

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

В Институте геологии ОИГГМ определены масштабы внутриплитных перемещений и построен сценарий реорганизации структуры Центрально-Азиатского подвижного пояса в мезозое, во многом обусловленный сдвиговыми перемещениями и вращением сибирской части Евразийской плиты относительно Европейской. Палеомагнитные данные, полученные для ряда районов юга и юго-запада Сибири, фиксируют значимые расхождения по широте, по направлению палеомеридианов и в совокупности с геологическими данными позволили обосновать наличие внутриплитных сдвиговых перемещений как отдельных тектонических элементов внутри Центрально-Азиатского складчатого пояса, так и, вероятно, всего ансамбля сибирских структур относительно европейских. Проведенный анализ палеомагнитной информации позволил скорректировать имеющиеся палеогеографические реконструкции на юру—мел (рис. 1).

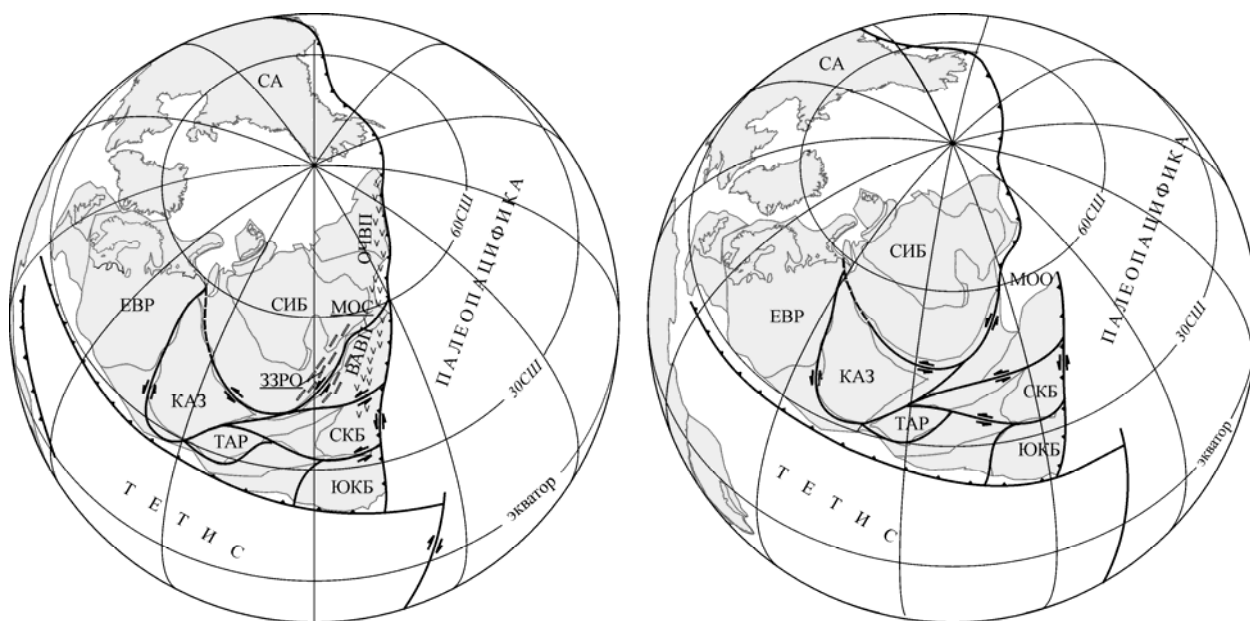


Рис. 1. Палеотектоническая реконструкция процессов закрытия Монголо-Охотского океана и формирования рифтогенных впадин Забайкалья в тылу Верхнеамурского окраинно-континентального вулканоплутонического пояса, обусловленных внутриплитными сдвиговыми перемещениями (поворотом Сибирской платформенной области относительно Восточно-Европейской) 120 млн л. н. (слева) и 150 млн л. н. (справа) [Kravchinsky et al., 2002; Scotese, 1997].

СИБ — Сибирская платформа, ЕВР — Восточно-Европейская платформа, КАЗ — Казахстанский террейн, СА — Североамериканский континентальный блок, СКБ — Северокитайский блок, ЮКБ — Южно-китайский блок, ТАР — Таримский блок, ОЧВП — Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс, ВАРП — Верхнеамурский вулканоплутонический пояс, МОО — Монголо-Охотский океан, МОС — Монголо-Охотская су́тура, ЗЗРО — Западно-Забайкальская рифтовая область. Штрихами условно показано положение позднемезозойских грабенов и впадин, галочками — вулканоплутонических поясов.

Хотя масштабы позднемезозойских сдвигов не столь велики (300—400 км), тем не менее они могут являться прямым свидетельством формирования присдвиговых рифтогенных впадин в пределах Забайкальского сегмента Центрально-Азиатского пояса.

В Институте минералогии и петрографии ОИГГМ проведены эксперименты в двухслойной системе жидкостей, моделирующей систему нижняя мантия—внешнее ядро, с тепловыми источниками в нижней мантии. С учетом геолого-геофизических данных получены оценки мощности источников мантийных плюмов, формирующихся на границе ядро—мантия. Мощность источников для плюмов Буве, Гавайского и Исландского равна $1,57 \cdot 10^7$, $3,02 \cdot 10^8$ и $3,78 \cdot 10^8$ кВт соответственно. Для времени подъема плюма $t = 1—5$ млн лет и кинематической вязкости расплава в канале плюма $v = 1—6$ м²/с возможные значения числа Льюиса для химической добавки $Le = a/D = 70—1700$ (рис. 2), т. е. для температуропроводности расплава $a = 10^{-6}$ м²/с коэффициент диффузии добавки $D = 1,4 \cdot 10^{-8}—5,9 \cdot 10^{-10}$ м²/с.

Для этих чисел Льюиса оценены характерные перепады температуры ΔT_{Π} между температурой плавления массива и температурой подошвы плюма. Для значений ΔT_{Π} при $Le = 100—1000$ рассчитаны параметры термохимического плюма для диаметров источника плюма на границе ядро—мантия $d_s = 70$ и 100 км: концентрация добавки на границе расплав—окружающий массив $c_2 = 1,1—1,4$ %, концентрация

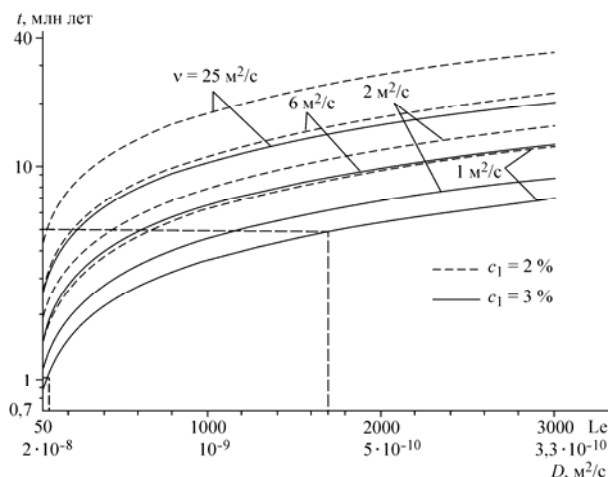


Рис. 2. Время подъема термохимического плюма от границы ядро—мантия в зависимости от числа Льюиса $Le = a/D$ для различных кинематических вязкостей расплава при диаметре источника плюма на ядро-мантйной границе $d_s = 100$ км.

добавки в расплаве вблизи кровли плюма $c_r = 2,1—2,2$ %, тепловая мощность плюма — от $3,5 \cdot 10^8$ до $4,0 \cdot 10^8$ кВт, время подъема — $2,7—4,8$ млн лет, скорость подъема плюма к поверхности — $0,6—1,1$ м/год.

В Институте земной коры проведено изучение интрузивных комплексов в пределах южной окраины Сибирского кратона, а также на севере Сибири (Оленекский выступ), характеризующих стиль развития кратона в позднем палеопротерозое и мезопротерозое. Цель исследований — решение вопроса о том, имели ли место в Сибири на рассматриваемом отрезке времени масштабные рифтогенные процессы, которые могли быть связаны с мезопротерозойским распадом палеопротерозойского суперконтинента.

Установлено, что базитовые интрузии Оленекского поднятия имеют палеопротерозойский (около 1,86 млрд лет), а не мезопротерозойский возраст, как это предполагалось ранее, и отражают слабо проявленные процессы внутриконтинентального растяжения.

