; MW=7.2; RE=104 КМ, H=177 КМ)	232
Прушковская И.А., Цой И.Б. ДИАТОМЕИ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ ЗАЛИВА АКАДЕМИИ ОХОТСКОГО МОРЯ.....	236
Ракша Н.А., Пеллинен В.А., Светлаков А.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АККУМУЛЯТИВНОГО БЕРЕГА БАРГУЗИНСКОГО ЗАЛИВА ОЗЕРА БАЙКАЛ.....	239
Редькин А.С. УЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНДИКАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ АДАПТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОДНОГО ИЗ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА.....	241
Репина А.В., Ломова А.А., Кропачева М.Ю., Мельгунов М.С., Макарова И.В. ПЕРВИЧНАЯ ОЦЕНКА ЕЖЕГОДНОГО ВЫНОСА ПАВОДКОВЫМИ ВОДАМИ ИЗОТОПОВ ¹³⁷ CS И ⁹⁰ SR ИЗ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ БАЛЧУГОВСКОЙ ПРОТОКИ Р. ЕНИСЕЯ	243

Реутов Д.А., Корольков А.Т. КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДАНИЛОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БУРЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ НОВЫХ СКВАЖИН № 89, 93	247
Русак А.А., Щекина Т.И., Бычков А.Ю. ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ НАКОПЛЕНИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ РУДНОГО УЗЛА ЗАШИХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	249
Савченко В.А. УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛОЩАДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА МАГНИТНОЙ И РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В БОДАЙБИНСКОМ РАЙОНЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	252
Саетгалеева Я.Я., Котлер П.Д., Куликова А.В. ТЕРМАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ СИБИНСКОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН) ПО ДАННЫМ ТРЕКОВОГО ДАТИРОВАНИЯ АПАТИТА	254
Светлаков А.А. АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ОКИНСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ ВОСТОЧНОГО САЯНА (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ Р. СЕНЦА)	257
Семенова Л.П., Малышев С.В., Алфимова Н.А., Марфин А.Е., Матрёничев А.В. НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕРМОХРОНОЛОГИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ПО ДАННЫМ ТРЕКОВОГО ДАТИРОВАНИЯ АПАТИТА НА ПРИМЕРЕ МАССИВОВ РЕПОЯРВИ И КОВДОР	259
Смирнов М.В., Рыжов Ю.В. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ДОЛИНЕ РЕКИ БРЯНКА (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ).....	262
Соболев И.Д., Викентьев И.В., Червяковский В.С. НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ ФУНДАМЕНТА ПАЛЕОЗОЙСКОЙ ОСТРОВОДУЖНОЙ СИСТЕМЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	265
Соколова Л.А., Якубович О.В. ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАДИОГЕННОГО ГЕЛИЯ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ МАГНЕТИТА	267
Старостина С.И., Юркевич Н.В., Еделев А.В., Саева О.П., Осипова П.С., Старостин С.А. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В РАЙОНЕ СКЛАДИРОВАННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД	271
Тарасов А.А., Головин А.В., Шарыгин И.С., Агашева Е.А. СОСТАВ КИМБЕРЛИТОВЫХ РАСПЛАВОВ В ЛИТОСФЕРНОЙ МАНТИИ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ РАСПЛАВНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ОЛИВИНАХ МАНТИЙНЫХ КСЕНОЛИТОВ ИЗ ТРУБОК ИМ. В. ГРИБА И БУЛТФОНТЕЙН.....	275
Тобелко Д.П., Портнягин М.В., Горбач Н.В., Щербаков В.Д., Рогозин А.Н. ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУР КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИСХОДНЫХ МАГМ ВОСТОЧНОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА КАМЧАТКИ.....	279

