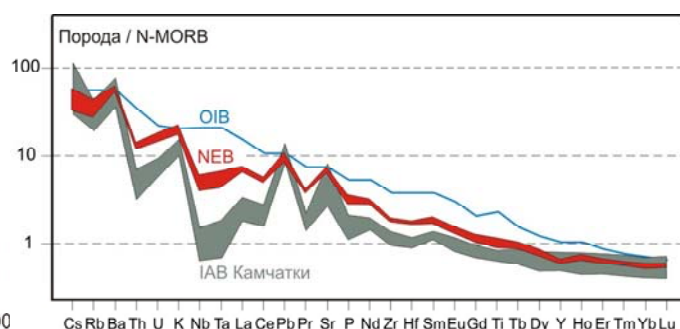
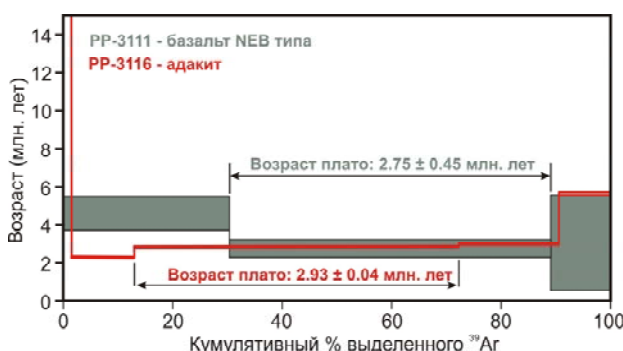


NEB-адакитовый вулканизм Центральной Камчатской Депрессии



Рис. 108. 1 – E1-E22 вулканический пояс Западной Камчатки, 2 – E3-N1 и N2-Q вулканические пояса Камчатки (СХ – Срединного хребта, ЮК – Южной Камчатки, ВК – Восточной Камчатки), 3 – район локализации NEB-адакитового вулканизма ЦКД, 4 – условные границы ЦКД и структуры Алеутско-Камчатского сочленения (АК).



Получены первые геологические, геохронологические и минералого-геохимические сведения по развитию *средне-плиоценового* NEB-адакитового вулканизма в южной части Центральной Камчатской Депрессии (ЦКД). Обнаружение здесь NEB-адакитовых комплексов, помимо собственно петрологического значения, актуально для установления причин и условий геодинамического и магматического развития этой крупнейшей тектонической структуры островодужной системы Камчатки.

Среди пород NEB-адакитовой ассоциации ЦКД выделены типичные ее представители:

базальты и андезито-базальты NEB типа, Mg-андезито-базальты и Mg-андезиты, адакиты ($Sr/Y=67-70$, $La/Yb=19.7-20.1$).

Изотопные метки пород NEB-адакитовой ассоциации соответствуют резервуару N-MORB и полю составов IAB Камчатки:

$$^{87}Sr/^{86}Sr=0,70318-0,70335; ^{143}Nd/^{144}Nd=0,513076-0,513123 (\epsilon Nd=9.46-8.54);$$

$$^{206}Pb/^{204}Pb=18,083-18,178; ^{207}Pb/^{204}Pb=15,376-15,422; ^{208}Pb/^{204}Pb=37,526-37,656.$$

Разрабатываемой моделью предполагается, что формирование NEB и Mg- андезитоидных магм происходило в условиях плавления фронтальной области субдуцируемой Тихоокеанской океанической литосферы в результате ее деструкции и взаимодействия с астеносферным веществом.

№ 20 «Эволюция метаморфизма и геодинамика развития орогенных поясов в обрамлении древних кратонов (на примере Урала, Енисейского кряжа и Джугджуро-Становой области)»

(ИГХ СО РАН, руководитель д.г.-м.н. Чудненко К.В.)