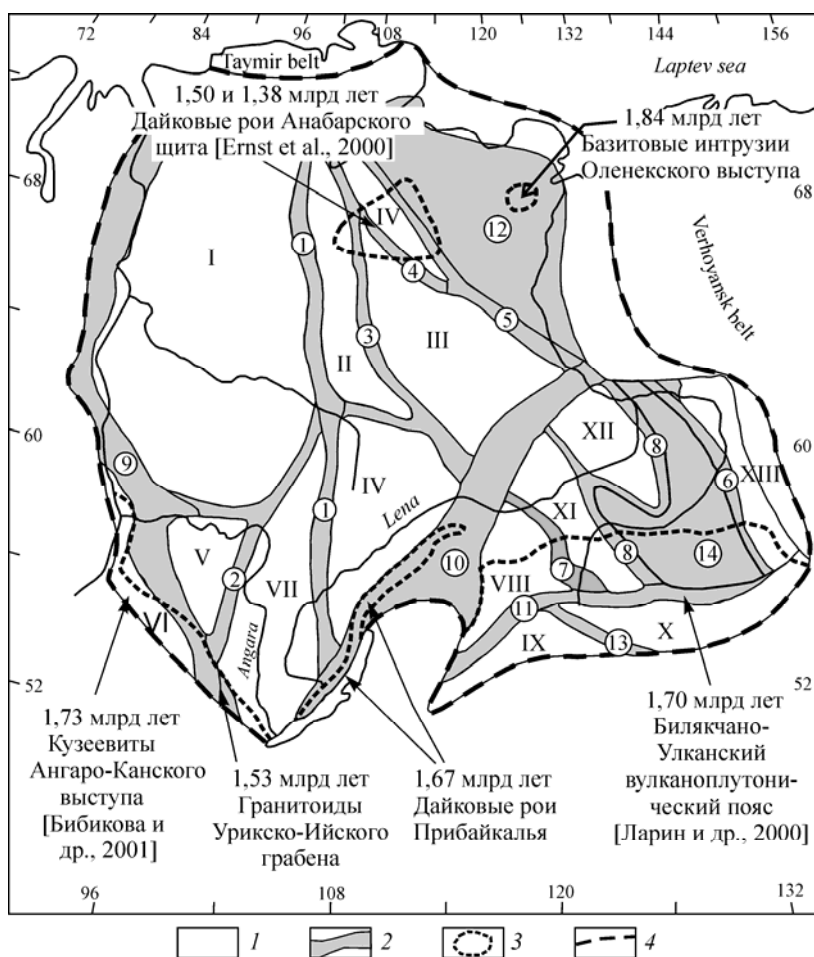


Рис. 3. Схема расположения позднепалеопротерозойских и мезопротерозойских комплексов-индикаторов процессов растяжения в пределах Сибирского кратона (составлена Д. П. Гладкошубом с использованием материалов [Rosen et al., 1994; Хильтова и др., 2003] и собственных данных).

I — Архейские террейны (I — Тунгусский; II — Маганский; III — Тюнгский; IV — Приленский; V — Тасеевский; VI — Канско-Бирюсинский; VII — Ангаро-Ленский; VIII — Западно-Алданский; IX — Западно-Становой; X — Восточно-Становой; XI — Центрально-Алданский; XII — Синский; XIII — Батомгский); 2 — Палеопротерозойские коллизионные пояса и орогены, а также реликты верхнеархейских коллизионных зон, испытавших повторную переработку в раннем протерозое (1 — Байкало-Таймырский; 2 — Китойский; 3 — Маганский; 4 — Котуйканский; 5 — Билляхский; 6 — Улканский; 7 — Амгинский; 8 — Тьрандинский; 9 — Ангарский; 10 — Чуя-Виллойский; 11 — Становой; 12 — Биректинский; 13 — Джелтулакский; 14 — Учурский); 3 — выступы фундамента в современном эрозионном срезе; 4 — современная граница Сибирского кратона.

Впервые возраст, близкий к границе палео- и мезопротерозоя (1,67 млрд лет), установлен для дайковых роев Прибайкалья. По своему возрасту и геодинамической позиции (умеренное внутриконтинентальное растяжение) эти образования близки к вулканитам Билякчано-Улканского пояса, а также к кузеевитам Ангаро-Канского выступа фундамента Сибирского кратона.

Возраст гранитоидов Урикско-Ийского грабена, фиксирующих стадию кратонизации данного участка, определен как 1,53 млрд лет. Предшествующее этому событию локально проявленное растяжение фиксируется в пределах грабена на рубеже 1,6 млрд лет дайковыми роями Анаульского комплекса.

Анализ комплексов-индикаторов процессов растяжения, развитых на площади Сибирского кратона (рис. 3), позволил сделать вывод о том, что процессы растяжения в регионе на рассматриваемом временном отрезке (граница палео- и мезопротерозоя), хоть и имели место, но проявились достаточно ограниченно. В пользу этого предположения свидетельствует также и отсутствие в Сибири мощных и широко распространенных мезопротерозойских осадочных комплексов рифтогенной природы.

Масштаб проявления процессов растяжения на юге и севере Сибирского кратона на рассматриваемом временном интервале отвечает условиям ограниченного внутриконтинентального растяжения и совершенно не характерен для таких событий, как распад суперконтинентов и раскрытие новых океанических бассейнов. Вероятно, распад суперконтинента, сформировавшегося в палеопротерозое, произошел не в мезо-, а в неопротерозое и по времени соответствует распаду Родинии. Подобное заключение позволяет подтвердить гипотезу о существовании транспротерозойского суперконтинента, сформировавшегося в палеопротерозое (около 2,0 млрд лет) и распавшегося в неопротерозое (около 0,7 млрд лет), и о вхождении Сибирского кратона в структуру этого суперконтинента на протяжении всей истории его существования.

В Институте геологии нефти и газа на основе анализа позднедокембрийских биот Сибирской платформы выделен ряд биотических рубежей по микрофоссилиям. Нижнерифейский рубеж выделяется по появлению ряда морфотипов эукариот (формы с единичным отростком, акритархи с таблитчатой поверхностью и нитчатые ветвящиеся талломы) и многочисленным новациям среди цианобактерий. Впервые достаточно четко демонстрируется предкерпыльская перестройка биот, выражающаяся в появлении трех новых морфотипов эукариот — акантоморфных, пористых и стрiatedных акритарх, а также спиралевидных цианобактерий. Также значительно расширяется таксономический состав эукариотических нитчатых остатков. Показано, что предлахандинский рубеж, считающийся многими исследователями наиболее важным в рифее и совпадающим с основанием верхнего рифея, гораздо менее контрастен, чем предкерпыльский, и проявляется в основном в дальнейшем развитии возникших ранее групп сложных микрофоссилий. В лахандинии происходит стабилизация ассоциации (о чем свидетельствует множество таксономически близких биот по всему миру), в средней его части появляется ряд новаций. Предбайкальский биотический рубеж пока только намечается в биотах Австралии, Китая и о. Шпицберген. Здесь появляется ряд новых родов и видов эукариот (акантоморфные акритархи, зеленые водоросли) и, по

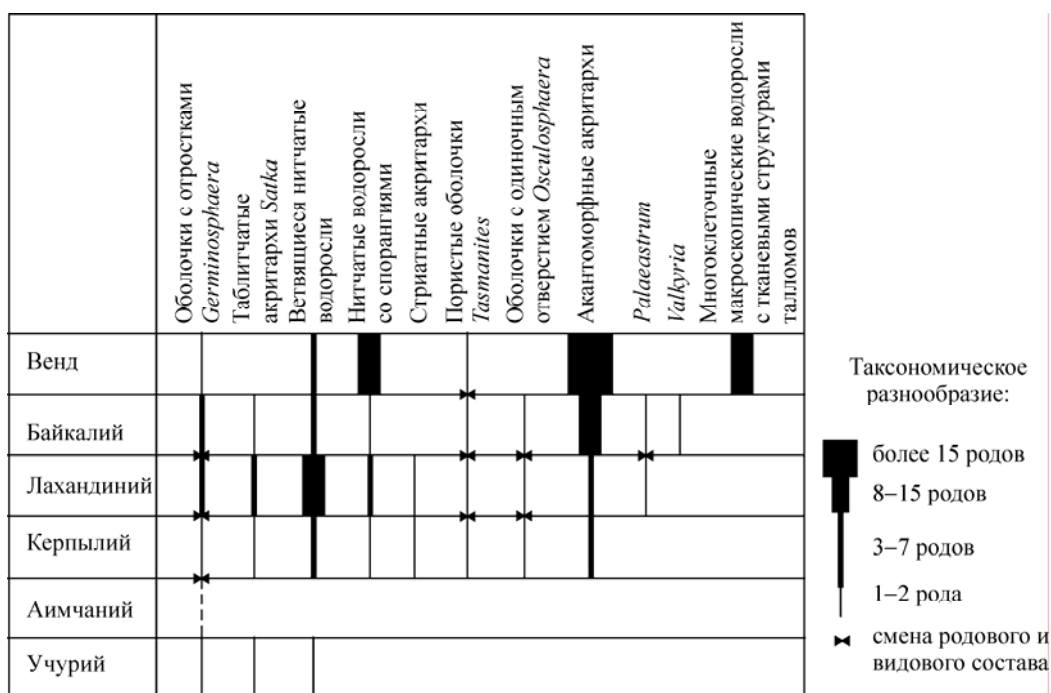


Рис. 4. Схема стратиграфического распространения основных морфологических типов эукариотических остатков позднего докембрия.