Торговкин Н.В., Спектор В.В., Лыхота Н.И. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ $\Delta^{18}\text{O}/\Delta\text{D}$ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	282
Уколов А.И., Захаров А.С., Минаев К.М., Пестерев А.В. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СНИЖЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ПРИ ПЕРВИЧНОМ ВСКРЫТИИ БУРОВЫМ РАСТВОРОМ.....	285
Фомочкина А.С., Филиппова А.И. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ОЧАГА УЛАХАНЧИСТАЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 20 ЯНВАРЯ 2013 Г. ПО ЗАПИСЯМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН	288
Ходоров И.С. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПЛАСТА Xm_2 МЕСТОРОЖДЕНИЯ N (ЯНАО).....	290
Хомчановский А.Л., Рыбченко А.А. ПЕРЕФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ БЕРЕГА В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОДЪЕМА УРОВНЯ ВОДОЕМА (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. БАЙКАЛ, УЧАСТОК ГРЕМЯЧИЙ).....	294
Царева М.Д., Хромых С.В., Котлер П.Д. ПЕТРОГРАФИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЩЕЛОЧНЫХ ИНТРУЗИЙ ЧИНГИЗ-ТАРБАГАТАЙСКОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА	298
Черкашина Д.А., Тарасова Ю.И., Будяк А.А., Анохина А.Ю. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОЛОДНИНСКОЕ	301
Чернова И.Г., Панова Е.Г. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД АРМЕНИИ	304
Черных А.А., Буддо И.В., Шелохов И.А., Шарлов М.В. К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ 1D ЗАДАЧИ МТЗ	308
Шапаренко Е.О., Гибшер Н.А., Бульбак Т.А., Томиленко А.А., Сазонов А.М., Сильянов С.А. РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОДАТНОЕ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)	311
Шаповалова М.О., Шелепаев Р.А., Толстых Н.Д. ПЕТРОЛОГИЯ И ИЗОТОПИЯ ГАББРО-МОНЦОГАББРОВОГО МАССИВА ЯМАТ-УЛА, ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ.....	315
Шашкеева Л.П., Буддо И.В., Мисюркеева Н.В., Шелохов И.А. СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕКТА ДЛЯ РАЙОНА БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	319

Шелковникова Ю.С. АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ГИС	322
Шелохов И.А., Буддо И.В., Мисюркеева Н.В. МИНИМИЗАЦИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ЗСБ НА ОДНОМ ИЗ УЧАСТКОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	323
Шендрик Р.Ю., Чуканов Н.В., Вигасина М.Ф., Панкрушина Е.А., Канева Е.В., Радомская Т.А., Пеков И.В. СПЕКТРОСКОПИЯ ВНЕКАРКАСНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ФЕЛЬДШПАТОИДАХ С МИКРОПОРИСТЫМИ СТРУКТУРАМИ.....	327
Шерматова С.С., Хотченков Е.В., Титов Г.И. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ГЕОДИНАМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ И ГАЗОВОЙ ТОМОГРАФИИ В СОСТАВЕ ЕДИНОГО ПОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРУКТУРНЫХ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	330
Шишканова К.О., Округин В.М. ОСОБЕННОСТИ БЛЕКЛЫХ РУД ЗОЛОТО-СЕРЕБРО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МУТНОВСКОЕ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)	333
Шубин А.П., Светлаков А.А. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОСТРОВА ОЛЬХОН.....	337
Шутов В.А. ОСОБЕННОСТИ НЕФРИТООБРАЗОВАНИЯ НА КОНТАКТЕ СЕРПЕНТИНИТОВ С ДАЙКАМИ МЕТАДОЛЕРИТОВ (УЛАН-ХОДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ НЕФРИТА)	340
Щипанова Е.А., Шитов М.В. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕНЕЗИСЕ ПРОБЛЕМАТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ «МАЛЬТИНСКОЙ ТЕРРАСЫ» Р. БЕЛОЙ	343
Юрьев А.А., Рыбченко А.А. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СЕЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ.....	347
Юрьев А.А., Мазаева О.А., Тарасова Ю.С., Бабичева В.А. МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА: РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ	349
Яварова Т.М., Крупнова Н.А., Сакулина Т.С. СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ ПО ДАННЫМ МНОГОВОЛНОВЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	353
Янников А.М. ПЛАНОВАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ И БЛОКОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ В ПРЕДЕЛАХ ЗОН ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАОСНОВНОГО МАГМАТИЗМА	357