Получило дальнейшее развитие теоретическое и методическое обеспечение решения задач физико-химического моделирования процессов метаморфогенного минералообразования. В рамках проекта выполнены следующие работы: 1) существенно расширен блок моделей минеральных твердых растворов программного комплекса «Селектор-С», проведено уточнение вида и параметров используемых расчетных уравнений и областей их возможного применения; 2) на основе сопряжения двух программных комплексов: «Селектор» [Чудненко, 2007] и «Флюид» [Шарапов и др., 2008] разработана принципиальная схема для адекватного описания газо-гидротермальных процессов с учетом динамики теплофизических и физико-химических параметров [Бессонова и др., 2009; Шарапов и др., 2009]. Особое внимание в данной работе уделено фазовым переходам во флюиде, которые образуют условия для появления геохимических барьеров (Рис. 109); 3) предложена универсальная методика моделирования, основанная на концепции объектно-ориентированного подхода, которая позволяет проводить комплексное исследование геологических объектов.

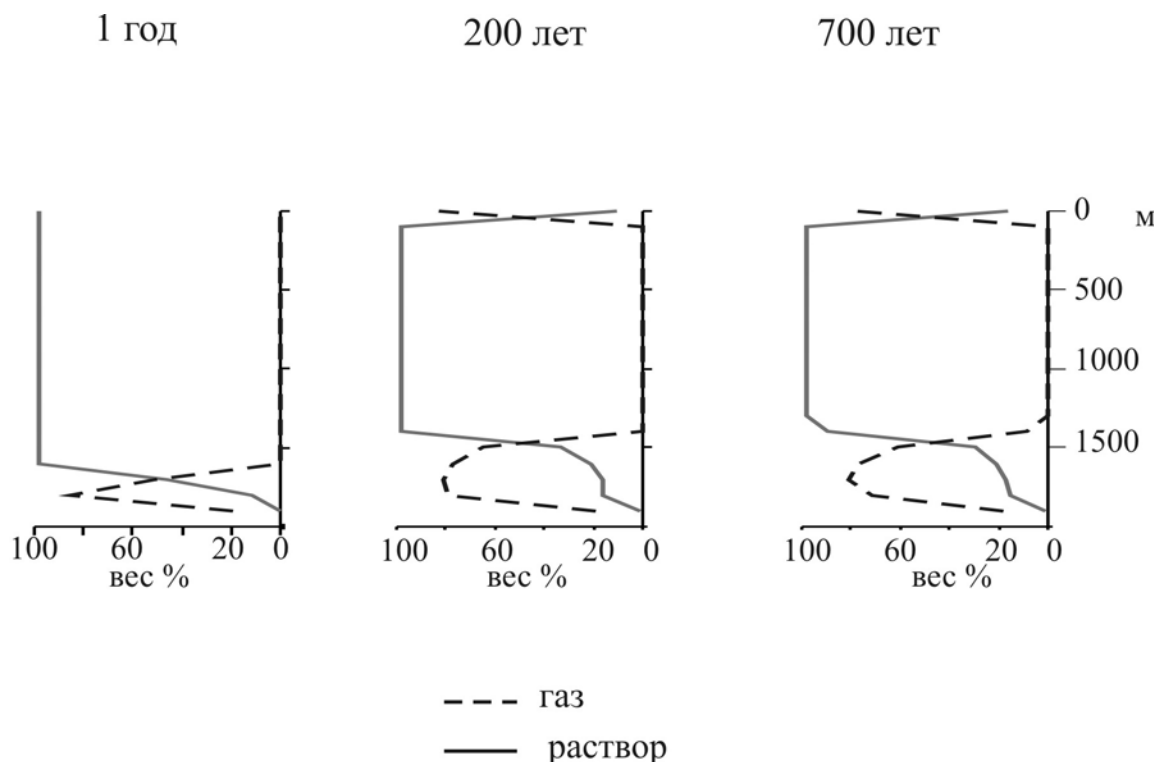


Рис. 109. Массовая доля раствора и газа в системе в зависимости от возраста при коэффициенте теплоотдачи с боковых стенок флюидопроводника $\alpha_2 = 0,01$ Вт/м²·К.