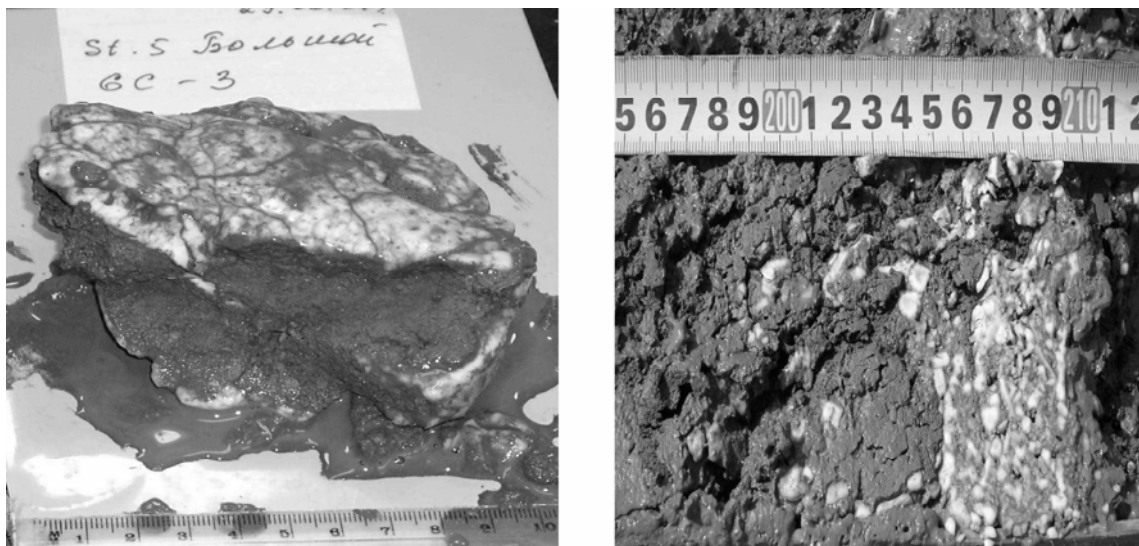


Рис. 5. Гидраты метана из грязевых вулканов «Большой» (слева) и Кукуйского каньона (справа).

крайней мере, один неизвестный ранее морфотип (род *Valkyria*).

Более ярко проявившаяся внутривулканская биотическая перестройка, зарегистрированная в послеледниковых биотах Сибири, имеет новации только на родовом и видовом уровнях среди акантоморфит, что по выбранным критериям свидетельствует о меньшей ее значимости по сравнению с предбайкальской. Предвендский биотический рубеж регистрируется еще большим увеличением разнообразия крупных эукариотических нитчатых водорослей, акантоморфных акритарх и появлением нового морфотипа — многоклеточных макроскопических водорослей (рис. 4).

Коллективом молодых сотрудников Лимнологического института и Института общей и экспериментальной биологии проведено комплексное исследование впервые обнаруженных новых районов скопления приповерхностных (в первых 2 м осадка) газовых гидратов как в южной, так и в средней котловине оз. Байкал. Доказано наличие грязевых вулканов на Байкале и установлено, что все скопления газовых гидратов приурочены к их конусам.

Определены основные отличительные геологические признаки наличия скоплений гидратов. Байкальские донные отложения, содержащие приповерхностные газовые гидраты (видимые глазом), представляют собой продукт перемещенного алевритисто-глинистого материала разных состава и возраста, приуроченного к центральной части грязевого вулкана. Они отличаются от обычных осадков озера отсутствием верхнего диатомового алевритистого ила голоценового возраста, нарушением периодичности напластования слоев, присутствием вулканической брекчии (рис. 5).

Микробиологическое исследование керн, содержащего кристаллы газовых гидратов (ст. Маленький), показало высокую численность микроорганизмов как в самих гидратах, так и в прилегающих к ним осадках. Окрашивание по ДАФИ говорит о том, что клетки находятся в жизнеспособном, активном состоянии. Впервые на Байкале выделена суммарная ДНК из донных осадков. Составлена коллекция ДНК и клонов, полученных из газогидратного керн. Молекулярно-биологические методы позволили оценить разнообразие микроорганизмов, обитающих в районе залегания газовых гидратов ст. Маленький. В поверхностном слое преобладают метанотрофные бактерии первого типа, обладающие специфической ферментативной системой — мембранно-связанной метанмонооксигеназой.

В газогидратном слое обнаружены архебактерии, но на сегодняшний день их филогенетическое положение не указывает на причастность к окислению метана в анаэробных условиях. Получены профили распределения метана по глубине осадков, которые свидетельствуют об интенсивном метаноокислении в анаэробных условиях. Оценены скорости процессов окисления метана в водной толще и в осадках, которые составили 0,005—374,3 мкл $\text{CH}_4/(\text{дм}^3/\text{сут})$.

В Геологическом институте проведено геологическое, минералогическое, геохимическое (включая изотопное) и термобарогеохимическое изучение сульфатсодержащих карбонатитов Западного Забайкалья и ассоциирующих с ними щелочно-основных пород калиевой специализации. Установлено, что первоначальный расплав соответствовал меланефелениту с содержанием SO_3 не менее 0,5 мас.%, с температурой кристаллизации расплава около 1000 °С и его дифференциацией до шонкинитов и щелочных сиенитов. Одновременное присутствие силикатов, карбонатов и сульфатов во включениях в минералах из шонкинитов свидетельствует о существовании единого первичного расплава. Нахождение в пределах единого включения двух несмешивающихся фаз с четкой границей между ними указывает на расслаивание силикатно-солевого расплава и является свидетельством образования изученных пород в условиях

силикатно-карбонатной жидкостной несмесимости. При последующей кристаллизации силикатно-карбонатного расплава происходило отделение последнего с формированием карбонатитов, содержащих повышенные количества SO_3 .

Температура начальной стадии кристаллизации карбонатитов соответствует 900—520 °С, завершающей стадии — 400—480 °С.

Установлено, что карбонатиты Западного Забайкалья формировались в условиях высокой фугитивности кислорода.

В первоначальном расплаве находилось 6—8 % высококонцентрированного флюида. При этом флюид даже на заключительных стадиях формирования карбонатитов продолжал содержать высокую концентрацию солей (условно 24—26 мас.% экв. NaCl) (см. таблицу).

Состав стекла во включениях минералов из шонкинитов Халютинского месторождения карбонатитов

Минерал включения	Компонент										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	MgO	FeO	Na_2O	K_2O	CaO	S	SrO	BaO
Пироксен	43,17	0,51	5,51	1,9	9,55	11,68	2,2	12	0,51	2,08	2,22
Титан	57,9	2,85	16,35	1,04	3,94	3,85	6,96	3,37	—	—	—

Участие сульфатной серы в процессе кристаллизации пород с образованием собственных минералов (целестин, барит, барито-целестин), присутствие ее в составе апатитов, широкое распространение сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов, в том числе соединений сложного состава, в расплавных включениях позволило выделить сульфатный подтип карбонатитов.

В Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии им. А. А. Трофимука для оценки участия в рудообразовании мантийных (магматогенных) флюидов на основе изучения изотопного состава гелия из флюидных включений в минералах руд ряда месторождений установлено, что наименьшие отношения $^3\text{He}/^4\text{He}$ (от $0,06 \cdot 10^{-6}$ до $0,38 \cdot 10^{-6}$) характерны для крупных ртутных месторождений (Ваньшань, Никитовка, Хайдаркан, Акташ, Терексай). Для небольших ртутных месторождений (Джилкидал, Иликалар, Сульфур-Бенк и Узон) соотношение изотопов гелия во флюидных включениях (от $1,6 \cdot 10^{-6}$ до $19,65 \cdot 10^{-6}$) свидетельствует о преобладании магматогенных растворов (рис. 6).

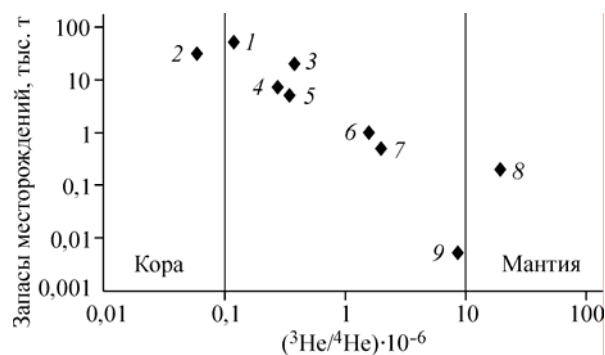


Рис. 6. Зависимость изотопного состава гелия из флюидных включений Hg месторождений от запасов.

1 — Никитовка, 2 — Хайдаркан, 3 — Ваньшань, 4 — Акташ, 5 — Терексай, 6 — Джилкидал, 7 — Иликалар, 8 — Сульфур-Бенк, 9 — Узон.