Янникова С.А. ВАРИАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА ВОДОПРОВОДИМОСТИ В ПРЕДЕЛАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ ТРУБКИ МИР	361
Ярошук Е.И., Чаркин А.Н., Горячев В.А. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА УДЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА	365
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	367

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАДИОГЕННОГО ГЕЛИЯ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ МАГНЕТИТА

Соколова Л.А.¹, Якубович О.В.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
sokolovalidia@inbox.ru

²Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург

В последние десятилетия низкотемпературная термохронология применяется для решения широкого спектра геологических задач, таких как восстановление истории эксгумации пород в связи с тектоническими событиями или с эрозией [6].

Высокая актуальность таких исследований инициирует работы по привлечению новых минералов для проведения термохронологического моделирования. Одним из таких минералов является магнетит, поскольку классические термохронометры (апатит, циркон) редко встречаются в ультраосновных породах [2, 3, 4].

В основе U-Th-He метода – одного из основных методов низкотемпературной термохронологии – лежит альфа-распад урана и тория, дочерним продуктом которого является гелий [8]. Измерив концентрации материнских и дочерних изотопов в минерале, можно рассчитать его U-Th-He возраст. Стандартными минералами U-Th-He термохронометрами являются апатит и циркон, но помимо этого для датирования U-Th-He методом используются также гранат, магнетит, титанит и др. Разные минералы имеют разные температуры закрытия этой изотопной системы [6].

Интерпретация результатов U-Th-He датирования основана на представлениях о способности гелия к диффузии в минерале при небольших повышениях температуры. Существует две модели описания миграции радиогенного гелия в твердых телах: односкачковая и диффузионная [11]. Первая предполагает, что структура минералов имеет множество дефектов, и для миграции в структуре минерала атому радиогенного гелия достаточно совершить один скачок и энергия миграции будет зависеть от времени, необходимого для выхода из дефекта (центра накопления). Диффузионная модель основывается на том, что энергия зависит только от времени его блуждания в зерне, т.е. от его размера. Также для использования этой модели необходимо принимать, что распределение материнского изотопа было однородным в минерале, а сам минерал имеет идеализированную форму. При расчете миграционных параметров обе эти модели дают близкие значения энергии активации миграции [11].

Первые попытки определения возраста магнетита по радиогенному гелию были предприняты в середине XX в [7, 10]. В 2007 г. Блэкберн с соавторами изучили параметры миграции гелия в магнетите из магнетитовой жилы в кимберлите (северо-восток штата Канзас), и получили значение энергии активации E_a – 52 ккал/моль, которая соответствует температуре закрытия – около 250 °С при скорости остывания 10°/млн лет [2]. Полученные данные противоречат теоретически рассчитанным параметрам миграции гелия в «идеальном» магнетите, для которого E_a установлена в диапазоне 18 ккал/моль, что соответствует температуре закрытия – около 35 °С [1].

Для того чтобы определить вариабельность миграционных параметров гелия в природном магнетите, в этой работе проведен анализ кинетики выделения гелия из 2 зерен магнетита с Кольского полуострова, Балтийский щит и два из массива Кондер, Алданский щит.

Анализ кинетики выделения гелия проводился методом ступенчатого нагрева. Образец помещался в масс-спектрометр МСУ-Г-1-М (ИГГД РАН) и ступенчато нагревался. На каждой ступени образцы отжигались одинаковое время. На основании полученных данных были построены графики термодесорбции и графики математической обработки. При математической обработке появляется возможность рассчитать кинетические параметры, от которых будет зависеть температура закрытия U-Th-He системы [5].

Кинетика выделения гелия из магнетита носит сложный характер. На кривой термодесорбции появляются несколько пиков (рис. 1, 2). Концентрация гелия в низкотемпературном пике из месторождения Кондер составляет $5 \cdot 10^{-6}$ см³/г, что существенно выше, чем типичные концентрации гелия, захваченного из флюида (10^{-8} см³/г; [9]). Это указывает, что несколько пиков на кривой термодесорбции не могут быть связаны с выделением гелия из газовой-жидких включений.

