

Проблемы геологии и металлогении Северной Пацифики: СВКНИИ ДВО РАН в международном научном сотрудничестве (1960–2010 гг.)

М. Л. Гельман,¹ В. В. Акинин,¹ А. С. Бяков,¹ О. Ю. Глушкова,¹ Н. А. Горячев,¹ А. В. Ложкин,¹ и П. С. Минюк¹

Получено 30 сентября 2010; опубликовано 15 ноября 2010.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт – первое академическое учреждение в северо-восточной Сибири – организован в 1960 г. в Магадане в системе Сибирского (затем Дальневосточного) отделения АН СССР. Обобщение материалов по геологии зоны перехода между древним Сибирским континентом и северо-западной окраиной Тихого океана, по восточной Арктике, по региональной металлогении Au, Ag, Sn, W, Mo, Pt вскрыло проблематику, существенную для решения общих задач стратиграфии палеозоя, мезозоя и кайнозоя, поиска планетарных закономерностей в истории и зональности вулканических и плутонических явлений, метаморфизма, уточнения вопросов связи оруденения с магматизмом, истории вещественных преобразований глубинного строения литосферы; изучение палеогеографии и палеоклимата в азиатском и американском обрамлении Берингова моря увязывается с археологическими исследованиями миграции и культуры древних людей. По всем этим направлениям при организующей роли СВКНИИ ДВО РАН сложилось его плодотворное сотрудничество с американскими и европейскими учеными. На базе сотрудничества получили и получают глубокую разработку такие темы как граница девона и карбона и проблема стратиграфических границ вообще, биполярность фауны пермского периода, закономерности расположения провинций гранитоидного магматизма в обрамлении Тихого океана, природа гранито-метаморфических куполов, геохронология и физико-химические условия преобразований в нижней коре и в мантии по результатам изучения глубинных ксенолитов в ультраосновных и основных лавах позднекайнозойских вулканов, тектоника и металлогения тихоокеанского обрамления, эволюция природной среды в позднем кайнозое в Берингии. **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** История геологических исследований; международное научное сотрудничество; стратиграфические границы; девон; карбон; пермь; магматические провинции; гранито-метаморфические куполы.

Ссылка: Гельман, М. Л., В. В. Акинин, А. С. Бяков, О. Ю. Глушкова, Н. А. Горячев, А. В. Ложкин, и П. С. Минюк (2010), Проблемы геологии и металлогении Северной Пацифики: СВКНИИ ДВО РАН в международном научном сотрудничестве (1960–2010 гг.), *Вестник ОНЗ РАН*, 2, NZ11004, doi:10.2205/2010NZ000067.

Введение

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт, входящий теперь в ДВО РАН, был организован Сибирским отделением АН СССР в 1960 г.

¹Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан, Россия

в Магадане и стал первым академическим учреждением на огромном пространстве северо-восточной Сибири. История Сибирского отделения Академии к этому времени уже показала, насколько успешными на пути проведения региональных исследований оказываются постановка и решение научных проблем фундаментального характера. СВКНИИ должен был развернуть такие исследования по самым разным направлениям там, где освоение природных богатств и вся хозяйственная и общественная жизнь в 1930–1950-х гг. контролировалась исключительно “Дальстроем” МВД СССР. Тогда это была совершенно закрытая территория. Геологической службой “Дальстроя” были созданы замечательные сводные геологические карты, выполнены другие обобщения, про-

ведены глубокие и разнообразные исследования по стратиграфии, палеонтологии и палеофитологии, по региональной петрологии и металлогении, существенно, с учетом открываемых региональных закономерностей в размещении месторождений полезных ископаемых, усовершенствована методология их поисков и разведки, подсчета запасов. Важные достижения в этих же направлениях были и у организованного в 1948 г. в системе “Дальстроя” Всесоюзного научно-исследовательского института золота и редких металлов (ВНИИ-1). Однако общенаучным достоянием результаты и в этих, и в других областях знания могли стать лишь отчасти. Были журнал “Колыма”, неперiodические труды ВНИИ-1, “Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР”, но публикации в них, до сих пор не потерявшие значения, не могли передать накопленные знания в сколько-нибудь полном объеме (см. [Гельман, 1999]).

Организация Магаданской области в 1953 г. означала переход к обычной сложившейся в СССР системе государственного управления. Рекомендация создать здесь академический институт была дана в 1958 г. первым в Магадане совещанием по развитию производительных сил. Была уверенность в том, что это развитие приведет к выявлению фундаментальных научных проблем в области геологии и географии, истории и биологии, а прогресс в развитии Магаданской области будет зависеть от решения таких проблем. На первый взгляд фундаментальные проблемы здесь должны бы быть специфически региональными, поскольку постдальстроевское пространство между р. Лена и морями северо-западной окраины Тихого океана представляется замкнутым в себе в отношении орографии и геотектоники, биогеографических особенностей, этнографии, истории заселения и освоения. При этом такая целостность огромной северо-восточной части Азии делает ее представительным элементом Тихоокеанского пояса с его особенной геологической историей и структурой, металлогенией, историей климата и прочих сторон экологии, биологической эволюцией. Последнее оказалось настолько значительным, что исследования в области биологии, экологии, медицинской географии с 1972 г. выполняются в Магадане в самостоятельных научных учреждениях, выделившихся из СВКНИИ, и теперь составляющих вместе с ним Северо-Восточный научный центр ДВО РАН. Международное сотрудничество широко развернуто и в этих учреждениях, но в настоящей статье, посвященной СВКНИИ, мы этого не коснемся.

Региональный аспект в фундаментальной научной проблематике северо-восточной Азии по всем перечисленным направлениям тесно переплетается с изучением Тихоокеанского пояса в целом, с развитием представлений о его отличиях от Атлантического сектора Земли. Как раз к середине XX в. выяснилось, что циклы тектонического развития восточной Азии и вообще Тихоокеанского пояса иные, чем те, что были установлены классиками геологии в Европе и на востоке Северной Америки. Шейнманн [1946] сформулировал это с совершенной определенностью. И даже Г. Штилле, установивший так называемый канон орогенических фаз, признает в 1957 г. и позднее разный характер их проявления в атлантическом

и тихоокеанском обрамлении, во всяком случае, в постварисцийские эпохи [Штилле, 1964]. Но все же обнаруживались и различные черты сходства. И есть много работ, где пишут об азиатских каледонидах, варисцидах, альпидгах. Указывают и на единые черты металлогении в таких структурах, где бы они ни находились. Специфически тихоокеанскими изначально, со времени их первого выделения Э. Огом, представляются мезозойды, а северо-восток Азии выступает как одна из классических областей проявления мезозойского тектонического цикла. Подобные обстоятельства сделали северо-восточную Сибирь объектом внимания международного геологического сообщества. Оно не было утрачено и тогда, когда утвердилась парадигма тектоники литосферных плит, поскольку без материалов по регионам северо-восточной Азии невозможны палеогеодинамические реконструкции для Тихоокеанского сектора. Но не только геологов интересуют связи между соседними континентами в северном обрамлении Тихого океана. Как заселялись, как открывались и исследовались эти земли – важнейшие вопросы археологии, истории до XIX в. включительно. А своеобразная и во многом драматическая их политическая история в XIX и XX вв. тоже интереснейший предмет для сравнений. Наконец, все в большей степени выступает потребность в сопоставлениях экономического уклада притихоокеанских стран с их схожими минеральными богатствами, ориентацией на рыбный промысел.

Организатор и первый директор СВКНИИ академик Н. А. Шило всемерно способствовал установлению международных научных контактов Института. Вот как он об этом написал в своих мемуарах: “... Большой объем геологических исследований [намечавшихся в только что организованном СВКНИИ – авторы] ... можно было выполнить при широком и многостороннем сотрудничестве со многими странами. С этой целью я шел на выполнение разного рода международных программ, проектов. Принимал максимальные усилия для участия сотрудников института в разного рода рабочих группах и т.д.” [Шило, 2007, с. 242]. В 1966 г. Н. А. Шило с сотрудниками института А. А. Сидоровым и С. М. Тильманом побывали в Японии на конгрессе Международной Тихоокеанской научной ассоциации. На конгрессе было решено издавать с участием СВКНИИ и японских университетов международный журнал “Pacific Geology”. Он выходил до начала 1970-х гг. в Японии. В состав редколлегии входили Н. А. Шило, а также Н. А. Богданов (ИЛСАН, Москва) и В. С. Соболев (ИГиГ СО РАН, Новосибирск). В 1971 г. Н. А. Шило делает доклад в Канберре на сессии Тихоокеанского научного конгресса по энергетическим и минеральным ресурсам на тему “Россыпная золотоносность северо-западной части Тихоокеанского обрамления”. В 1974 г. он в Гонолулу участвует в сессии этого конгресса, а вслед затем, в Сан-Диего, – в международном симпозиуме “Циркум-Тихоокеанский гранитоидный магматизм” и в предшествующей ему экскурсии на батолит Сьерра-Невада и другие в Калифорнии и Неваде. Его доклад в Гонолулу “Геологическая позиция металлических полезных ископаемых Северо-Востока СССР”, представлявший собой обзор металлогении территории, занимающей важную позицию в Тихоокеанском регионе,

но доселе для зарубежных геологов почти неизвестной, был очень хорошо принят. И дело не только в новой научной информации – руководство Тихоокеанской научной ассоциации, ознакомленное с научными успехами и с впечатляющими прикладными результатами геологического изучения северо-востока Азии, решило укрепить роль своего комитета “Твердая оболочка Земли”. В 1975 г. в Канаде XIII Тихоокеанский научный конгресс избрал Н. А. Шило председателем этого комитета. В том же году Н. А. Шило снова с группой петрографов, изучающих гранитоидный магматизм в тихоокеанском обрамлении, выезжает на полевую экскурсию, на этот раз – в Индонезию.