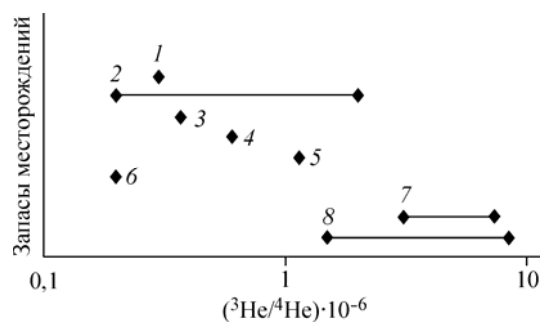


Рис. 7. Изотопный состав He в рудообразующих флюидах Au-Hg месторождений.

1 — Ключус, 2 — Гетчел, 3 — Лысогорское, 4 — Ново-лушниковское, 5 — Мурзинка, 6 — Кундат, 7 — Новая Зеландия, 8 — Стимбот-Спрингс.

Подобная закономерность прослеживается для Au-Hg (рис. 7) и Au-Sb месторождений. С увеличением доли легкого изотопа гелия возрастает и температура гомогенизации флюидных включений. Для Ag-Sb месторождения (Акджилга) установлено, что во флюидных включениях подрудного горизонта отношения изотопов гелия (от $22,9 \cdot 10^{-6}$ до $13,1 \cdot 10^{-6}$) соответствуют эндогенному источнику, а в надрудном горизонте ($0,071 \cdot 10^{-6}$) характерны для метеорных вод. Для всех рассмотренных типов эпитермальных месторождений характерна значительная роль экзогенного гелия, доля которого закономерно возрастает с увеличением запасов месторождения. Полученные данные еще раз подтверждают высокую значимость смешения экзогенных вод с рудоносными магматогенными флюидами для формирования промышленных типов эпитермальных месторождений и позволяют использовать изотопный состав гелия из флюидных включений подобных месторождений для оценки масштабов оруденения.

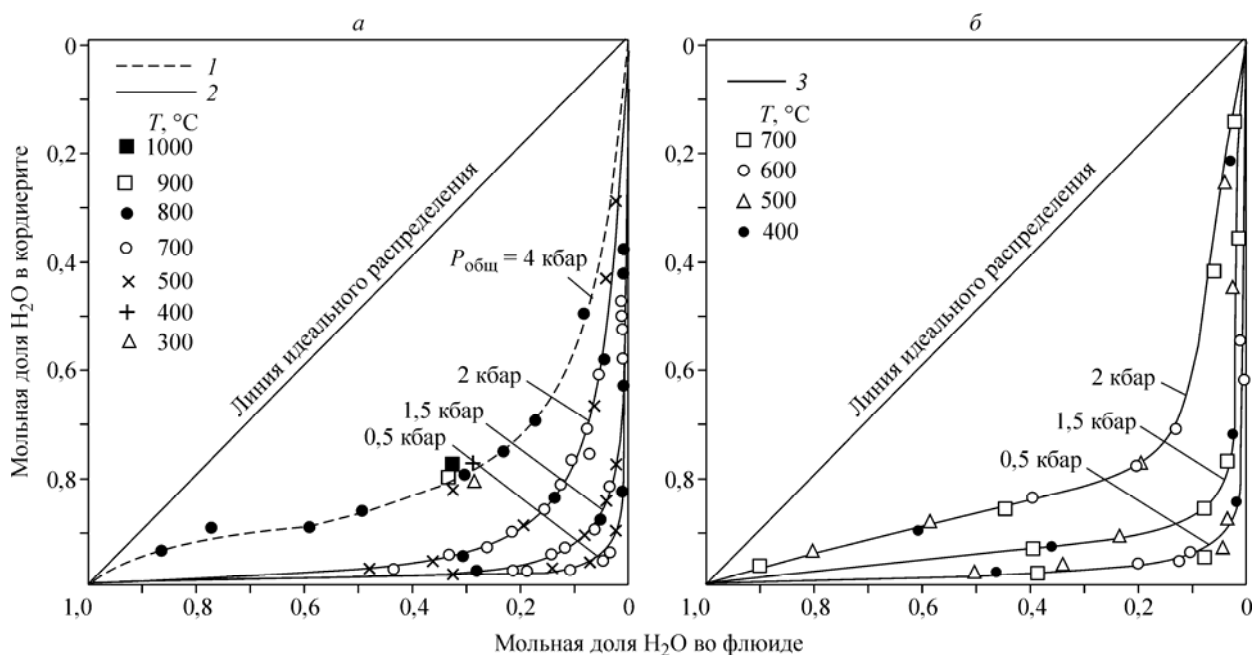


Рис. 8. Распределение CH_4 и H_2O (а), NH_3 и H_2O (б) между паровой фазой и Mg-кордиеритом по нашим данным ($P = 0,5, 1,5, 2,0$ кбар). Распределение CO_2 и H_2O по экспериментальным данным Йоханнеса и Шрейера (1981).

1 — $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$; 2 — $\text{H}_2\text{O}-\text{CH}_4$; 3 — $\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_3$.

В Институте минералогии и петрографии ОИГГМ для определения состава минералообразующего флюида экспериментально изучена кинетика насыщения и дегазации «пористых» структур минералов: кордиерита, берилла, диоптаза, цеолитов. Выполнены аналитические работы по определению концентраций флюидных компонентов (H_2O , CO_2 , CO , CH_4 , N_2 , H_2S и др.) и их распределения в кристаллах «пористых» минералов, предельно отличающихся условиями образования и химическим составом. Исследованы особенности физического состояния и ориентировки молекул газов в полостях структуры «пористых» минералов методом ИК спектроскопии диффузного отражения порошков и монокристаллических пластинок. Впервые изучены минералогический и химический аспекты синтеза и насыщения-дегазации цеолитов со структурным типом NAT аммиаком и алканами ряда метан—бутан. На основе результатов экспериментов по насыщению минералов-сенсоров молекулами флюида (H_2O , CO_2 , CO , CH_4 , N_2 , H_2S) установлены зависимости концентраций флюидных компонентов от P , T , $\{x_i\}$ параметров. Экспериментально изучена зависимость содержания воды в синтетических (Mg, Fe^{+2}) кордиеритах от состава твердых растворов при $P_{\text{H}_2\text{O}} = 200\text{—}250$ МПа в интервале $T = 600\text{—}700$ °C в условиях железисто-кислородного буфера. Экспериментально воспроизведен ранее не исследованный процесс приспособления содержащего каналы структуры кордиерита к окружающему C—H—O флюиду через обмен гостевых молекул H_2O на D_2O в условиях высоких температур и давлений. Экспериментально изучены магнитные свойства твердых растворов (Mg, Fe^{2+}) кордиеритов. На основе опорных экспериментальных данных получены термодинамические модели флюид—минерал—сенсор (рис. 8), пригодные для решения обратной задачи — восстановления по содержимому структурных полостей в минерале флюидного режима минералообразования.

В Институте геохимии им. А. П. Виноградова проведен комплекс исследований по повышению эффективности перспективных запоминающих изображение люминофоров и твердотельных фторидных сцинтилляторов и по изучению радиационных физико-химических процессов и механизмов люминесценции в этих материалах. Установлены причины и условия образования ячеистой структуры в кристаллах $\text{BaF}_2\text{—LaF}_3$ и проведены теоретические расчеты. Экспериментально установлено, что при концентрации LaF_3 , равной 5%, и градиенте температур 30 град./см скорость кристаллизации, обеспечивающей безъячеистую структуру, составляет 1,4—1,5 мм/ч.

Исследованы структурные изменения в кристаллах $\text{BaF}_2\text{—LaF}_3$ методами абсорбционной спектроскопии. Установлено, что в кристаллах BaF_2 при концентрации лантана порядка 1% в спектрах оптического поглощения появляются полосы, присущие F-центрам в кристаллах LaF_3 . Это может быть объяснено появлением тиссонитовой структуры LaF_3 во флюоритовой структуре BaF_2 , что является причиной уменьшения интенсивности кросслюминесценции при активировании кристаллов BaF_2 примесью LaF_3 (рис. 9).