№ 29 «Гидротермальная и экзогенная благороднометалльная (PGE, Au, Ag) минерализация в Центрально-Азиатском, Уральском и Тихоокеанском складчатых поясах: сравнительный анализ, возрастные рубежи, физико-химические и геодинамические условия формирования, методы определения и научные основы извлечения»
(ИГХ СО РАН, д.г.-м.н А.М. Спиридонов)

В пределах Байкальской горной области (БГО) выделена единая кевактинская углеродисто-терригенная формация раннепротерозойского возраста, возникшая в условиях эпикратонного рифтогенного морского бассейна (Рис. 110). Участие этой формации, обладающей характерной геохимической специализацией (повышенные содержания Cu, Ni, Zn, Pb, Au, Ag, U, Fe, Mg, Ca, Mn, C_{орг}), в сложном эволюционном развитии региона с широко проявленными на разных этапах процессами мобилизации и перераспределения рудных элементов позволяет рассматривать ее в качестве одного из важных геологических объектов в оценке источника рудного вещества и перспектив возможного благородно- и редкометалльного оруднения. Это подтверждается также наличием месторождений **U** – Туюкан, Натали и др., **Au (Pt)** – Ходоканская группа месторождений, **Au** – Чертово Корице, **Cu** – Удокан и др., **Pd, Ir, Pt** – Урага-Холболук и др.

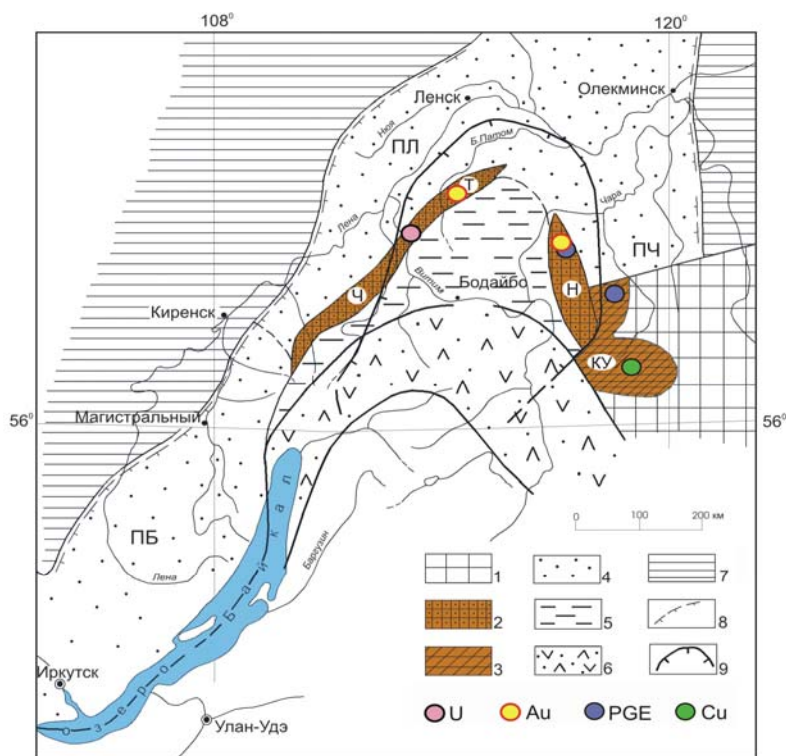


Рис. 110. Схема структурно-формационного районирования Байкальской горной области (БГО):

1 - дорифейские образования фундамента Сибирской платформы; 2 – выступы дорифейского фундамента в БГО; Ч - Чуйский, Т - Тонодский, Н - Нечерский; 3 - Кодаро-Удоканская структурно-формационная зона; 4-6 - рифейские структурно-формационные зоны: 4 - внешние - Прибайкальская (ПБ), Приленская (ПЛ), Причарская (ПЧ); 7 - фанерозойские отложения чехла Сибирской платформы; 8 - северная граница накопления рифейских образований; 9 – границы Ленского золотоносного

№ 37 «Крупные магматические провинции Азии: мантийные плюмы, металлогения, модели магмо- и рудообразования»
(ИГХ СО РАН, руководитель д.г.-м.н. А.М. Спиридонов)