Вследствие всего этого уже с конца 1970-х гг. деятельность СВКНИИ координировалась с программами Тихоокеанской научной ассоциации. XIV конгресс прошел в СССР, в Хабаровске, в 1979 г. Тогда СВКНИИ и СВПГО были организованы три из предконгрессных экскурсий, две по стратиграфии палеозоя, одна – по геологии гранитов. Кроме того, СВКНИИ участвовал еще в подготовке и проведении экскурсии, посвященной геологии и палеогеографии Колымской низменности. Этим было начато широкое международное сотрудничество СВКНИИ. Для этого Н. А. Шило уже в начале 1980-х гг. должен был добиться, чтобы советские государственные органы “разрешили организовать совместные работы на северо-востоке СССР и на Аляске магаданских ученых с учеными США из университетов Огайо, Вашингтона (Сиэтл) и др.” [Шило, 2007, с. 243]. К сожалению, возможности СВПГО в продолжении сотрудничества были сильно ограничены режимными требованиями того времени. Рассмотрим далее некоторые результаты магаданских геологов, полученные в сотрудничестве с зарубежными учеными, отчасти благодаря такому сотрудничеству, в разных направлениях стратиграфии, петрологии, тектоники и металлогении, в реконструкции климатов прошлого.

Граница девона и карбона

В этом разделе широко использованы отчеты академика К. В. Симакова о его совместных работах и встречах с иностранными учеными, составленные в 1983–1989 гг. для Отдела международных связей ДВО РАН. Цитаты в тексте нашей статьи происходят из этих отчетов. Отчеты систематизировала и передала в СВНЦ вдова академика В. М. Шевченко.

В 1979 г. в экскурсиях по программе Тихоокеанского научного конгресса специалисты из разных стран мира познакомились с представительными разрезами палеозоя, изучение которых оказалось очень важным для уточнения положения границ между ордовиком и силуром, между девоном и карбоном в общей стратиграфической шкале. Правда, из-за трудной доступности разрезов в северо-восточной Азии после долгих дискуссий глобальные стратотипы для этих границ определены в других регионах. Но проведенные наблюдения и последующие камеральные исследования открыли обещающую возможность обстоятельных сравнений палеозойской ис-

тории северо-восточной Сибири и Европы, что оказывается весьма существенным для понимания планетарной проблемы различия Тихоокеанского и Атлантического секторов Земли. В организации и проведении таких сопоставлений многое сделано К. В. Симаковым (см. [Оноприенко, 2006]). Он до того, как в 1970 г. перешел в СВКНИИ, работал в СВТГУ и занимался геологическим картированием Омолонского срединного массива, стратиграфией и палеонтологией палеозоя. Особенное его внимание привлекла граница девона и карбона. Он понял, что определить ее положение в разрезах на Омолонском массиве можно только привлекая самые широкие межрегиональные сопоставления. В СВКНИИ К. В. Симаков возглавил лабораторию стратиграфии и палеонтологии палеозоя. В 1979 г. выступил как научный руководитель международной стратиграфической экскурсии на Омолонский массив.

В 1981 г. начаты совместные работы с бельгийскими учеными. Тема: “Сравнительная характеристика разнофациальных отложений фамена и турне Франко-Бельгийского бассейна и Северо-Востока СССР”. В работах участвовали профессор Нового Лувенского университета Р. Конил, сотрудник этого университета Р. Свенен, профессор Льежского университета М. Блесс. С советской стороны – также Ю. И. Оноприенко (Биологический институт ДВНЦ АН СССР) и Е. И. Кулагина (Геологический институт Башкирского филиала АН СССР). Е. В. Колесов (СВКНИИ) провел палеомагнитные наблюдения на разрезах Франко-Бельгийского бассейна, и этим было начато построение опоры для последующих межрегиональных корреляций. В 1981 и 1983 гг. проведены совместные полевые работы на стратиграфических разрезах среднего палеозоя в бассейне р. Омолон. Подтвердилось то, что намечалось еще при геологическом картировании. В частности, была отмечена (после довольно острых споров между российскими и европейскими участниками экспедиции) большая стратиграфическая полнота опорных разрезов фаменских и турнейских отложений Омолонского массива по сравнению с разрезами Франко-Бельгийского бассейна, которые по сложившейся традиции считались эталонными. При этом отсутствие каких-либо признаков палеоэкологических перестроек на интервале разреза, в котором проходит граница между девоном и карбоном, давало основание для возможного международного соглашения – установить именно в омолонском разрезе палеобиологический репер этой границы. В то же время наметилось и принципиальное сходство в палеозойской истории геологического развития Омолонского массива и подобных структур в Атлантическом секторе Земли – в Ирландии, на Ньюфаундленде, на Брабантском массиве, в Кампино-Брабантском бассейне и других. Это сходство не простое, всем этим структурам свойственна сложная фациальная зональность палеозойских отложений, и выявляются, но лишь при внимательном сравнении на основе большого и разнообразного материала, черты подобия геологических формаций, характера их смены и в разрезах, и по латерали.

Р. Конил, знаток палеонтологии фораминифер, пришел к выводу, что разрезы в северо-восточной части Омо-

лонского массива – лучшие в мире для изучения фораминиферовой зональности. Пока, к сожалению, это не нашло продолжения. Так же, как и заключение Р. Свенсена о том, что фаменские и турнейские отложения в бассейне р. Моланджа представляют собой эвапоритовую формацию типа Персидского залива (по его классификации). Занимаясь по своей методике седиментологией и геохимией этих отложений, в чем от СВКНИИ участвовала также Т. П. Разина, он указал на присутствие у них надежных поисковых признаков стратиформных полиметаллических месторождений. На Омолонском массиве такие проявления пока не выявлены. Но на близлежащем с запада Омулеском поднятии в девоне, на несколько более глубоких, правда, стратиграфических уровнях, они известны [Шпикерман, 1998]. Вероятно, привлечение методологии Р. Свенсена и продолжение на возможно большей площади литологических и геохимических исследований палеозоя позволит получить выводы, важные для общей палеогеографии палеозоя, интересные с точки зрения региональной металлогении.

В сентябре 1983 г. директор СВКНИИ академик Н. А. Шило и К. В. Симаков – член международной рабочей группы по границе девона и карбона – участвуют в составе советской делегации в X Международном конгрессе по стратиграфии и геологии карбона (Мадрид), в последующей экскурсии в Астурии. Перед этим в Москве прошло совместное совещание Советской и Международной рабочих групп по границе девона и карбона. Этой границе в программе конгресса был посвящен специальный симпозиум, где К. В. Симаков, а также М. Стрил (Бельгия) и Ч. Сандберг (США) выступили с докладами по общим проблемам в определении этой границы. Были заслушаны также сообщения о деятельности национальных научных групп (о советской доложил К. В. Симаков). Специалисты из ФРГ, Бельгии, Нидерландов, Англии предложили анализ развития на рубеже девона и карбона различных групп фауны (цефалопод, кораллов, остракод, миоспор). Вопрос о том, где провести границу (“забить золотой гвоздь”), как выяснилось, очень сложен. Договоренность достигается с учетом не только принципиальных научных соображений (хотя чему отдать приоритет в этом, тоже сильно зависит от личных интересов и предпочтений), но и взаимоотношений научных школ разных стран. Оказалась еще, что это и вопрос национального и политического престижа.

С 1979 г. поиски стратотипического разреза для проведения границы девона и карбона велись не только в бассейне р. Колыма, но и в других районах СССР. Проведенная в это время ревизия разрезов в Рейнских Сланцевых горах, которые тогда считались стратотипической местностью, показала, что в ней нет разрезов, удовлетворяющих всем требованиям, сформулированным в Мадриде. Здесь, на конгрессе, Международная и советская рабочие группы предложили продолжить поиски такого разреза в Мугоджарах. Ч. Сандберг предложил считать возможным претендентом на роль стратотипического разрез Мугуа на юге КНР. Было рекомендовано провести и там, и там целенаправленные исследования. В них существенна палеонтологическая составляющая. В этом отношении наметилась разница в позициях Международной и Совет-

ской рабочих групп, в целом очень близких. Советские палеонтологи предлагали считать реперным на границе девона и карбона появление какого-либо из первых представителей рода *Acutimioctras* (цефалоподы), а Международная группа настаивает на своем решении, принятом в 1979 г. в США, опираться на изучение филетической линии конодонтов.

В 1984 г. большая группа исследователей девона и карбона из разных стран вновь побывала на Омолонском массиве. Это была экскурсия после XXVII сессии Международного геологического конгресса (Москва), руководил ею К. В. Симаков. Одновременно была повторена – также после 1979 г. – экскурсия на разрез ордовика и силура в Омулеском поднятии (руководитель М. М. Орадовская, СВТГУ). Ядро омолонской экскурсии составили специалисты по проблеме границы девона и карбона, в их числе была и председатель Международной группы Э. Папрот (ФРГ), и это было продолжение налаженного сотрудничества.