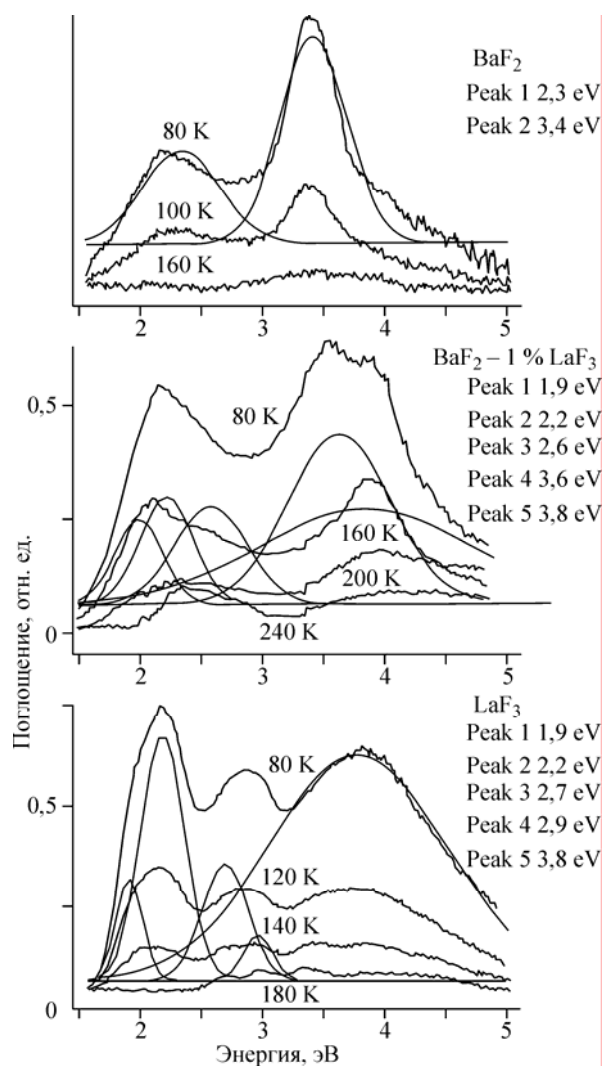


Рис. 9. Спектры поглощения кристаллов BaF_2 , BaF_2 — 1% LaF_3 и LaF_3 , облученных при 80 К и нагретых до указанных на рисунках температур. Измерения спектров проводились при температуре 80 К.

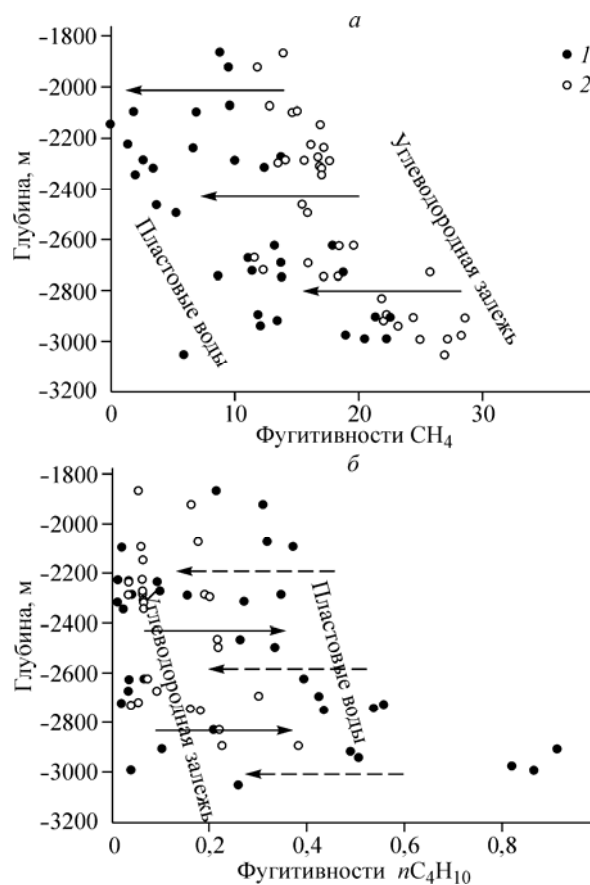


Рис. 10. Зависимость величин фугитивностей CH_4 (а) и $n\text{C}_4\text{H}_{10}$ (б) в пластовых водах (1) и углеводородных залежах (2) от глубины их залегания.

Коллективом молодых сотрудников Томского филиала Института геологии нефти и газа на примере неокотских отложений районов Крайнего Севера Западной Сибири установлено, что насыщение пластовых вод газами обусловлено рядом разнообразных факторов. В разрезе месторождений выявлены зоны и участки с разной степенью насыщения их газами (K_2). Выявлены рост K_2 по мере погружения продуктивных пластов и зависимость величины K_2 от величины общей газонасыщенности пластовых вод. Выявлена прямая зависимость между K_2 и фазовым составом залежей. Установлено, что к зоне развития значений K_2 от 0,8 до 1,0 приурочены основные газоконденсатные залежи, а к менее насыщенным водам — нефтяные. Анализ перераспределения газов между углеводородными газами и пластовыми водами показал, что залежи находятся преимущественно в нестабильном положении по отношению к вмещающим их водам. Практически из всех изученных залежей происходит рассеяние метана (рис. 10), диоксида углерода и аргона, что компенсируется привнесом в залежи гелия и азота, в разной степени — гомологов метана. С глубиной отмечается рост отношений индивидуальных фугитивностей у метана, водорода, этана, пропана и углекислого газа. У других газов эти зависимости носят более сложный характер. На многих залежах идет процесс их фазовой перестройки от преимущественно газовых в газонефтяные и нефтяные. Наиболее интенсивно эти процессы протекают в пределах нефтегазоконденсатных и газовых залежей, а наименее интенсивно — в нефтяных.

Установлены основные параметры состава и свойств прогнозного типа углеводородных залежей. Оказалось, что состав прогнозируемых залежей по содержанию метана и его гомологов значительно тяжелее, чем ныне существующих. Это косвенным образом подтверждает ранее сделанные предположения об утяжелении состава залежей и наличии процесса рассеивания газовых шапок залежей в окружающих пластовых водах. Выявлено, что по мере погружения пластов существенно возрастает плотность газа и его

теплота сгорания. Прогнозная конденсатность газов варьирует от 272 до 369 см³/м³, увеличиваясь с глубиной. По фазовому составу спрогнозированы 26 газоконденсатных, 23 нефтяных и шесть газовых залежей.

По установленному характеру равновесий сделан вывод о том, что имеющиеся в изученном регионе залежи нефти и газа выступают в качестве консервативного элемента литосферы, представляя собой «реликты» предшествующих этапов ее геолого-геохимической эволюции. Окружающие подземные воды являются более активной составляющей системы и заметно опережают их в своем геохимическом развитии. Это проявляется в различии соотношений фугитивности индивидуальных газов в подземных водах и залежах. Вследствие этого состав последних претерпевает медленное направленное изменение по пути установления равновесия, отвечающего наступившему качественно новому состоянию геохимической системы вода—газ—порода—органическое вещество.

В Институте геофизики ОИГГМ создана методика электромагнитных зондирований в нефтегазовых скважинах, позволяющая учесть взаимодействие вихревых токов, индуцированных в неоднородной среде. Использование локально-нелинейных аппроксимаций Борна и Рытова позволило существенно уменьшить погрешности моделирования сигналов электромагнитного каротажа в высококонтрастных средах, содержащих плохопроводящие маломощные пласты. На основе линейного представления высокочастотных относительных характеристик магнитного поля в двумерных осесимметричных моделях получены выражения псевдогеометрических факторов, являющиеся основными сомножителями при формировании сигналов по электропроводности и диэлектрической проницаемости среды. Псевдогеометрические факторы являются функциями геометрических параметров модели и зонда и не зависят напрямую от среды. Сделан вывод о том, что разность фаз и относительная амплитуда формируются на основе одного набора псевдогеометрических факторов.

Предложен оригинальный подход к параметризации среды в представлении геоэлектрических параметров как непрерывных функций, на основе которого создан эффективный алгоритм инверсии данных высокочастотных электромагнитных зондирований. Принимая во внимание гидродинамические особенности формирования зоны проникновения, предложена модель среды, в которой электропроводность прискважинной области описывается кубическим сплайном. Основной особенностью данного алгоритма является возможность получения высокого разрешения при восстановлении двумерного распределения электропроводности (рис. 11).

В Институте горного дела проведены исследования закономерностей изменения теплоаккумулирующих свойств подземных сооружений метрополитенов Сибири, которые показали, что для условий метрополитенов мелкого заложения, сооруженных открытым способом, границы области изменения температуры грунта вокруг тоннелей с достаточной точностью описываются эллипсом с фокусами на осях тоннелей (рис. 12).

Анализ полученных температурных полей показал значительное взаимное влияние температурных режимов тоннелей мелкого заложения, что необходимо учитывать при расчете теплового потока из тоннеля в грунт. Незначительная глубина заложения тоннелей метрополитенов Сибири приводит к существенному влиянию сезонных колебаний температуры атмосферного воздуха на тепловой режим грунта, окружающего тоннели. Это вносит вертикальные искажения в форму области прогретого массива грунта вокруг тоннелей и приводит к изменению температурного градиента и мощности теплового потока между тоннелями и грунтом. Численное моделирование показало, что термодинамическое равновесие в грунте достигается к концу пятого года, при этом разница между температурами одной и той же точки, последовательно определенными с периодом в один год, не превысила 0,2 К.