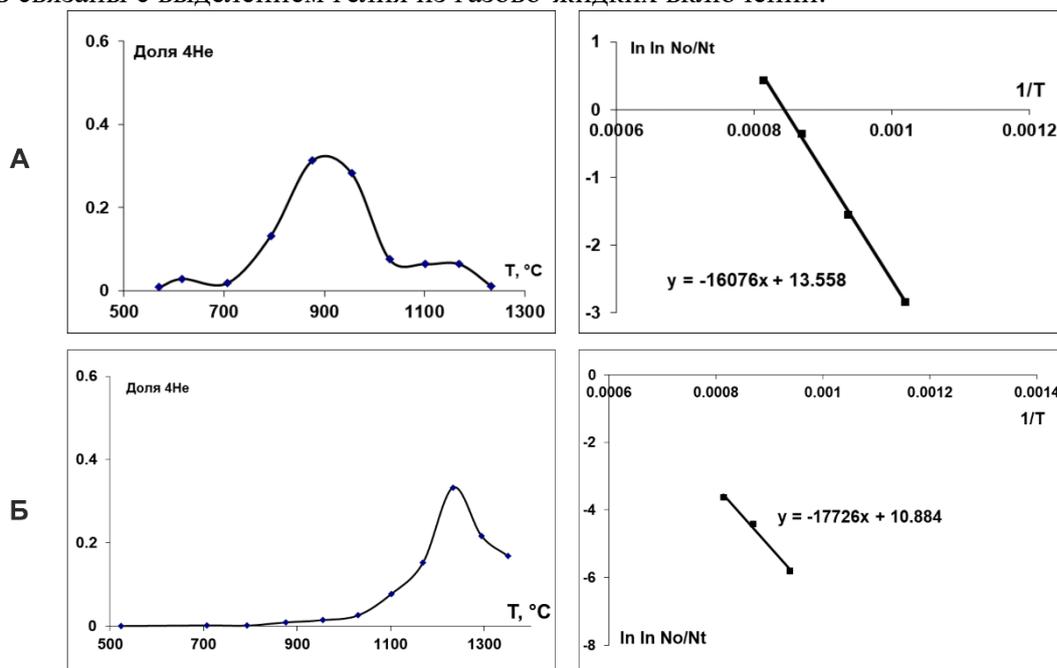


Рис. 1. Графики термодесорбции и математической обработки для магнетита с Кольского полуострова.

Рассчитанная энергия активации для магнетита с Кольского полуострова (рис. 1) – 32–34 ккал/моль. Полученное значение E_a находится между значениями энергии активации для идеального магнетита Бассала и данными Блэкберна [1, 2]. Рассчитанная E_a для магнетита Кондер (рис. 2) по первому пику – 28 ккал/моль также имеет промежуточное значение. Значение энергии активации по второму пику составляет 10–12 ккал/моль.