В 1987 г. Международная рабочая группа по границе девона и карбона организует осмотр пограничных отложений этих систем в горах Монтань Нуар. Непосредственно в поле были заслушаны доклады, позволявшие вести сравнительное обсуждение того, что наблюдали в разрезах палеозоя в альпийских надвиговых пластинах на юге Франции, и изученного в других районах Европы (в том числе, в Рейнских сланцевых горах, Моравия), Азии и Северной Америки. К. В. Симаков, участвовавший в этом рабочем совещании уже в качестве вице-председателя Международной группы, отмечает как наиболее интересные, с точки зрения определения границы между системами, данные, представленные Ч. Ю. Вонгом – по разрезам близ Гуйлина (как и Мугуа, на юге КНР) и М. Петерсеном – по штатам Невада и Юта. Работа на этом совещании позволила К. В. Симакову поставить ряд специальных вопросов для палеонтологических и литологических исследований пограничных отложений в Центральном Казахстане, в западной и в северо-восточной Сибири.

В том же году К. В. Симаков в составе советской делегации из 4 человек едет в Пекин на XI Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона, в экскурсии знакомится с разрезами верхнего карбона и с его границей с пермью на юго-востоке КНР. Он смог также внимательно рассмотреть коллекции позднедевонских и раннекаменноугольных брахиопод в Нанкинском институте геологии и палеонтологии АН Китая и в Пекинском геологическом университете. Возможное значение брахиопод в сравнении с другими группами фауны для определения границы девона и карбона становится одним из специальных сюжетов в собственной научной работе К. В. Симакова. Впрочем, разрабатывать это он начал, еще составляя геологическую карту в бассейне р. Омолон. На конгрессе китайские геологи в качестве кандидата в стратотипы границы девона и карбона выдвинули разрез Нанбиансун близ Гуйлина в юго-восточном Китае (Мангуа дискредитирован). Он привлекателен объемным и разнообразным палеонтологическим содержанием, а также фациальной неоднородностью, как и на Омолонском массиве. Как указание к новым на северо-

востоке Азии направлениям исследования палеозоя воспринимается сообщения о геохимических аномалиях (повышенное содержание иридия, платины, хрома, никеля и кобальта) в слоях черных сланцев близ характерных стратиграфических границ в разрезах в ФРГ и в Китае. Выдвинута идея о возможных импактных событиях в истории палеозоя. Доклад по геологии палеозоя на западе Северной Америки (У. Сандо) позволил К. В. Симакову сделать общее заключение о том, что “ряд событий (например, позднепермская трансгрессия) были общими для всех структур, примыкающих к Палеопацифике. Этот вывод подтверждается также близостью фораминиферных и брахиоподовых фаун Северной Америки и Северо-Востока СССР”. В 1988 г. К. В. Симакова специально приглашают для работы на разрезе Нанбиансун. Он посещает и другие разрезы в окрестности Гуйлина, ему удается выявить особенности палеонтологии разнофациальных отложений (мелководных, зарифовых и депрессионных). При этом он все, что видит, соотносит с известным ему в оломонских разрезах, вырабатывает рекомендации и для себя (для СВКНИИ), и для китайских геологов. Соглашается с тем, что “разрез Нанбиансун представляется наиболее приемлемым кандидатом на стратотип границы девонской и каменноугольной систем”. В следующем году сотрудничество с китайскими палеонтологами было плодотворно продолжено уже в СССР. На этот раз проф. Нанкинского института геологии и палеонтологии АН КНР Юй Чайминь посетил академические институты и университеты в Москве и Ленинграде. Ответственным за его прием был назначен К. В. Симаков. Обсуждались пути дальнейших совместных работ.

В 1988 г., после поездки в Китай, К. В. Симаков – как вице-председатель Международной рабочей группы по границе девона и карбона – вместе с московскими палеонтологами М. Ф. Богословской, Л. Ф. Кузиной, Л. Г. Догужаевой, проф. Д. Корном из ФРГ собираются в Москве, в Палеонтологическом институте АН СССР, для того, чтобы просмотреть коллекции амmonoидей из пограничных отложений девона и карбона. Это коллекции из Мугоджар, с Северного Кавказа, из других районов СССР, существенная их часть собрана К. В. Симаковым в экспедициях 1983 и 1985 гг. Обсуждаются происхождение некоторых отрядов амmonoидей, вопросы их эволюции в конце девона–начале карбона и значение изучения микроскульптуры и морфологии их раковин для выявления этапов эволюции. К. В. Симаков и Д. Корн рассмотрели вопросы зонального распределения пограничных отложений девона и карбона по амmonoидеям, и, соответственно, определения границы между этими системами. Д. Корну и К. В. Симакову удается детально сравнить проблемы стратиграфии девона и карбона по амmonoидеям в стратотипических местностях Рейнских сланцевых гор и Мугоджар, наметить задачи для полевых и теоретических работ.

Следующее совещание той же Международной группы организует уже СВКНИИ и всего через пару месяцев, но в Москве и Ленинграде (!). Кроме К. В. Симакова и И. А. Драневич из СВКНИИ, участвуют палеонтологи из ПИН АН СССР, ЛГУ, МГУ, МГРИ, ГИН УССР, ВСЕ-

ГЕИ, из Франции, Австралии и КНР. Теперь тема: “Брахиоподы на рубеже девона и карбона”, задача – просмотр хранящихся и изучаемых в разных учреждениях СССР коллекций этой фауны, собранных в 1937–1985 гг. на Малом Кавказе, в Иране, в Тимано-Печорском регионе, в Кузнецком бассейне, в Подмосковном бассейне, в Центральном девонском поле, в Центральном Казахстане, на Урале и в Мугоджарах, на Рудном Алтае. Кроме того, к этому рабочему совещанию были специально подготовлены палеонтологические коллекции, региональные из изучаемых разрезов и систематические, относящиеся к важнейшим семействам брахиопод, в том числе коллекция брахиопод из разреза Нанбиансун (И. А. Драневич и К. В. Симаков) и коллекция продуктид с Омолонского массива (И. А. Драневич). М. Легран-Блайн (университет По, Франция) привез коллекцию позднефаменских–раннепермских брахиопод из разрезов в Алжире и Марокко, муляжи экземпляров из типовых коллекций брахиопод в музеях Франции и Бельгии, составленных в 1887 г. Ян Ши-пу (Уханский геологический университет, КНР) представил свою коллекцию топотипов рода *Yanguania*. В результате кропотливой работы удалось уточнить таксономическую принадлежность продуктид и спириферид из пограничных отложений девона и карбона, значение которых особенно велико в корреляции этих отложений вообще и на Омолонском массиве в том числе. Как отмечает К. В. Симаков, подводя итоги этой работы, если до середины 60-х гг. XX в. брахиоподам принадлежала одна из главных ролей в определении возраста и в корреляции отложений конца девона и начала карбона, то с развитием микропалеонтологических исследований они утратили это значение. Тем не менее, в результате исследований на разрезах Нанбиансун и в СССР, в том числе и на Омолонском массиве, к концу 80-х гг. выяснилось, что для корреляции отложений мелководных (кораллово-брахиоподово-фораминиферных) фаций не удастся использовать стандартную конодонтовую шкалу. Исследование брахиопод вновь становится весьма насущным. На совещании охарактеризованы главные этапы их эволюции, даны подробные рекомендации, что именно надо изучать в разных разрезах. Охарактеризованы отчетливые различия в развитии брахиоподовых фаун в палеобассейнах Атлантической и Тихоокеанской (к востоку от Урала) биохорий. Подчеркнута необходимость провести ревизию имеющихся коллекций брахиопод из пограничных отложений девона и карбона из Западной Европы, СССР и КНР. Дан перечень тем и список авторов, от которых ожидалась монография, посвященные тем или иным семействам, родам и группам видов брахиопод и их стратиграфическому значению. Эта программа до сих пор остается не вполне выполненной.

Подчеркнутый интерес сотрудников СВКНИИ к брахиоподам связан, конечно, с тем, что именно эта фауна использовалась в работах по стратиграфии палеозоя в северо-восточной Азии. Но в начале 1970-х гг. впервые появились сведения о наличии конодонтов в среднепалеозойских отложениях на северо-востоке Сибири (Л. И. Кононова), и явно с учетом международных дискуссий о том, какая группа фауны важнее, в СВКНИИ в 1976 г. начаты систематические исследования палеонтологии ко-

нодонтов и их стратиграфического значения. Эту работу очень эффективно, до тяжелой болезни и смерти в 1999 г., провел М. Х. Гагиев.

В 1989 г. К. В. Симаков едет на север Австралии и участвует в полевых работах по советско-австралийской теме “Палеогеографическое районирование позднесилурийских, девонских и раннекаменноугольных морей в связи с эволюцией Австрало-Азиатского сегмента земной коры”. Учитывались и задачи темы “Прослеживание границ ярусных и зональных подразделений в мелководных шельфовых образованиях”, рекомендованной комитетом “Твердая оболочка Земли” Тихоокеанской научной ассоциации. Вот теперь в центре внимания фациальный анализ, палеонтология и стратиграфия палеозоя западной части Тихоокеанского пояса как такового, метод – сравнение материалов по Австралии и северо-восточной Сибири. Опять привлекают внимание, в частности, проявления стратиформной полиметаллической минерализации в верхнедевонских отложениях. К. В. Симаков отмечает, что австралийская формация Брахтриата, содержащая промышленное стратиформное месторождение золота, по возрасту и фациальным особенностям аналогична урультунской и вечернинской свитам девона на Омудлевском поднятии в северо-восточной Сибири.