В Институте угля и углехимии проведено исследование взаимосвязи пространственного распределения газового потенциала участка углеметанового месторождения и параметров газокинетического паттерна массива при отработке угольного пласта с полным обрушением кровли. Впервые установлена волнообразность изменений по длине выемочного столба доли реализации газового потенциала горного блока в метанообильности выемочного участка при отработке угольного пласта с полным обрушением кровли — газокинетический паттерн массива горных пород. Выделены его структурные составляющие — динамическая и квазистатическая. Установлена эмпирическая связь шага динамической составляющей со стратиграфическими особенностями участка месторождения.

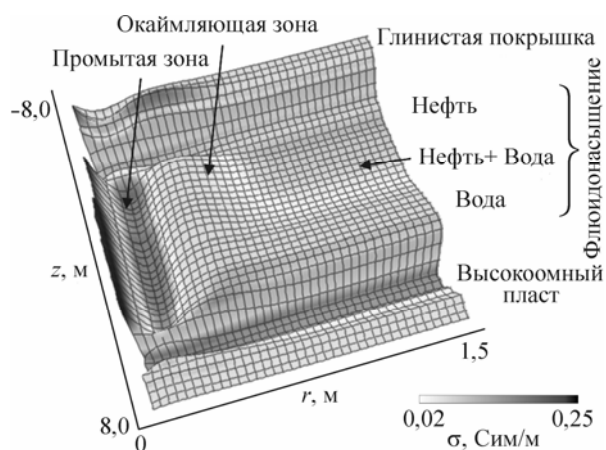


Рис. 11. Геоэлектрическое изображение нефтенасыщенного коллектора.

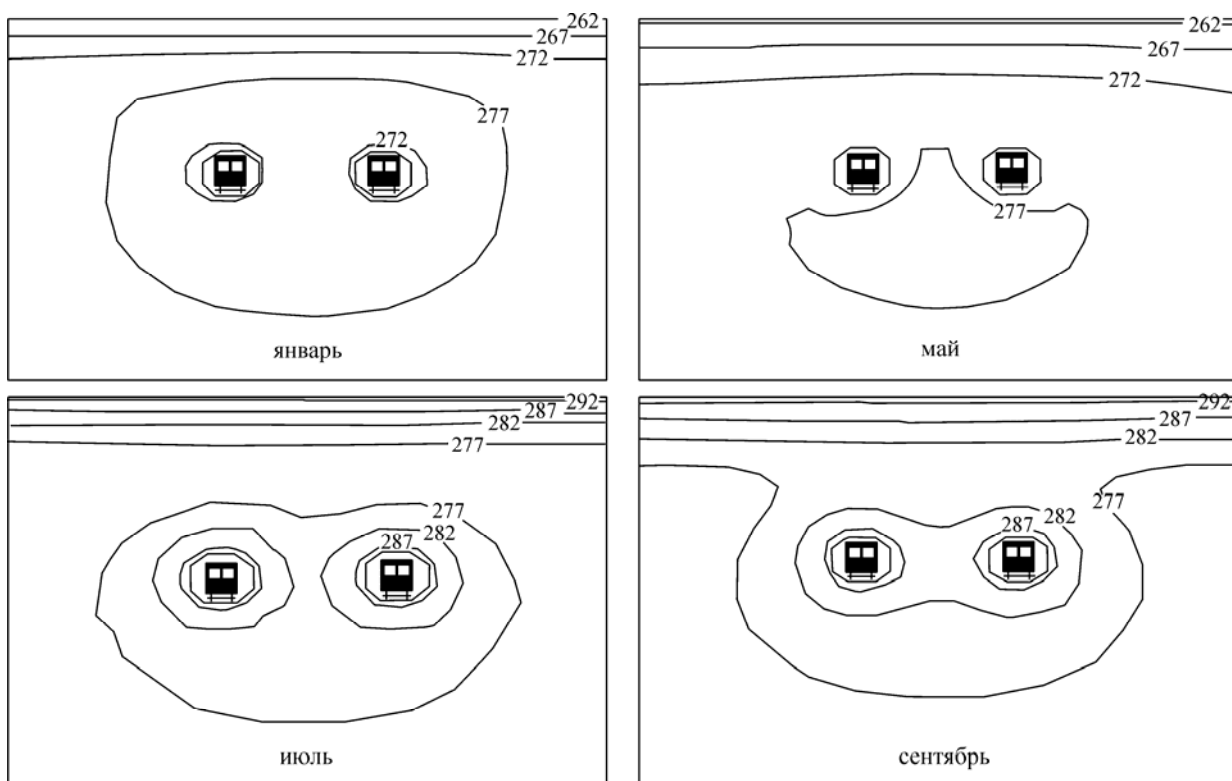


Рис. 12. Распределение температур (К) грунта вокруг тоннелей в течение года.

Шаг равен удвоенному расстоянию от монтажной камеры или предыдущего шага сдвижения до вертикали, проведенной к пласту из точки пересечения границы зоны полных сдвижений с дневной поверхностью.

Разработана математическая модель для определения амплитуды динамической составляющей в соответствии с геометрическими размерами выемочного столба, скоростью подвигания очистного забоя и стратиграфическими особенностями участка углеметанового месторождения.

Симметричность полуволн динамической составляющей газокинетического паттерна связана с сохранением свойств подрабатываемых углеметановых пластов за пределами формирующегося свода сдвижений. При этом параметры полуволн соответствуют принципу суперпозиции и кратны двум, т. е. каждая следующая внешняя полуволна (рис. 13) охватывает две внутренних. Форма полуволн динамической составляющей соответствует симметричности полуволн реализации газового потенциала подрабатываемого массива, зарегистрированной системами мониторинга рудничной атмосферы.

С высокой схожимостью с маркшейдерскими наблюдениями получены значения углов полных сдвижений подрабатываемого массива и начала формирования мульды сдвижений на дневной поверхности. Выявлены особенности процессов газовыделения из надрабатываемого массива и его участия в формировании квазистатической составляющей паттерна.

В Институте земной коры проведен комплексный геоморфологический анализ тектогенных лимнических морфолитосистем вокруг Байкала. Главная цель исследований — выяснение характера взаимоотношений новейших тектонических движений в условиях растяжения литосферы и гидролитодинамического потока вещества, компенсирующего эти нарушения, и в конечном итоге — выявление всего разнообразия механизмов формирования тектонически обусловленных озерных ванн рассматриваемого региона.

Детально охарактеризована одна из главных особенностей озерного морфотектогенеза в окружении Байкала (рис. 14) — это внедрение озер в понижения субаэрального рельефа остаточных поднятий фундамента, которые при переходе к общим погружениям имеют

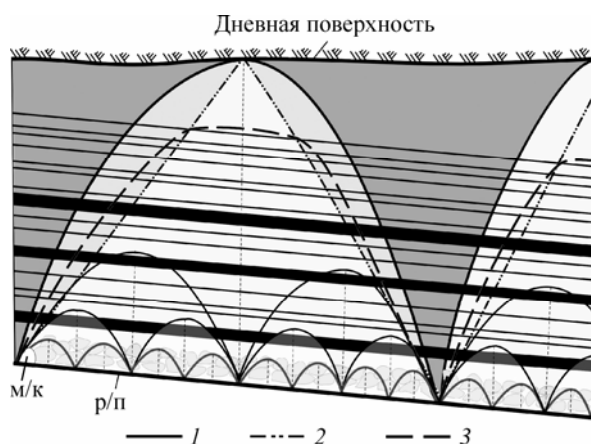


Рис. 13. Схема разгрузки и сдвижений подрабатываемого массива.

1 — зона разгрузки подрабатываемого массива (динамическая составляющая газокинетического паттерна); 2 — зона формирования углов полных сдвижений; 3 — реализация газового потенциала подрабатываемого массива. м/к — монтажная камера, р/п — разрабатываемый пласт.