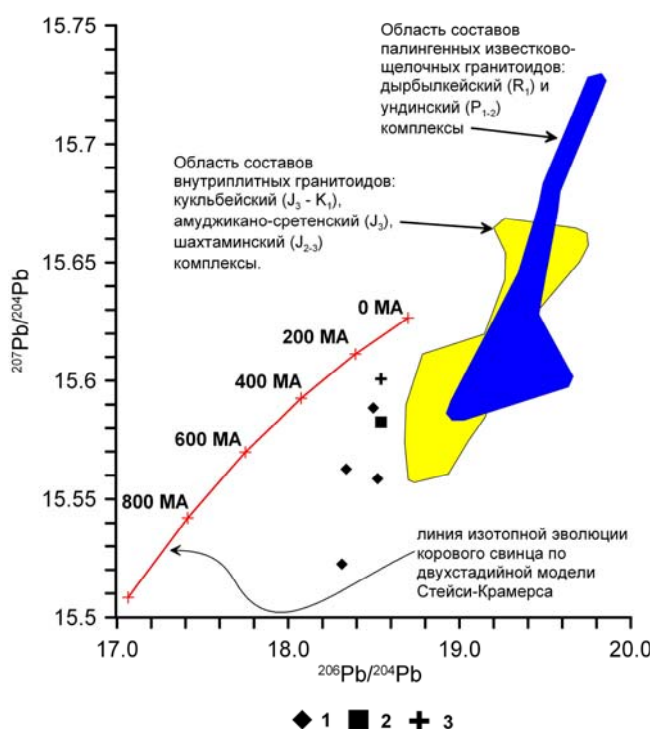


Рис. 111. Диаграмма эволюции изотопного состава свинца во внутриплитных гранитах амуджикано-сретенского, борщовочного и кукульбейского комплексов Восточного Забайкалья и вкрапленников КПШ из них. (1 - вкрапленники КПШ амуджикано-сретенского комплекса; 2 - вкрапленники КПШ борщовочного комплекса, 3 - вкрапленники КПШ кукульбейского комплекса).

В результате исследования (Рис. 111) изотопного состава свинца калиевых полевых шпатов пород постаккреционных (внутриплитных) амуджикано-сретенского, борщовочного и кукульбейского магматических комплексов, с которыми связана эндогенно-рудная активность Монголо-Охотского складчатого пояса – богатейшей горнорудной провинции России, установлено, что источником свинца названных комплексов могли быть нижняя континентальная кора или палеозойские метатерригенные толщи аккреционного клина пояса в случае погружения их на уровни корового магмообразования в результате коллизионных событий, сопровождавших закрытие Монголо-Охотского палеоокеана.

№ 87 «Геохимия и источники вещества термальных вод Сибири и Дальнего Востока»
(ИГХ СО РАН, руководитель д.г.-м.н. Чудненко К.В.)

Принятие гипотезы формирования азотных терм в породах определенного состава, позволило получить в результате моделирования растворы, по всем основным гидрогеохимическим характеристикам близкие к составу некоторых природных термальных вод. Модель взаимодействия воды с гранитными породами с кларковыми концентрациями летучих, при отношении порода/вода формирующих растворы с минерализацией отвечающей распространенным значениям минерализации азотных терм, образует растворы гидросиликатного натриевого состава с низкими содержаниями основных анионов, но высокими значениями фтора. Повышенные содержания анионов, соответствующие их концентрациям в природных водах, появляются в этом случае лишь с увеличением степени взаимодействия, когда минерализация достигает 1-2 г/л. Природным аналогом таких растворов, в определенной степени, являются азотные термы питателевского типа. Результаты проведенного исследования показывают, что в процессе развития системы, по мере увеличения отношения «порода/вода», формируются геохимические барьеры, на которых происходит перераспределение вещества как в растворе, так и между раствором и твердыми фазами (Рис. 112).