В конце 1989 г. К. В. Симаков с Ю. И. Оноприенко (теперь БПИ ДВО РАН, Владивосток, но их тесное и продуктивное сотрудничество непрерывно, начиная с совместной работы в СВТГУ) и с А. Б. Ивановским (ПИН АН СССР) направляются в Бельгию, чтобы по программе “Биостратиграфия, палеогеография и палеомагнетизм верхнего девона и нижнего карбона Евразии” провести с европейскими геологами совещания и полевые экскурсии на разрезах Сен-сен, Они и Рюазе. В основе выводов и рекомендаций лежит изучение брахиопод, в чем ведущее значение приобретают опыт и знания советской делегации. К. В. Симаков, в частности, сообщил о новых материалах по стратиграфии Южного Урала, о слоях на границе девона и карбона в Австралии. В общем итоге, как заключает К. В. Симаков, подтвердилось наличие перерыва в седиментации на границе девона и карбона во Франко-Бельгийском бассейне. Намечено в продолжение работы приступить к подготовке и составлению схемы корреляции верхнедевонских-нижнекаменноугольных отложений для всей Евразии. Такая корреляция мыслилась как основа будущих палеогеографических схем. Вновь подчеркнута необходимость обстоятельных геохимических и изотопно-геохимических исследований. Указано, что сведения по геохимии изотопов позволят оценить, каким было глобальное изменение биомассы на рубеже девона и карбона. Все это предполагалось делать совместно с работой советских ученых не только в своих институтах, но и в европейских научных учреждениях. Так, предполагалось, что К. В. Симаков 2–3 месяца проработает в Бельгии, в Национальном музее естественной истории. Там сосредоточены все топонимические коллекции по Франко-Бельгийскому бассейну, и их просмотр должен был привести к завершению составление атласа брахиопод. Лувенский университет (проф. Р. Свеннен) был готов без каких-либо территориальных ограничений принимать коллекции на изотопный анализ

самыми современными методами в своей геохимической лаборатории.

Все это нашло отражение в планах СВКНИИ, утвержденных и рабочих. Их реализации кардинально помешали политические и экономические события в нашей стране в конце 1980-х и в 1990-х гг. Болезнь и преждевременная смерть К. В. Симакова в 2004 г., к несчастью, прервала установившиеся межнациональные научные связи. Тем не менее, снова напомним о разработанной М. Х. Гагиевым конодонтовой стратиграфии среднего палеозоя северо-востока Азии. Результаты его исследований опубликованы в трех монографиях (последняя подготовлена в СВКНИИ при участии В. С. Шульгиной, НПП “Аэрогеология”, уже после смерти автора), в докторской диссертации, защищенной в 1992 г., в нескольких статьях. Две из них (одна в соавторстве с Л. И. Кононовой), в которых подразделение и корреляция верхнедевонских отложений на северо-востоке Сибири подчеркнуты даны в понятиях конодонтовой стратиграфии, вышли в 1985 и 1986 гг. в немецком издании. В полевых работах с М. Х. Гагиевым тесно сотрудничал Е. В. Колесов, которому удалось реконструировать палеомагнитную историю геологических структур северо-восточной Сибири в раннем и среднем палеозое. Это прямое и расширенное выполнение рекомендаций от международных совещаний по проблеме границы девона и карбона.

Граница девона и карбона в стратиграфических разрезах на Омолонском массиве была важнейшим сюжетом кандидатской диссертации К. В. Симакова (1970 г.). В докторской диссертации (1985 г.) и в последующей книге [Симаков, 1986], обобщая все, что накоплено в международном сотрудничестве, в совместных полевых экскурсиях, в рабочих дискуссиях и при совместном просмотре палеонтологических коллекций, он переводит эту проблему на глобальный уровень, по-новому и явно в дискуссионном плане раскрывает самые глубокие ее методологические стороны. Одновременно в его творчестве все большее место занимают философские вопросы природы и метрики геологического времени. Этому посвящены его собственные и в соавторстве с В. И. Оноприенко и с С. В. Мейеном статьи и книги, трехтомная монография об истории научных представлений о геологическом времени, о принципах построения общей стратиграфической шкалы. Его успехи в развитии региональной и общей стратиграфии, в организации стратиграфических исследований были столь велики, что в 1990 г. его избирают членом-корреспондентом, а в 2000 г. действительным членом нашей Академии. Была начата подготовка и к созданию в Магадане Института стратиграфии, где он должен был стать директором. Вся история международного сотрудничества СВКНИИ по проблеме границы девона и карбона показывает, что если бы это удалось, это был бы институт глобального значения.

Сравнительная биогеография и биполярность пермских фаун

Пермский период считается геократическим, а северо-восток Сибири, как почти никакая другая часть

России, относится к тем территориям на Земле, где широко распространены морские отложения пермского возраста. Их непрерывные стратиграфические последовательности включают разнообразные фации – от мелководных до батинальных, относящиеся к седиментационным бассейнам различного типа. В том числе и с карбонатным осадконакоплением, что не свойственно вообще Бореальной надобласти и более характерно для надобласти Тетис. Отложения охарактеризованы многочисленными остатками фауны. Поэтому стратиграфические разрезы перми северо-восточной Азии в совокупности представляют собой один из важнейших объектов для решения всего спектра задач, связанных с реконструкцией событий пермского периода в геологической истории Земли. Они привлекательны для всего сообщества геологов, занимающихся этими проблемами. Но и многие вопросы региональной геологии, по-видимому, не могут быть обоснованно разрешены без межконтинентальных сопоставлений.

Поразительно, но многие пермские накопления на северо-востоке Азии в формационном отношении близки разрезам Австралии (особенно Восточной) и Новой Зеландии. И пермская фауна в бореальных морских бассейнах, собранная в этих южных и северных (в сегодняшней географии) регионах, ярко обнаруживает явление так называемой биполярности: многие роды и даже виды аналогично представлены в обоих полушариях. Вот почему в последние годы австралийские, новозеландские и даже аргентинские палеонтологи и стратиграфы проявляют повышенный интерес к пермским отложениям и пермской фауне северо-восточной Азии.

Начиная с 2005 г. лаборатория стратиграфии и тектоники СВКНИИ тесно сотрудничает с “гондванскими” коллегами. И уже в 2006 г. это сотрудничество эффективно выразилось в выходе под девизом “Permian of East and Northeast Asia” специального номера *Journal of Asian Earth Sciences* со статьями по биостратиграфии пермских бассейнов Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов [Biakov, 2006; Ganelin and Biakov, 2006; Kletz et al., 2006]. Уточнены региональная стратиграфическая схема пермских отложений и ее поярусная корреляция с международной шкалой. Существенно детализирована (подразделена на 4 биостратиграфические зоны) верхняя половина хивачского регионального горизонта. Установлено, что чансинскому ярусу в северо-восточной Азии отвечает только верхняя часть бивальвиевой зоны *Intomodesma costatum* – подзоны *I. evenicum* и *I. postevenicum*. Проведены бионимические исследования пермских двустворчатых моллюсков. Дан обзор стратиграфии и биостратиграфии Верхоянья.

В 2007–2009 гг. А. С. Бяков был соисполнителем проекта “The bipolarity of Late Palaeozoic marine faunal distributions: origin, processes and implications for modern global marine biogeography”. Руководитель проекта – проф. Г. Р. Ши (Деакинский университет, Мельбурн). Проект поддержан австралийским исследовательским фондом (Australian Research Council). По проекту состоялось два рабочих совещания: в Австралии (Мельбурн, 2008 г.) и в Аргентине (Трелью, 2009 г.). В первом из них с российской стороны участвовали А. С. Бяков,

И. Л. Ведерников и А. Г. Клец (Красноярский федеральный университет), во втором – А. С. Бяков и А. Г. Клец. По программе обоих совещаний состоялись две большие геологические экскурсии (в Аргентине, можно сказать, полевые работы) – на пермские отложения Сиднейского бассейна (Восточная Австралия) и на карбон-нижнепермские разрезы Восточной Аргентины и Патагонии.

Огромное значение для понимания проблемы биполярности фаун позднего палеозоя имел просмотр многочисленных коллекций пермской фауны в Национальном музее Австралии (Сидней), в музее Геологической службы Австралии (Канберра), в Деакинском университете (Мельбурн) и в Палеонтологическом музее “Эгидио Феругли” (Трелью). Теперь мы можем, с одной стороны, уверенно говорить об очень близком сходстве, если не идентичности, отдельных пермских таксонов, а с другой – выявить и такие таксоны, аналогов которых в Северном полушарии нет.

В 2009 г. состоялся ответный визит проф. Г. Р. Ши в Магадан. Были просмотрены коллекции пермской фауны из северо-восточной Азии, еще раз подтвердилось сходство с гондванской. А. С. Бяков, И. Л. Ведерников и Г. Р. Ши провели краткосрочные полевые работы. Они изучали пермские глубоководные отложения в Аян-Юряхском антиклинории, в том числе диамиктиты атканской и омчакской свит. Интересно, что внешне похожие образования широко развиты в Австралии и в Южной Америке. Там такие породы традиционно интерпретируются как ледово-морские отложения. Представление о подобной природе атканской и омчакской свит в 1950-х–1970-х гг. обосновывали колымские геологи Х. И. Калугин и особенно обстоятельно О. Г. Эпштейн. А. С. Бяков и И. Л. Ведерников, подчеркивая существенную роль вулканокластического материала в составе пермских диамиктитов северо-восточной Азии, приходят к выводу о связи их происхождения с вулканизмом на Охотско-Тайгоносской вулканической дуге и с процессами лавинной седиментации, чем и определены особенности их облика [Бяков и др., 2010]. Теперь они могли представить свою аргументацию австралийскому коллеге непосредственно на обнажениях горных пород.