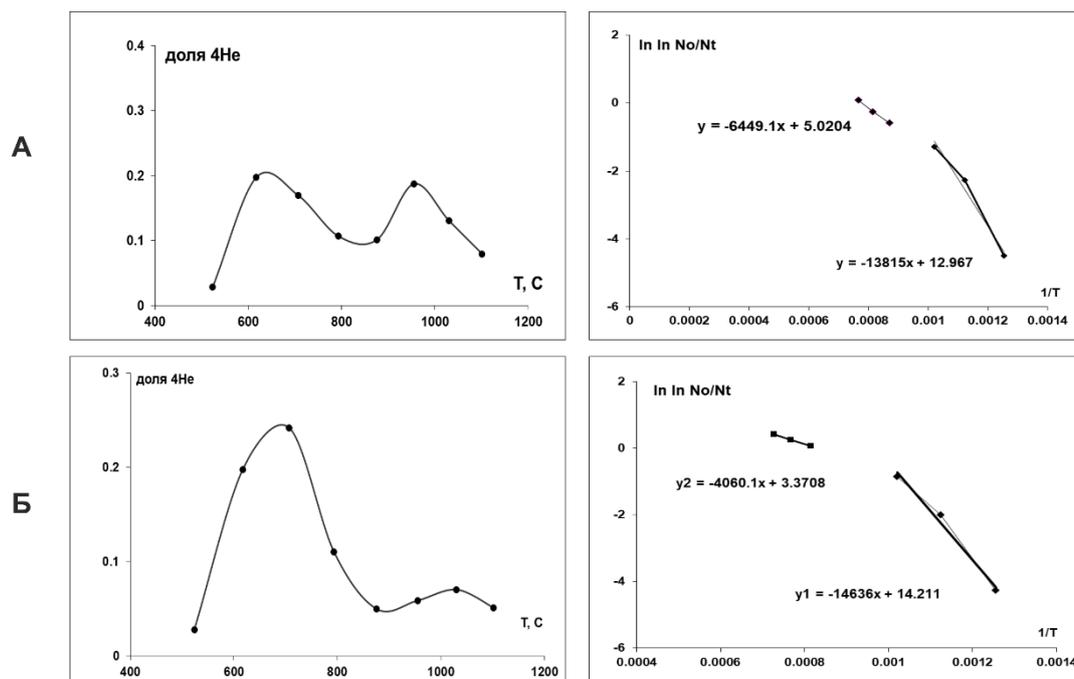


Рис. 2. Графики термодесорбции и математической обработки для магнетита из массива Кондер.

Полученные данные указывают на существенные вариации миграционных параметров гелия в природном магнетите. Причина таких сильных вариаций миграционных параметров в этом минерале неясна. Бассал на основе компьютерного моделирования предполагает, что существенный вклад в сохранность гелия могут вносить радиационные и другие дефекты [1]. Применительно к решению задач термохронологии для корректной интерпретации данных U-Th-He датирования магнетита необходимо вычислять миграционные параметры для каждой отдельной пробы, поскольку температура закрытия от зерна к зерну может существенно различаться.

Работа выполнена при поддержке РФФ (проект №22-77-10088).

Литература

1. Bassal F., et al. Role of defects and radiation damage on he diffusion in magnetite : implication for (U-Th)/He thermochronology. Minerals. 2022. 12 (5). 590 p. 10.3390/min12050590.
2. Blackburn T.J., et al. (U – Th)/He dating of kimberlites — A case study from north-eastern Kansas. Earth and Planetary Science Letter. 2008. 275. P. 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.08.006>.
3. Blackburn T.J., Stockli D.F., Walker J.D. Magnetite (U – Th)/He dating and its application to the geochronology of intermediate to mafic volcanic rocks. Earth and Planetary Science Letter. 2007. 259. P. 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.04.044>.
4. Cooperdock E.H.G., Stockli D.F. Unraveling alteration histories in serpentinites and associated ultramafic rocks with magnetite (U-Th)/He geochronology. Geology. 2016. 44 (11). 1–4. <https://doi.org/10.1130/G38587.1>.
5. Dodson M.H. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. Contributions to mineralogy and petrology. 1973. 40 (3). P. 259–274. <https://doi.org/10.1007/BF00373790>.

6. Flowers, R.M., et al. (U-Th)/He chronology: Part 1. Data, uncertainty, and reporting. GSA Bulletin. 2022. P. 1–33. <https://doi.org/10.1130/B36266.1/5590022/b36266.pdf>.
7. Hurley P.M. The helium age method and the distribution and migration of helium in rocks // Nuclear Geology. 1954. P. 301–329.
8. Reiners P.W., et al. Geochronology and thermochronology. 2018.
9. Stuart F.M., Turner G., Duckworth R.C., Fallick A.E. Helium Isotopes as Tracers of Trapped Hydrothermal Fluids in Ocean-Floor Sulfides // Geology. 1994. 22 (9). P. 823–826.
10. Старик И.Е. Ядерная геохронология. Изд-во Академии Наук СССР, 1961.
11. Якубович О.В. и др. Геотермохронология по благородным газам: II. Исследование устойчивости уран-торий-гелиевой системы в цирконах // Петрология. 2010. С. 3–18.