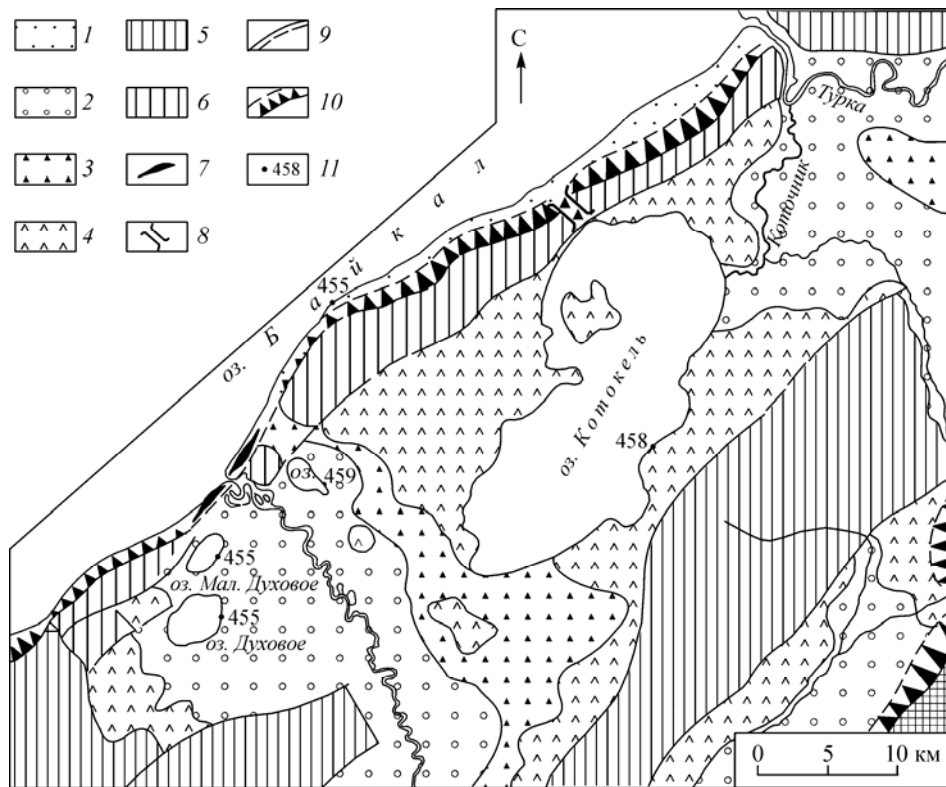


Рис. 14. Геоморфологическая схема района оз. Котокель.

1 — байкальская терраса; 2, 3 — низкие (2) и высокие (3) аккумулятивные равнины днщ впадин; 4 — остаточные низкоргорья тектонических ступеней; 5, 6 — низкоргорные горстовые массивы, в том числе береговые горы (6); 7 — береговые бары; 8 — сквозная долина; 9, 10 — линейменты, в том числе тектонические уступы (10); 11 — отметки уреза воды в озерах.

наибольшую скорость опускания относительно соседних блоков. В результате сравнительного анализа морфотектоники озерных котловин Байкальской рифтовой зоны и Нижнего Приамурья установлено, что эти же ситуации повторяются и в Нижнем Приамурье.

В Институте водных и экологических проблем по результатам проведенного геоэкологического анализа бассейна р. Барнаулки установлено, что основная антропогенная нагрузка приходится на ландшафты водораздельной подсистемы бассейна, а долинные ландшафты подвержены ей в наименьшей степени. Сосновый бор, приуроченный к ложбине древнего стока, выполняет функцию буфера, защищающего озерно-речную систему от поступления твердого стока и загрязняющих веществ с водосбора. Определено, что состояние водных сообществ верхнего и среднего течения реки (до границы г. Барнаула) характеризуются как «фоновое», а нижнего — как «экологического и метаболического регресса».

На базе разработанной ландшафтной карты бассейна и интегральной оценки ландшафтов по степени измененности и устойчивости выполнено ранжирование территории по степени экологического риска. Установлено, что наибольшему экологическому риску подвержена верхняя степная часть бассейна (рис. 15). Ранжирование территории положено в основу разработки предложений по совершенствованию управления использованием и охраной природных ресурсов на водосборе, в числе которых оптимизация организационно-правовой структуры управления и территориальной схемы природопользования.

В Институте мерзлотоведения им. П. И. Мельникова в течение ряда лет проводилось изучение структуры и состава снежного покрова и годовых прожилков повторно-жильного льда на полигонной площадке криогенного ландшафта Приленского плато в 22 км от г. Якутска. Описан разрез устойчивого снежного покрова, состоящий из нескольких слоев. Основанием разреза является выдержанный слой глубинного инея, состоящий из ледяных зерен размерами до 2 мм и их сростков вертикальной ориентировки, создающих своеобразную «волокнустую» структуру слоя. Кровля слоя глубинного инея нечеткая, и он постепенно переходит в слой мелкозернистого снега. Тонкий слой свежеснежного покрова венчает исследуемый разрез. После таяния снежного покрова в морозобойных трещинах зафиксированы годовые прожилки повторно-жильного льда клиновидной формы, часто содержащие в себе растительные и минеральные частицы. Толщина этих ледяных образований составляла не более 2 см в верхней части, а на глубине 30—40 см они выклинивались. Очевидно, что опробованные прожилки подземного льда являются сезонными образованиями, так как эти тела находились в сезоннопротаивающем слое грунта.

Изменение изотопных характеристик ($\delta^{18}\text{O}$, δD и d_{ex}) снега и глубинного инея по вертикали подчиняется общей закономерности: нижние слои снежного покрова, представленные горизонтом

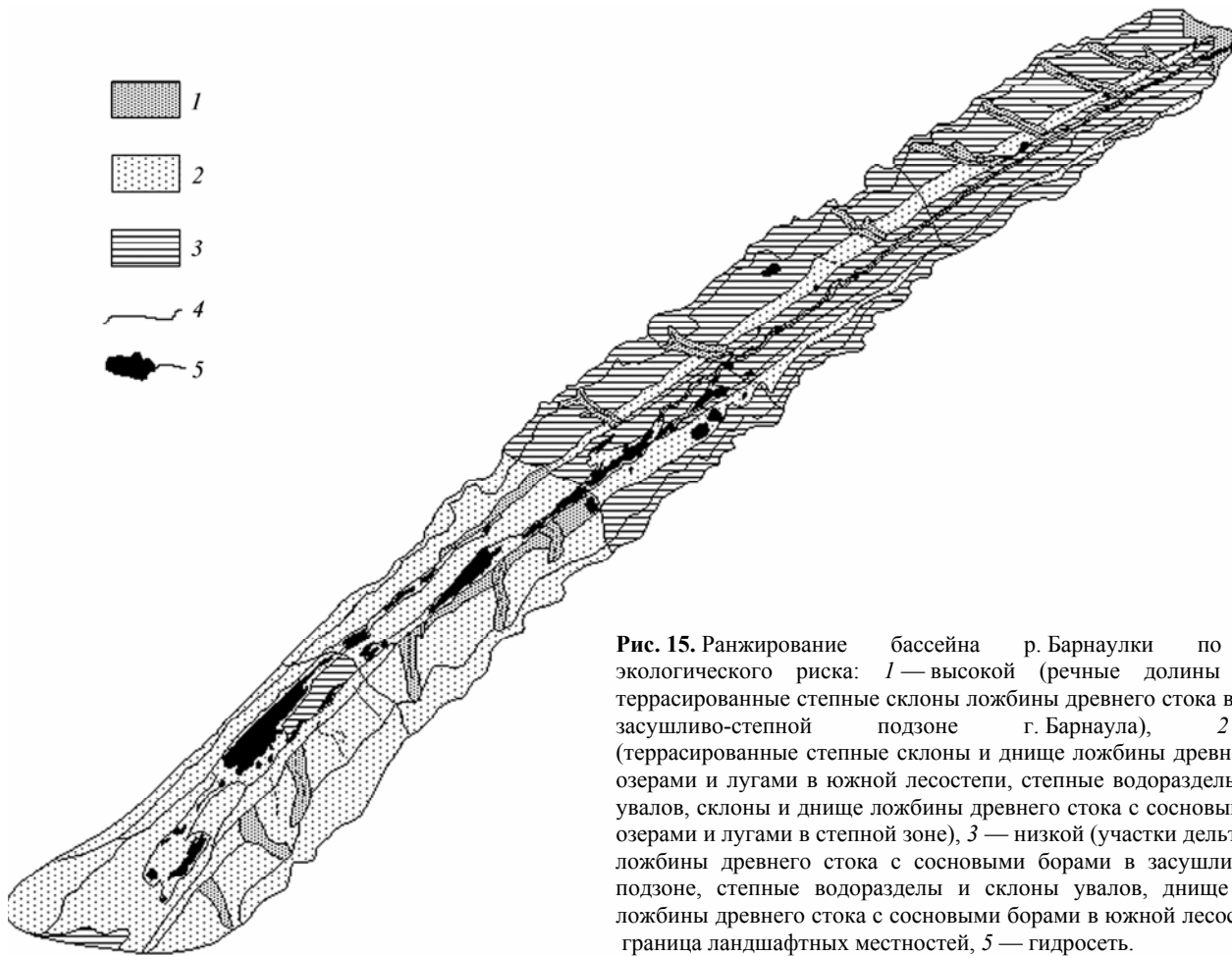


Рис. 15. Ранжирование бассейна р. Барнаулки по степени экологического риска: 1 — высокой (речные долины и балки, террасированные степные склоны ложбины древнего стока в умеренно-засушливо-степной подзоне г. Барнаула), 2 — средней (террасированные степные склоны и днище ложбины древнего стока с озерами и лугами в южной лесостепи, степные водоразделы и склоны увалов, склоны и днище ложбины древнего стока с сосновыми борами, озерами и лугами в степной зоне), 3 — низкой (участки дельты и днища ложбины древнего стока с сосновыми борами в засушливо-степной подзоне, степные водоразделы и склоны увалов, днище и склоны ложбины древнего стока с сосновыми борами в южной лесостепи). 4 — граница ландшафтных местностей, 5 — гидросеть.