В результате визита Г. Р. Ши был подписан договор между СВКНИИ и “Palaeobiology and Global change Research Group” of School of Life and Environmental Sciences, Deakin University о научно-техническом сотрудничестве на 2009–2012 гг. Намечены совместные стратиграфические, седиментологические и палеонтологические исследования перми в Австралии и на северо-востоке России, будет проведена корреляция геологических событий в пермской истории двух континентов, будет изучаться проблема фаунистической биполярности. Уже в печати совместная статья [Biakov and Shi, 2010], в которой осуществлены детальные (для части века) палеобиогеографические реконструкции. Такое для позднего палеозоя сделано впервые. Подчеркнем также, что в проведенном исследовании использован ряд новых у нас методологических подходов. В частности, для реконструкции древних биохорий мы воспользовались приемами математической статистики, которые разработаны в

современной биогеографии. Выявлено существенное различие пермских бивальвиевых фаун Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов, сохранявшееся на протяжении почти всей перми. На очереди новые исследования, направленные на выяснение природы биполярности фаун позднего палеозоя.

Циркумтихоокеанские провинции кислого магматизма и гранито-метаморфические куполы

Экскурсия на граниты северо-восточной Сибири по программе XIV Тихоокеанского научного конгресса 1979 г. была плановым мероприятием по проекту “Циркум-Тихоокеанский плутонизм”, относящемуся к Международной программе геологической корреляции (ЮНЕСКО). Конечно, это тема самого общего значения в геологии. Граниты – самое характерное свойство континентов Земли, выделяющее ее среди прочих планетных тел. Их доля в объеме докембрийского кристаллического фундамента древних щитов в структуре континентов столь велика, что обычно считают, что образование гранитов, уникальное событие в известном нам космосе, относится к ранним этапам истории Земли. Фанерозойские граниты, которые известны в горно-складчатых поясах на всех континентах, часто полагают, представляют собой некоторое вторичное явление, связанное с термической переработкой сформированного в докембрии сиала там, где происходили фанерозойские тектонические события. Однако кайнозойские, мезозойские, отчасти также палеозойские пояса гранитов, сопряженные с близкими по возрасту вулканическими накоплениями, среди которых велика роль кислых пород, располагаются столь выразительно однотипно в обрамлении Тихого океана, что выказывают этим какие-то черты гранитообразования, характерные для области перехода континент–океан как структуры первого порядка на Земле. К середине XX в. было осознано, что поиск таких общих закономерностей, межрегиональное сопоставление гранитных поясов, не менее важны, чем изучение положения гранитов в структуре каждого вмещающего их тектонических поясов (см., например, [Миясиро и др., 1985]). Интерес к этому усиливался и потому, что пояса гранитного магматизма в тихоокеанском обрамлении – это средоточие металлических полезных ископаемых, где обнаруживается для некоторых из них тесная, для других – более удаленная, иногда чем-то опосредованная, связь с процессами рождения, перемещения и кристаллизации гранитной магмы. Непростые эти связи, как выясняется, во всем своем разнообразии однотипны в поясах разного возраста и зависят от положения пояса относительно границы континент–океан в большей степени, чем от возраста. По этим причинам ведущие специалисты по геологии и петрологии гранитов и родственных пород, по их металлогении из Канады, США, Японии, Таиланда поставили перед собой цель – в полевой обстановке познакомиться с гранитами всех, по возможности, стран Азиатско-Тихоокеанской группы.

В 1970-х гг. было проведено несколько таких экскурсий, в двух из них – принял участие директор СВКНИИ Н. А. Шило (СССР в экскурсии в Калифорнии и Неваде представляли также Л. И. Красный и Ю. М. Пущаровский, знатоки геологии Советского Дальнего Востока и Тихоокеанского пояса вообще). В 1979 г. настала очередь СССР принять у себя группу исследователей гранитных поясов в Циркумпацифике из США, Канады, Японии, Таиланда. Где именно, это решалось прежде всего с учетом ограничений на посещение иностранцами пограничных и примыкающих к ним дальневосточных районов нашей страны. Выбор пал на ее северо-восток. Самый удобный маршрут, представляющий возможность провести наблюдения на типовых объектах и в очень широком спектре вопросов по теме, прошел вдоль Колымской трассы (теперь федеральная автодорога Магадан–Якутск) – от г. Сусуман до г. Магадан и его окрестностей. Научные руководители экскурсии – М. Л. Гельман (СВТГУ) и А. П. Соболев (СВКНИИ). Из советских геологов на экскурсию приехал также признанный знаток геологии гранитов в Азии Э. П. Изох (ИГГ СО АН СССР).

Экскурсантам были показаны позднемезозойские граниты, которые, составляя два примечательных пояса батолитов – Колымский (еще его называют Главный) и Охотский, относятся к двум петрографически различным типам. В 1930-х гг. региональный масштаб в проявлении этого различия отметили Ю. А. Билибин и Е. Т. Шаталов. Они назвали эти два типа соответственно колымским и охотским. Долгое время полагали, что петрографическое различие определяется разным возрастом гранитов. Методами полевой геологии было установлено, что колымские граниты позднеюрские (возможно, неокомские), а охотские образовались в середине мелового периода. К 1979 г. это получило подтверждение методами изотопной геохимии. При этом вызывало недоумение то обстоятельство, что колымские батолиты составлены почти нацело собственно гранитами, тогда как охотские – более основные, преобладающую породу в их составе долго называли гранодиоритом, потом, при уточнении классификации, стали выделять также кварцевые монцититы. Повышение основности магматизма в едином, как будто бы постгеосинклинальном процессе, противоречило представлению о тектоно-магматическом цикле. Решение долго пытались искать, усложняя тектоническое районирование. Удовлетворительных результатов не было получено, и уже в 1960–1970-х гг. мы стали понимать, что причина петрографических различий поясов гранитных батолитов не столько в различном времени их формирования, сколько в их разном расположении относительно офиолитовых провинций, примыкающих к палеоокеану. Охотский пояс следует вдоль границы континент–океан (где она проходила в середине мела), а Колымский удален от нее. Теперь мы знаем, что два типа гранитов северо-восточной Азии по Ю. А. Билибину и Е. Т. Шаталову это S- и I- (отчасти M) граниты Б. У. Чаппелла и А. Дж. Р. Уайта, и что контрасты в их расположении соответствуют общей зональности в тихоокеанском обрамлении, выявленной в Северной Америке, Японии, Австралии. Для нас было важно, что оказалось неточ-

ным традиционное у магаданских геологов сопоставление Колымского батолитового пояса с Кордильерским, считавшимся якобы тоже позднеюрским–раннемеловым. Из этого сопоставления выводилось, что и золотоносный пояс в верховьях рек Колыма и Индигирка такой же, как и пояс Аляска–Джуно–Мазер Лод в Америке, по возрасту, генетическому отношению к гранитам и возможному экономическому значению. Скорее в качестве такого аналога этого классического в геологии золота Кордильерского пояса надо видеть в системе золотоносных районов Охотска–п-ова Тайгонос–хр. Золотого с учетом их расположения относительно Охотского пояса батолитов. В 1979 г. все это только намечалось.

Что на что похоже среди гранитов в Тихоокеанском обрамлении? В этой связи очень интересен разговор с проф. Д. Хиндманом, одним из участников экскурсии, знатоком батолита Айдахо, состоявшийся около большого искусственного обнажения гранитов Магаданского батолита на подъезде к г. Магадану. Магаданский батолит – типовой в Охотском поясе. Это обнажение – каменный карьер, где берут материал для дорожных работ, – было первым, где мы показали иностранным ученым горные породы, относящиеся к охотскому поясу. Это щелочные граниты, самые молодые в составе Магаданского батолита, встречающиеся только в его северной части и не самые характерные. До этого мы несколько дней делали маршруты на батолиты типичных колымских гранитов и на другие магматические породы в Колымском поясе. Внимательно рассмотрев обнажение, Д. Хиндман решительно заметил: “Эта порода очень похожа на то, что есть в батолите Айдахо!” На вопрос: “А среди того, что мы видели до сих пор, было ли что-нибудь, что Вы могли бы признать как знакомое Вам по опыту работы в Кордильерах?”, подумав, твердо ответил: “Нет!” Конечно, все это были граниты и близкие к ним породы, и речь шла не о различиях в их систематической принадлежности, а о некоторых частных особенностях минерального состава, структуры и облика пород, как-то связанных, по-видимому, с различиями в их происхождении, но не всегда получающих терминологическое обозначение. Это то, что замечает опытный специалист, еще не обращаясь к микроскопу, к химическому анализу. На следующий день, когда мы увидели обнаженные в непрерывном обрыве на берегу Охотского моря тоналиты, кварцевые диориты и другие типичные охотские породы, увидели, как они сочетаются друг с другом, с тем, что Магаданский батолит аналогичен батолитам Сьерра-Невада, Айдахо, согласились все. Да, аналогов Колымского пояса с определяющими его своеобразие огромными батолитами S-гранитов, в Кордильерах Северной Америки нет вообще. Специальными исследованиями там найдены небольшие тела S-гранитов на приконтинентальной стороне батолитового пояса; такие есть и на окраине Охотского пояса. Это пример того, как, совместно работая на обнажении, специалисты с опытом, полученным на разных континентах, могут помочь друг другу уточнить свои догадки, возникшие на основе знакомства с литературными данными, наметить, что делать дальше.