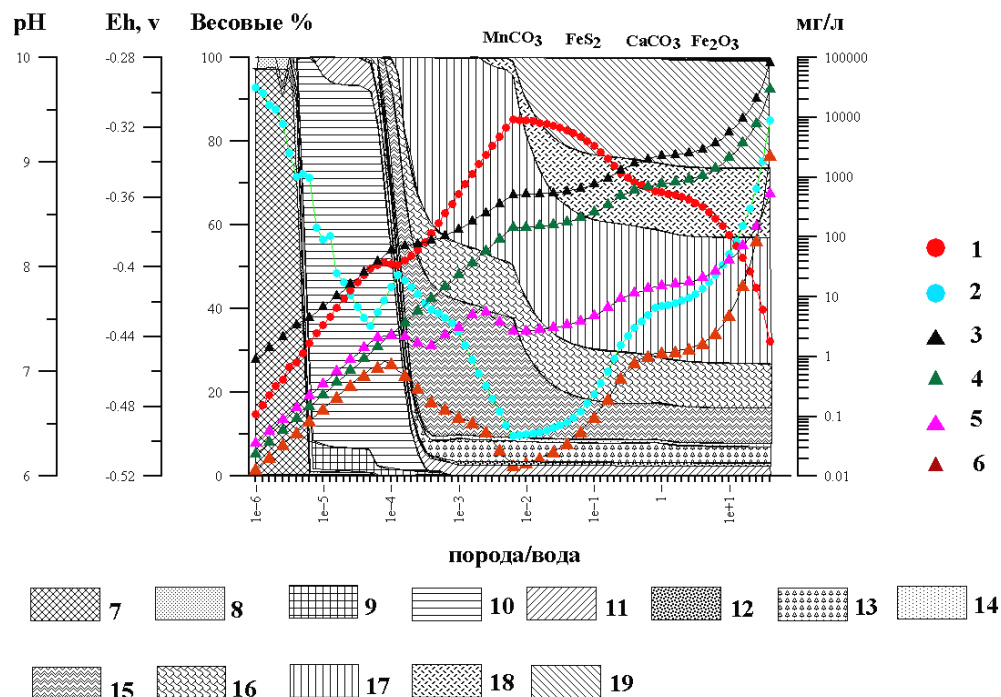


Рис. 112 Модель системы «вода – гранит» при $T = 100^{\circ}\text{C}$ и $P = 250$ бар

1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/л); 4–6 – содержания компонентов в воде (мг/л): 4 – Na^+ , 5 – K^+ , 6 – Ca^{2+} ;
7–19 – твердая фаза (весовые %): 7 – гиббсит, 8 – рутил, 9 – магнетит, 10 – каолинит, 11 – клинохлор, 12 – флюорит, 13 – аннит, 14 – сфен, 15 – мусковит, 16 – ломонит, 17 – кварц, 18 – к-шпат, 19 – альбит.

№ 95 «Изучение ко-адаптации в системе «продуцент-консумент» на примере диатомовых водорослей и их потребителей в пресноводных экосистемах»
(ИГХ СО РАН, руководитель д. х. н. В.Л.Таусон)

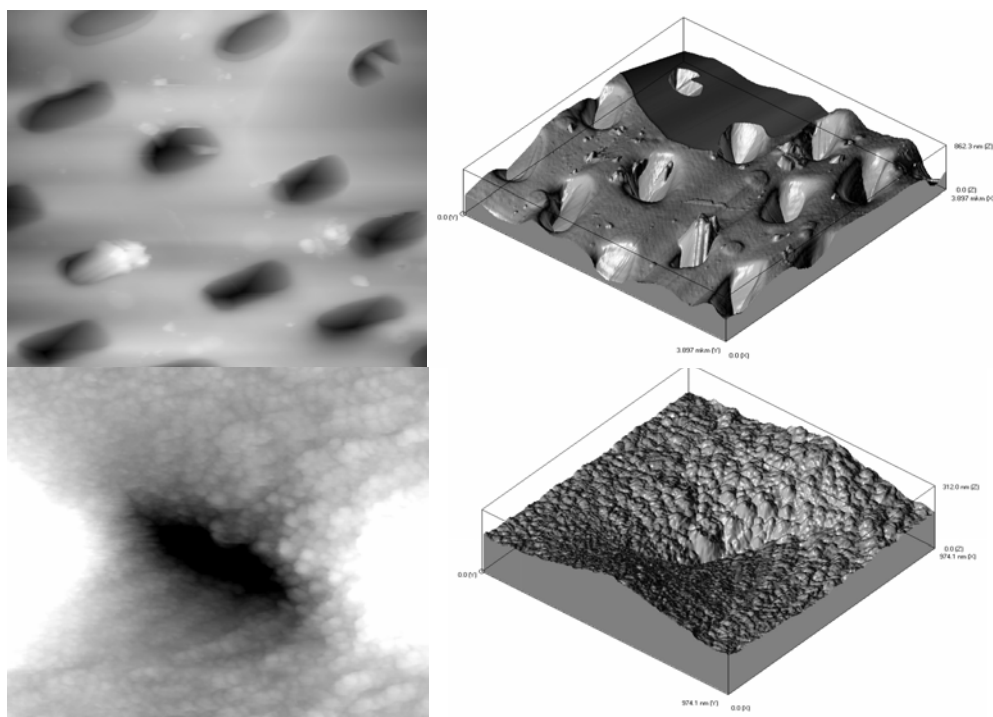


Рис. 113. Двумерные (слева) и трехмерные изображения в атомно-силовом микроскопе поверхности диатомовых *Aulacoseira*. Характер структуры вблизи углубления (внизу).