глубинного инея, имеют более тяжелый изотопный состав, чем верхние слои исследуемого покрова (рис. 16). Видимо, такое положение объясняется тем, что при метаморфизации снега в глубинный иней происходит процесс сублимации. При этом глубинный иней обогащается тяжелыми в изотопном отношении молекулами.

Среднее значение изотопного состава сезонных клиньев подземного льда имеет величину, весьма сходную со средним значением изотопного состава слоя глубинного инея. Это показывает, что основным источником питания формирующихся жилков подземного льда является горизонт глубинного инея.

В Институте криосферы Земли проведено исследование процессов консолидации в массивах горных пород с учетом вклада фазовых превращений и роли относительного движения отдельных компонент мерзлой породы в этом процессе. Рассмотрены условия равновесия мерзлого образца и условия перехода из одного равновесного состояния в другое. Выполнены расчеты основных параметров при консолидации массива пород при понижении порового давления в его основании (с поверхности протяженный в горизонтальном направлении массив мерзлой породы вертикальной мощностью 10 м). С целью проследить влияние вязкости льда в этом процессе расчеты выполнены в двух вариантах. Первый из них рассматривает лед как идеально жесткое тело, а второй учитывает его вязкостные свойства. Результаты вычислений представлены на рис. 17.

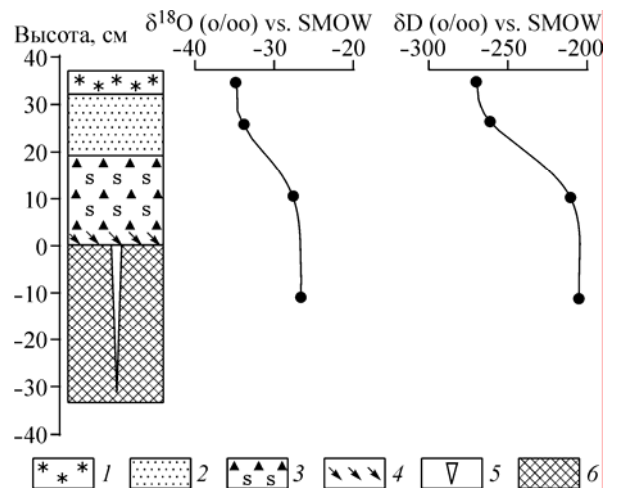


Рис. 16. Схематический профиль снежного покрова и годового прожилка повторно-жильного льда со средними значениями изотопного состава.

1 — свежеснеживавший снег; 2 — мелкозернистый сухой снег; 3 — глубинный иней; 4 — травяной покров; 5 — годовой прожилок повторно-жильного льда; 6 — сезоннопротаивающий слой грунта.

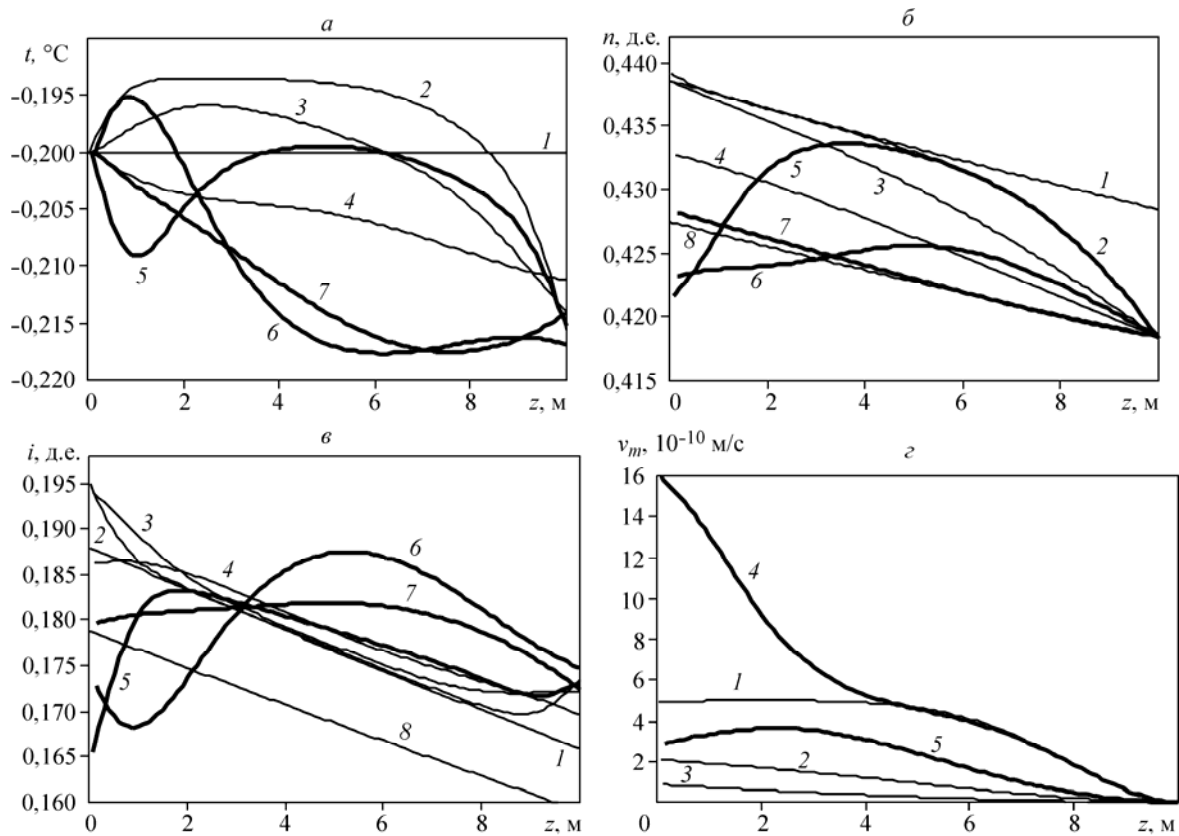


Рис. 17. Динамика основных параметров при консолидации мерзлого массива.

a — температура (1 — начальная; жесткий лед: 2 — через 1 год, 3 — через 5 лет, 4 — через 20 лет; вязкий лед: 5 — через 1 год, 6 — через 5 лет, 7 — через 20 лет); $б$ — пористость (1 — начальная; жесткий лед: 2 — через 1 год, 3 — через 5 лет, 4 — через 20 лет; вязкий лед: 5 — через 1 год, 6 — через 5 лет, 7 — через 20 лет, 8 — конечное равновесное распределение); $в$ — льдистость (1 — начальная, жесткий лед: 2 — через 1 год, 3 — через 5 лет, 4 — через 20 лет; вязкий лед: 5 — через 1 год, 6 — через 5 лет, 7 — через 20 лет, 8 — конечное равновесное распределение); $г$ — скорость движения минеральной компоненты (жесткий лед: 1 — через 1 год, 2 — через 5 лет, 3 — через 20 лет; вязкий лед: 4 — через 1 год, 5 — через 5 лет). z — глубина.

В Институте географии выявлены и исследованы модели хозяйственных стратегий фермерских хозяйств (на примере Иркутской области) с учетом проведенной типологии по физическому и экономическому размерам.

Активная модель. Характерные черты хозяйственной стратегии: активное поведение на агропродовольственном рынке, изучение его конъюнктуры, мобильная трансформация структуры производства, определение наиболее выгодных каналов реализации продукции, устойчивые связи с хозяйственными партнерами. Высокий уровень основного и вспомогательного производств, активная инновационная политика, организация переработки продукции, относительно широкий спектр услуг (ремонт сельскохозяйственной техники, собственная торговая сеть, транспортные услуги и т. п.), промысловая деятельность. Данная модель характерна для фермерских хозяйств крупного и среднего типа.

Традиционная модель. Хозяйственная стратегия предприятия направлена на самосохранение. Относительно высокая амортизация оборудования, средний уровень механизации производственных процессов, слабая инновационная деятельность, незначительная диверсификация производства, слабое развитие сопутствующих производств и несельскохозяйственных видов деятельности. Тем не менее такой способ адаптации обеспечивает относительно устойчивое развитие. Традиционная модель хозяйствования характерна для среднего типа фермерских хозяйств.

Пассивная модель. Характерные черты хозяйственной стратегии: низкий уровень организации производства, пассивное ожидание помощи со стороны государственных органов, отсутствие инноваций, полная амортизация основных производственных фондов, низкий уровень механизации производственных процессов, отсутствие устойчивых связей по сбыту продукции, неразвитость сопутствующих производств и промыслов. Данная стратегия хозяйствования характерна для парцеллярных фермерских хозяйств.

Установлена территориальная (географическая) зависимость или приуроченность между выбором и частотой встречаемости хозяйственных моделей к выделенным ранее территориальным группировкам фермерских хозяйств по степени адаптации к продовольственному рынку Иркутской области.