Кроме позднеюрских колымских гранат-кордиеритовых гранитов с яркими чертами происхождения при воз-

действии кислого флюида и связанных с ними пород, участники экскурсии увидели более поздние (раннемеловые) граниты, тоже слагающие крупные плутоны в Колымском поясе. Надо сказать, что различия в их облике при геологическом картировании верховьев рек Колыма и Индигирка в 1930-х и 1940-х гг. не были увидены сразу, и еще в 1950-х гг. среди магаданских петрографов были долгие споры, не одно ли это и тоже. Эти две разновидности гранитов составляют две части единого батолита Большой Анначаг (один из объектов экскурсии). И даже, когда обнаружили интрузивный контакт между ними, на обнажения этого контакта пришлось организовывать повторные полевые выезды, чтобы доказать разный возраст гранитов. А знатоки гранитов из других их поясов в обрамлении Тихого океана отличия в облике пород, в том, какие акцессорные минералы в них содержатся, увидели сразу. В Колымском поясе экскурсантам были показаны также малые интрузии, представляющие собой характерный элемент геологии золотоносных полей в этом поясе. Познакомились они и с проявлениями регионального метаморфизма, сопровождавшими гранитообразование. В Охотско-Чукотском поясе, кроме габбро-гранитного Магаданского батолита, была посещена одна из отрицательных вулканических структур (возраст – конец раннего, начало позднего мела). Там удалось осмотреть также отвалы отработанного олово-сульфидного месторождения, считающегося вулканогенным.

В итоге сотрудничества специалистов по гранитам была составлена Карта Циркум-Тихоокеанского магматизма в масштабе 1:10 000 000; на картах-врезках масштаба 1 : 1500000 (всего их 21) более детально показано строение гранитных поясов. Главный редактор П. Бейтман (США), редакторы от советской группы Н. А. Шило и Л. И. Красный. Авторы макетов по северо-восточной Сибири – А. П. Милов и А. П. Соболев (СВКНИИ). Картографическое оформление карты по макетам, представленным из разных стран, подготовка ее к изданию (с текстами на русском и английском, отчасти также на испанском и японском языках) проведены в СВКНИИ под руководством А. П. Милова. Издание осуществлено ВСЕГЕИ. Карта составлена на обобщенной геологической основе. Показано тектоническое устройство континентов и островов (фундамент и чехол древних и молодых платформ, срединные массивы, прогибы разного рода в жестких структурах, формационный состав складчатых комплексов в подвижных поясах разного возраста, глубоководные желоба, тектонические разрывы разного рода, зоны регионального метаморфизма). Специальные знаки и символы передают состав вулканических комплексов: кислый, средний основной или смешанный для докайнозойских, по принадлежности к вулканическим сериям, различным в океане, в зоне перехода к континенту и на континентах. Строение литосферной мантии в Тихом океане и в его обрамлении (в контурах карты) иллюстрируется специальной схемой, составленной Н. Л. Добрецовым и Н. В. Соболевым (ИГиГ СО РАН) путем систематизации данных по глубинным ксенолитам в щелочных базальтах и кимберлитах. Таким образом, карта показывает общее закономерное расположение поясов гранитов вокруг Тихого океана, особенности их раз-

мещения в структурах континентального обрамления и зоны перехода континент–океан, их сочетание с вулканами, их геологический и изотопный возраст. Вещественная характеристика гранитных пород дана в терминах общей петрографической классификации. Такие понятия как S-, I-, M-, A-граниты, или другие, которым теперь придается некоторое генетическое содержание, еще не использованы. Как приложение к карте Американское геологическое общество издало специальный мемуар под редакцией канадского петролога Дж. Роддика, в котором составители макетов карты представили обзоры геологии гранитов по регионам, осветили занимающие их проблемы. Гранитам северо-восточной Сибири посвящена статья Н. А. Шило, А. П. Милова и А. П. Соболева [Shilo et al., 1983]. Общее описание гранитов тихоокеанского обрамления и обсуждение вопросов их происхождения с геологических и физико-химических позиций в системном единстве, очевидно, дело будущего. Для его реализации надо восстановить сотрудничество, сложившееся в 1980-х гг. Вероятно, Карта гранитного магматизма в обрамлении Тихого океана может стать опорным материалом при планировании этих будущих исследований. Пока к ней обращаются не часто. Подготовленная магаданским институтом, в России она воспринимается как некое периферийное издание, за рубежом – как специфически русское.

В 1984 г., почти по тому же маршруту, что и 5 лет назад, и с теми же научными руководителями, была проведена экскурсия участников XXVII сессии Международного геологического конгресса (в Москве). На этот раз внимание ученых, прибывших из США, Канады, Японии, Австралии, Индии, Польши, Чехословакии, ГДР и ФРГ, Южной Африки, было направлено на знакомство с общей геологией гранитов в золотоносном регионе, с проблемами связи магматических процессов и тектонических событий (вообще и применительно к Тихоокеанскому поясу тоже).

Так или иначе, но в середине 1980-х гг. американские геологи, проводившие исследования Кордильер, заинтересовались тем, как выявленные ими некоторые особенности Кордильерского батолитового пояса могут быть выражены в батолитовых поясах северо-восточной Азии. В эти годы группа во главе с Э. Л. Миллер (Стэнфордский университет, Калифорния) охарактеризовала в Провинции Бассейнов и Хребтов специфические образования, названные ими Cordilleran metamorphic core complexes (комплексы метаморфического ядра Кордильер). Такой комплекс мезозойских и кайнозойских гранитов и метаморфических пород изучен этими учеными также и на Аляске, на северо-западной оконечности континента Северной Америки. Это купол (комплекс) Киглуайк, а по другую сторону Берингова пролива, как ясно показывает Карта Циркум-Тихоокеанского магматизма, находится восточное окончание Чукотского батолитового пояса. Есть ли там аналоги сопряженных с гранитами комплексов метаморфического ядра Кордильер? Кто ими занимается? Возникла переписка между Э. Миллер и М. Л. Гельманом (СВКНИИ), который еще в конце 1950-х гг. (тогда в СВТГУ), начал на западе Чукотского батолитового пояса изучать комплексы мезозойского

зонального метаморфизма (до амфиболитовой фации) с гранитными плутонами в ядре. Представлялось, что эти комплексы подобны американским. То, что на Чукотском п-ове есть разновозрастные породы высокой степени метаморфизма, раннедокембрийские и фанерозойские, известно давно, хотя по этому поводу долго не затихали споры. О том, что и на Аляске, и на Чукотке большие площади заняты сланцеватыми метаморфическими породами (региональный метаморфизм), которые образовались в связи с мезозойской интрузией гранитной магмы, первым, в самом начале XX в., сказал К. И. Богданович. Когда в поисках россыпей золота на западе Северной Америки старатели с успехом добрались до берегов Берингова пролива, а затем обнаружили признаки золотоносности и на Чукотском п-ове, К. И. Богданович на средства коммерсантов из Англии и Петербурга организовал экспедицию с целью дать общую оценку перспектив выявления на Чукотке месторождений золота, столь же крупных, как открытые недавно на Аляске. В экспедиции приняли участие и несколько американских геологов, специалистов по разведке россыпей. Впоследствии в своей книге ([Богданович, bogd011901]) К. И. Богданович жаловался на то, что американцы не соглашались с предлагаемой им методологией решения поставленной задачи, в которой, как теперь видно, были заложены принципы металлогенического анализа. Американцы считали, что надо посетить те места на Чукотском п-ове, где старатели уже обнаружили золото в шлихах, и дать прогнозную оценку этих долин, опираясь на свои геологические наблюдения в них, целенаправленно детализируя шлиховое опробование. А К. И. Богданович настаивал на том, что надо сначала поехать на Аляску, в ее золотоносные районы, наметить, с какими горными породами связана там золотая минерализация, которая определила собой образование россыпей, а затем найти такие породы на Чукотке. Подобным образом К. И. Богданович разрабатывал в 1895–1896 гг. оценку золотоносности побережья Охотского моря, где уже были действующие прииски близ пос. Охотск, и надо было решить, как и где вести дальнейшие поиски. В основе предложения распространить на Чукотку аляскинские металлогенические закономерности, как бы мы сказали сейчас, было представление о продолжении геологических структур с Аляски на Чукотку. Еще до экспедиции К. И. Богдановичу виделось, что это так. Он был первым поэтому и в том, что поставил вопрос о геологической связи Азиатского и Североамериканского континентов. Понимая, что это один из важнейших вопросов геологии Земли, он писал по этому поводу Э. Зюссу. Классик поддержал К. И. Богдановича. Преодолевая недовольство своих американских спутников, К. И. Богданович выполнил свою программу. Он пришел к выводу, что золотоносность и на Аляске, и на Чукотке контролируется мезозойским региональным метаморфизмом.