В первый год выполнения проекта максимум внимания был уделен методическим вопросам применения методов спектроскопии поверхности (РФЭС, ОЭС), электронно-зондового микроанализа (РСМА), сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) к анализируемым объ-

ектам. Проведено исследование образцов мандибул, кутикулы и молярных отростков двух видов потребителей диатомовых: *Acanth. growingkii* и *V. latissima*. Исследование методом РСМА позволило получить информацию о поверхности, формах, размерах исследуемых объектов, оценить размеры внутренних слоёв и неоднородность состава.

Получены двух- и трёхмерные АСМ-изображения поверхности диатомей алоказиры (*Aulacoseira* ...) при разном разрешении (Рис. 113). Поверхность стенки панциря состоит из сферических образований диаметром 30-50 нанометров. Данные нанообразования плотно упакованы – средняя шероховатость около трёх нанометров, а максимальный перепад высот на характерном участке составляет около 15 нанометров. Такое строение свойственно и стенкам бактерий. Поэтому данный морфологический признак может указывать на бактериальное происхождение панциря.

№ 117 «Динамика сквозькоровых гидротермально-магматических систем островных дуг».

(ИГХ СО РАН, руководитель д.г.-м.н. Чудненко К.В.)

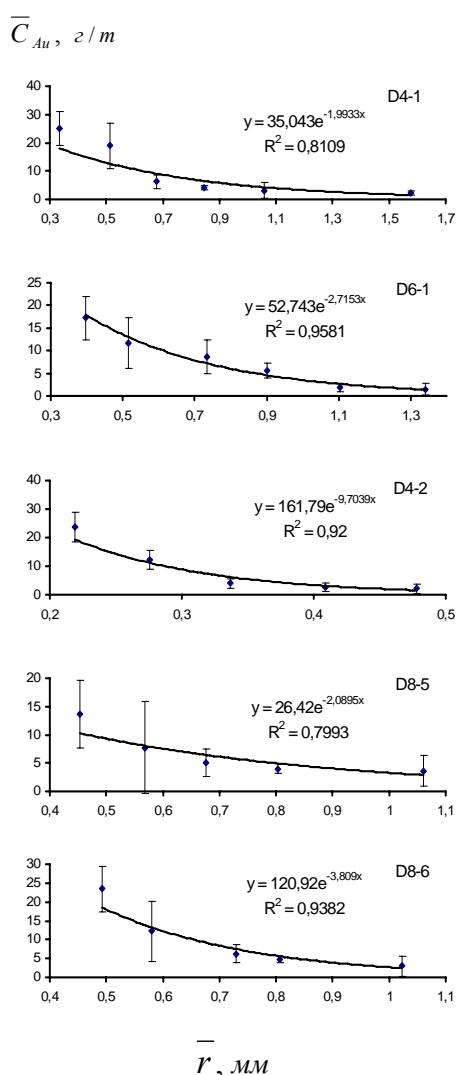


Рис. 114. Среднее содержание равномерно распределенной примеси золота как функция размера среднего кристалла в опытах по сокристаллизации Au с пиритом (D4-1, 6-1, 4-2) и магнетитом (D8-5, 8-6) при 450°C и давлении 1 кбар.

Проведены комплексные полевые работы 2009 г., связанные с опробованием вод, донных осадков, глин, шлихов и гидротермально-измененных пород на длительно живущих гидротермально – магматических системах Южной Камчатки. Всего отобрано 57 проб вод и 250 проб пород и минеральных новообразований Нижне- и Верхне-Кошелевском геотермальных месторождений. По имеющимся материалам предыдущих исследований построены двумерные геохимические карты Северо-Парамуширской магматогенно-гидротермальной системы.