Почти век спустя, в 1994 г., была снова начата совместная работа российских (СВКНИИ) и американских геологов. На этот раз не было никаких методологических разногласий, сколько-нибудь подобных тому, с чем пришлось столкнуться К. И. Богдановичу. Были разные подходы к изучению объектов исследования. У амери-

канцев преобладал интерес к их тектонической характеристике, к малым структурным формам, к массовому измерению элементов залегания слоев, трещин, плоскостной и линейной ориентировки минеральных выделений и т.п. Очень большое значение придавалось определению изотопного возраста горных пород и минералов. Магаданская группа – петрологическая. Летом 1994 и 1995 гг. на Чукотском п-ове проведены совместные полевые исследования широкого геологического содержания. Они выполнялись по гранту Национального научного фонда США (NSF) EAR-9317087 в рамках крупного (почти миллион долларов на 1994–1996 гг.) научного проекта “Collaborative Research: Crustal Evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea” в координации с морскими сейсмозведочными работами по профилю через Берингов пролив. Ответственные исполнители гранта – профессора Стэнфордского университета Э. Миллер и С. Клемперер, который возглавил геофизическую часть проекта. В морской экспедиции участвовали и геологи из России: Н. А. Богданов (ИЛСАН, Москва) и Г. С. Гнибиденко (ДВГИ ДВО РАН). В полевых работах на Чукотском п-ове участвовали М. Л. Гельман, В. В. Акинин, Ю. Е. Апт, Б. М. Седов (СВКНИИ), сотрудник Института тектоники и геофизики ДВО РАН (Хабаровск) постоянно проживающий в Турции и преподающий в Стамбульском техническом университете Б. А. Натальин, Э. Л. Миллер и ее аспиранты (Стэнфордский университет), Ф. Ганс и его аспиранты (Калифорнийский университет в г. Санта-Барбара), Дж. Райт и его аспиранты (университет Райса, Техас). В совместных маршрутах, обогащая друг друга знаниями и умениями, специалисты, выросшие в разных научных школах, составили полевую геологическую карту, которая послужила основой для дальнейших обобщений и сравнений. Таким обобщениям в большой степени способствовали организованные Стэнфордским университетом поездки М. Л. Гельмана, В. В. Акинина, Б. М. Седова в США. В 1994 г. в Беркли (Калифорния) М. Л. Гельман представил Восьмой Международной конференции по геохронологии, космохронологии и изотопной геологии (ICOG8) доклад о типах позднемезозойских гранитов на северо-востоке Сибири. Тогда же, вместе с Б. М. Седовым, он участвовал в геологических экскурсиях в штатах Калифорния, Невада и Юта – на “комплексы метаморфического ядра Кордильер” (по программе ICOG8), а затем на батолит Сьерра Невада (пересечения в Йосемитском национальном парке и по Кинг-Каньону), в Береговые хребты близ г. Санта Барбара. К экскурсиям были подготовлены обстоятельные и глубоко продуманные путеводители. Ими руководили знатоки магматической и метаморфической геологии и тектоники Кордильер Э. Миллер, Ф. Ганс, А. Сноуке, У. Ноклберг, Дж. Мур и другие. Мы могли подробно осмотреть, обмениваясь мнениями, множество великоленных обнажений. Все это, конечно, принципиальным образом расширило возможность дальнейших обобщений и сопоставлений, новых выводов, относящихся как к северной части Тихоокеанского пояса вообще, так и к нашей северо-восточной Азии. В частности, стало очевидным, что подобие особенностей геологии и петрографии батолита Сьерра-Невада, Магаданского и дру-

гих в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе, замеченное еще Н. А. Шиловым, должно стать темой специального многостороннего обсуждения, которое может привести к фундаментальным выводам о природе гранитного магматизма в обрамлении Тихого океана.

В сентябре 1994 г. в Магадане под руководством К. В. Симакова и Д. К. Терстона (США) была проведена вторая Международная конференция по арктическим окраинам (первая была в Анкоридже в 1992 г.). Э. Миллер и М. Л. Гельман были организаторами и руководителями симпозиума “Окаймленные гнейсовые купола, комплексы метаморфических ядер и метаморфические комплексы с гранитным ядром”.

В 1997 г. М. Л. Гельман и В. В. Акинин были приглашены в Сан-Франциско на годичное собрание Американского геофизического союза с докладами: о мезозойском магматизме в северном обрамлении Тихого океана (Э. Миллер совместно с М. Л. Гельманом) и о происхождении мегакристов клинопироксена в неогеновых меланефеленитах на северо-востоке Сибири (В. В. Акинин совместно с А. В. Соболевым, ГЕОХИ РАН). Самое интересное в мезозойской истории магматизма на северо-востоке Азии и в Кордильерах Северной Америки – это почти строгая одновременность рубежей между магматическими эпохами, которые независимым образом намечаются в обрамлении Палеоокеана, по разные его стороны. При этом магматические события (основной или кислый магматизм и т.п.) в некоторые эпохи однотипны, в другие – различны на разных континентах, как, впрочем, и в разных провинциях на каждом из них.

В 1997 г. в международных изданиях появляются первые итоговые публикации, посвященные совместной научной работе на Чукотском п-ове, обобщениям по северу тихоокеанского обрамления [Akinin et al., 1997a, 1997b]. В 2002 г. Американское геологическое общество выпустило под редакцией Э. Миллера и С. М. Клемперера специальный сборник [Miller et al., 2002] по вопросам тектонической эволюции и истории магматизма в северной части тихоокеанского сектора Земли со статьями американских геологов в соавторстве с В. В. Акининым, М. Л. Гельманом, Л. М. Парфеновым (Якутский научный центр). В декабре 2004 г. в рамках годичного собрания Американского геофизического союза (AGU) в Стэнфордском университете под руководством Э. Миллера и В. В. Акинина, С. Д. Соколова (ГИН РАН) и А. И. Ханчука (ДВГИ ДВО РАН) проведено рабочее совещание “Joint U.S.–Russia workshop on the plate tectonic evolution of Northeast Russia”. Это было обеспечено грантом NSF 0534183. Программа AGU в Сан-Франциско включала специальную сессию по итогам совместной работы по геологии северо-востока Азии и Берингоморского региона, намечены дальнейшие направления исследований. За счет указанного гранта финансовую поддержку для участия в совещании получили 19 российских ученых.

Плодотворно продолжающееся сотрудничество СВКНИИ со Стэнфордским университетом направлено на изотопно-геохронологическое исследование магматических и метаморфических пород северо-востока Азии, северной части Тихого океана, приарктической Америки. В университетах США с помощью высококава-

лифицированных специалистов, используя прецизионное аналитическое оборудование, был совместно выполнен ряд пионерных изотопно-геохронологических и геохимических работ (U–Pb SHRIMP метод, 40Ar/39Ar метод) по изучению возраста Охотско-Чукотского вулканогенного пояса [Hourigan and Akinin, 2004], Колымского батолитового пояса [Акинин и др., 2009], по другим вопросам магматизма и осадконакопления в арктическом регионе [Miller et al., 2006, 2009].

Изучение мантийного базальтового вулканизма и глубинных ксенолитов

Докладом В. В. Акинина и А. В. Соболева в Сан-Франциско в 1997 г. открывалось новое направление в нашем международном сотрудничестве – изучение вулканических событий, при которых были вынесены из нижней коры и мантии включения минеральных зерен и обломков горных пород, всестороннее петрографическое, минералогическое, геохимическое и изотопно-геохимическое исследование этих материалов, реконструкция истории глубинных геологических процессов.

В этом направлении первые контакты с американскими учеными Э. Молл-Столкап и М. Роденом были инициированы В. В. Акининым в начале 1990-х гг. Переписка по обычной и электронной почте привела к совместному проекту по изучению геохимии и минеральной термометрии мантийных ксенолитов Беринговоморского региона. В итоговой совместной статье сделан предположительный вывод о том, что неогеновым вулканическим извержениям, в которых были подняты глубинные ксенолиты, непосредственно предшествовало нарушение геотермического градиента, возможно, в связи с начинающимся развитием горячей точки [Akinin et al., 1997a]. Затем к исследованиям в этом направлении, в том числе с организацией полевых экспедиций на Чукотку и в Северное Приохотье, подключились ученые из Венского университета – Т. Нтафлос и К. Тчегг. В СВКНИИ в работах, кроме В. В. Акинина, участвует В. В. Леонова. В настоящее время продолжается финансируемый РФФИ и Австрийским научным фондом проект по изучению геохимии мантии на границе современных плит (грант 09-05-91005-АНФ). Публикации касаются генезиса глубинных включений – фрагментов верхней мантии [Akinin et al., 2005; Ntaflos et al., 2008; Solovova et al., 2007]. Самые интересные в общегеологическом отношении результаты получены при петрологическом и изотопно-геохронологическом исследовании нижнекоровых ксенолитов. При их сопоставлении с данными сейсмического профилирования и данными по геологии обнаженных на поверхности горных пород получен вывод о преимущественно меловом возрасте нижней коры и границы Мохо в регионе Берингова пролива, о существенном преобразовании глубоких частей окраинно-континентальной земной коры в результате глобальных магматических событий [Akinin et al., 2009; Miller and Akinin, 2008].