Определены Р-Т-параметры, рассчитаны равновесные химические составы на пути конвективного движения флюида и выявлены формы переноса более 150 компонентов водного раствора и характеристики изменения вмещающих пород. Предложен подход к оценке присутствия магматической составляющей в глубинном рудогенерирующем флюиде, основанный на определении накапливания в поверхностных слоях минералов микроэлементов, характерных для мантийных источников вещества. Коэффициент их фракционирования в поверхность может превышать 3 порядка величины, что при не слишком большом размере кристаллов (<1 мм), уже сильно влияет и на среднее содержание примеси (Рис. 104).

№ 122 «Геохимические и биологические факторы миграции химических элементов в геосистемах».

«Миграция химических элементов по трофическим цепям гидробионтов природных и искусственных водоемов».

(ИГХ СО РАН, д.г.-м.н. Гребенщикова В.И.)

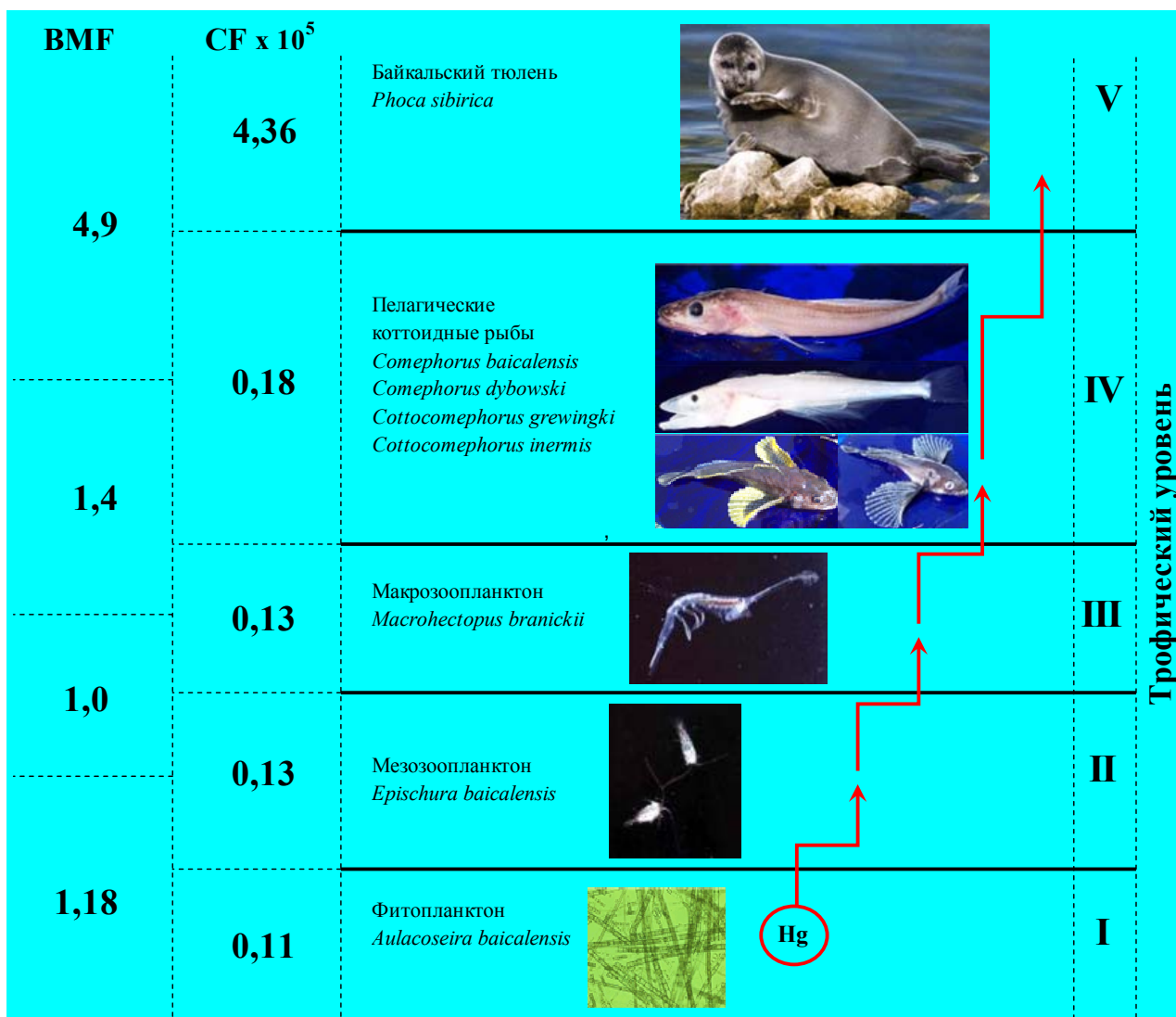


Рис. 115. Биоаккумуляция и биомagnификация ртути в пелагической трофической цепи оз. Байкал.

CF – коэффициент биоаккумуляции (концентрирование химических элементов гидробионтами относительно ее содержания в воде). ВМФ – коэффициент биомagnификации (передача химических элементов от нижестоящего трофического уровня к вышестоящему).

Одним из методов измерения степени аккумуляции химических элементов в живых организмах является сравнение концентрации элементов в исследуемой ткани и в окружающей среде. Вычисленный коэффициент концентрации для ртути в печени нерпы ($CF = 4,36 \times 10^5$)

демонстрирует высокую степень усвоения ртути организмом из всех источников поступления (вода, пища, воздух), в значительной степени превышая ее выделение в результате биологических процессов (Рис. 115).

По сравнению со ртутью, фактор концентрации других элементов варьировал в промежутке от $< 3,5 \times 10^2$ для Si, Sr, Ba до $3,5 \times 10^4$ для Cd. Таким образом, ртуть имеет наибольший фактор концентрации в сравнении с другими химическими элементами, содержащимися в печени байкальской нерпы. Концентрация ртути находилась в позитивной корреляции ($p < 0,001$) с биометрическими параметрами, такими как длина и вес тела, толщина и вес жирового слоя, объем тела. Также концентрация ртути находилась в позитивной корреляции с Cd ($p < 0,00001$) и в негативной – с Mn ($p < 0,01$), Mo ($p < 0,01$) и Zn ($p < 0,05$). Ртуть аккумулируется в организме нерпы с возрастом, в то время как концентрация Mn, Zn и Mo была выше у щенков, чем у взрослых нерп. Результаты показали сильную статистическую зависимость концентрации ртути от пола исследуемых тюленей ($p < 0,01$, $F = 8,5$) и возраста ($p < 0,0000001$, $F = 44,9$), а также значительную степень взаимодействия между этими переменными ($p = 0,014$, $F = 5,3$). Нашим исследованием не было обнаружено различий в концентрации ртути в нерпе, обитающей в северном, южном и центральном бассейнах озера Байкал, а также как и между пойманными нерпами и найденными погибшими. Фактор биомагнификации (BMF), основанный на отношении концентраций ртути хищник - жертва, был в несколько раз больше в высшем звене пищевой цепочки оз. Байкал (байкальском тюлене) в сравнении с нижними звеньями – планктоном и рыбой.

Интеграционный проект СО РАН – ННС Тайвань № 142

«Позднекайнозойская эволюция литосферы и орогенения Центральной Азии и их влияние на изменение окружающей среды и климата: по данным изучения внутриплитового вулканизма и глубоководных осадочных кернов озер Байкал и Хубсугул»

(ИГХ СО РАН, руководитель академик М.И. Кузьмин)

В отчетном году в рамках проекта получен большой объем геологической, геохимической и изотопной информации, касающейся как кайнозойских магматических ассоциаций Байкальского региона, так и осадочных комплексов пород глубоководных и мелководных бассейнов территории. Проведено обобщение геолого-геохимической информации по кайнозойским магматическим и осадочным комплексам территории. Начаты новые изотопно-геохимические исследования.

Проведены совместные с тайваньскими учеными полевые исследования магматических объектов Байкальской рифтовой зоны. Организована и проведена в г. Иркутске международная научная конференция (рабочее совещание) с участием большой группы тайваньских ученых и исследователей Иркутского научного центра по теме проекта. В декабре 2009 года группа участников проекта из числа ученых Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН и Института Земной коры СО РАН направляется с ответным визитом в Институт наук о земле Тайваня для проведения обсуждения результатов работ по первому этапу проекта и ознакомления с методиками изотопно-геохимических исследований.