Тектоника и металлогения северной Пацифики

Решение о международных исследованиях с участием СВКНИИ, направленных на изучение тектонических и металлогенических проблем в их взаимосвязи, было принято в сентябре 1989 г. в Благовещенске, на международной конференции. Тогда институты ДВО АН СССР и учреждения МинГЕО СССР подписали меморандум о сотрудничестве в этой области с Геологическими службами США и Канады. Но полностью развернуть исследование не удалось из-за наступивших в СССР в 1990-е гг. преобразований. Тогда директор СВКНИИ А. А. Сидоров и главный геолог СВПГО И. С. Розенблум договорились о том, чтобы начать работы по более узкой программе, включающей сравнительное изучение важнейших рудных месторождений, металлогении и тектоники российского Дальнего Востока, Аляски и Канадских Кордильер. От СВКНИИ в этом стали участвовать А. А. Сидоров (металлогения), С. Г. Бялбожеский (тектоника) и Р. А. Еремин (рудные месторождения), от СВПГО – И. С. Розенблум и М. Е. Городинский, специализировавшиеся в области региональной геологии и металлогении, а также Г. М. Сосунов, которому принадлежала главная роль в подготовке изданных в 1980-е гг. в м-бе 1 : 1500000 Геологической карты Северо-Востока СССР, Металлогенической карты Магаданской области и сопредельных территорий и приложений к ним. В работе принимал участие также А. И. Поздеев (“Камчатгеология”). Североамериканскую часть проекта представляли К. М. Даусон (Геологическая служба Канады), Д. Грайбек и У. Дж. Ноклеберг (Геологическая служба США), Т. К. Бандтцен (Геологическая служба штата Аляска).

Значение этого проекта для дальнейших исследований в области тектоники и металлогении Севера Пацифики трудно переоценить – впервые удалось системно описать строение северо-востока Азии в понятиях, основанных на идеях тектоники литосферных плит, на которые опирались во всех своих построениях наши американские коллеги. Стороны долго “притирались” друг к другу на рабочих встречах и в совместных полевых выездах, проведенных на Аляске, в Ванкувере и в Сан-Франциско, в Магадане, пока не были найдены компромиссы в использовании методологий – нашей традиционной, фиксистой и плейт-тектонической террейновой, категорически принятой американскими коллегами. Дело пошло, когда, основываясь на структурно-формационном районировании, разработанном у нас для отдельных этапов истории осадконакопления, удалось, наконец, представить северо-восток Азии как ансамбль террейнов. В 1993 году в виде так называемого “Открытого отчета Геологической службы США” (OFR 93-339) от имени международного коллектива авторов издаются Карта террейнов северо-востока Азии и материковой Аляски м-ба 1 : 4000000, карты рудных месторождений и металлогенических поясов м-ба 1 : 10000000. Это сопровождается таблицами с характеристикой модельных типов месторождений. В числе авторов – магаданцы Р. А. Еремин, А. А. Сидоров, С. Г. Бялбожеский и В. И. Шпикерман (СВКНИИ),

И. С. Розенблюм, Г. М. Сосунов и М. Е. Городинский (СВНГО). Для российских специалистов понятие о типах месторождений, модельных для металлогенических поясов с той или иной определенной тектонической позицией, было новым, сначала трудным, но методологически очень интересным элементом металлогенического анализа.

Данный первый опыт показал, что для полноты тектонических и металлогенических сопоставлений необходимо расширить сравниваемые территории и привлечь более широкий коллектив специалистов к обсуждению взаимосвязи проблем аккреционной тектоники и металлогении. От этого можно было ожидать результатов общенаучного значения. Ведь Северная Пацифика может считаться базовой областью на Земле для решения вопросов аккреционной тектоники, ибо здесь, в обрамлении Тихого и Северного Ледовитого океанов, “сошлись” два стабильных древних ядра (Сибирская и Северо-Американская платформы вместе с окружающими каждую пассивными и активными окраинами). Именно здесь можно проследить, а иногда и выявить, в каких палеогеодинамических обстановках, в связи с какими тектоническими структурами формировалось оруденение разных типов, как все это соотносится с образованием грандиозных магматических поясов, имеющих разную тектоническую природу. И уже с 1994 г. работы продолжились по новому, более широкому проекту “Тектоника и металлогения Востока России, Аляски и Канадских Кордильер”. Немалую роль в переходе на новый проект сыграла проведенная в Магадане в 1994 г. Международная конференция по геологии Арктических окраин. К работе по новому проекту были привлечены ученые из Японии, КНР, МНР, республики Корея. Расширилась группа российских участников: в ней стали активно сотрудничать Н. А. Горячев и В. И. Шпикерман (СВКНИИ), Л. М. Парфенов (ИГАБМ СО РАН, Якутск), А. И. Ханчук и В. В. Раткин, Е. Д. и Р. И. Петраченко (ДВГИ ДВО РАН, Владивосток), затем еще С. М. Родионов и Б. А. Натальин (ИТИГ ДВО РАН, Хабаровск). Установились связи с ГИН АН РАН (С. Д. Соколов), с НПО “Аэрогеология” (Л. М. Натапов). Благодаря Л. М. Парфенову и А. И. Ханчуку, которые плодотворно используют и развивают методы террейнового анализа применительно к Дальнему Востоку, были уточнены тектонические принципы в коллективных металлогенических обобщениях. Предложения Н. А. Горячева и других российских участников проекта способствовали тому, что в характеристике металлогенического облика тектонических структур (на обоих континентах) была существенно уточнена роль магматизма в рудогенезе вообще и в золотом оруденении в частности. В итоге удалось создать на геодинамической основе новую систематику минеральных типов месторождений полезных ископаемых.

В 1994 г. выходит Карта тектоно-стратиграфических террейнов северного обрамления Пацифики на 2 листах в м-бе 1 : 5000000 и на 2 листах в м-бе 1 : 10000000, с объяснительной запиской (У. Дж. Ноклеберг, Л. М. Парфенов, Дж. У. Монгер, Б. В. Баранов, С. Г. Бялобжеский, Т. К. Бандцен, Т. Д. Финей, К. Фуджита, С. П. Гордей, А. Грантц, А. И. Ханчук, Б. А. Натальин, Л. М. Натапов,

Я. О. Нортон, У. У. Патон, мл., Г. Плафкер, Д. У. Шолл, С. Д. Соколов, Г. М. Сосунов, Д. Б. Стоун, Р. У. Тейбор, Н. В. Цуканов, Т. Л. Валье, К. Ваquita, Геологическая служба США, OFR 94-714). А в 1997 г. почти тот же авторский коллектив публикует сводный вариант этой карты террейнов – на одном листе, м-б 1 : 10000000 (в геологических службах: США – OFR 96-727, Канады – OF 3428). Этим создана основа для металлогенических построений. В 1996 и в 1997 гг. в США публикуется сводка по важнейшим рудным месторождениям и россыпным районам на российском Дальнем Востоке, на Аляске и в Канадских Кордильерах (в виде книги, OFR 96-513-A, и как CD-ROM, OFR-96-513-B). Заметим, что при подготовке этого международного издания наши американские коллеги сделали соответствующую сводку по Аляске. В 1997 г. появляются новые Карты минеральных месторождений (1 : 5000000) и металлогенических поясов (1 : 10000000) Дальнего Востока России, Аляски и Канадских Кордильер (Геологическая служба Канады, OF 3446). Работа продолжается дальше, и в следующем 1998 г. делается еще один CD-ROM (Геологическая служба США, OFR-98-136) – сводные карты террейнов, минеральных месторождений и металлогенических поясов Дальнего Востока России, Аляски и Канадских Кордильер; авторский коллектив тот же. В 2000 г. У. Дж. Ноклеберг, Л. М. Парфенов, Дж. У. Монгер, Я. О. Нортон, А. И. Ханчук, Д. Б. Стоун, К. Р. Скотезе, Д. У. Шолл и К. Фуджита, представляющие среди участников проекта группу с наиболее ярко выраженными интересами в области геотектоники, выпускают монографию, посвященную тектонической эволюции северного обрамления Тихого океана в фанерозое.

В 2001 г. создается новый CD-ROM, подписанный всем авторским коллективом, “Динамическая компьютерная модель металлогении и тектоники на севере Тихоокеанского обрамления” (OFR-01-261). В 2005 г. издается вторая, итогового характера, монография [Nokleberg, 2005], которая содержит полную библиографию работ по проекту, выполненных до 2005 г., как и первая, тектоническая, – в серии обобщений Геологической службы США. Наконец, в 2010 г. в той же серии выходит третья монография “Металлогения и тектоника северо-восточной Азии” [Nokleberg, 2010]. Здесь понятие “северо-восточная Азия” включает не только северо-восток Сибири с Камчаткой, но и всю Якутию и Забайкалье, весь российский Дальний Восток, а также Японию, Корейский п-ов, северный Китай и Монголию. Поэтому среди авторов специалисты из разных научных центров России, геологи из Японии, КНР, Монголии, Кореи. В этой монографии нет обзора по западу Северной Америки, и, соответственно, среди ее авторов меньше ученых из США и Канады. Но и магаданский коллектив сокращен. Н. А. Горячев – один из авторов первой главы, посвященной методологии комплексного анализа региональной тектоники и металлогении. Вместе с ним упомянут давно покинувший СВКНИИ Р. А. Еремин (он внес определенный вклад в разработку методологии, когда совместные металлогенические исследования были начаты). В одном из приложений к монографии, где для каждого региона дана обобщенная характеристика главных металлогенических

поясов, как составитель соответствующего раздела выступает В. И. Шпикерман, который с 2001 г. работает во ВСЕГЕИ (Петербург). Очевидно, материал, изложенный в монографии 2010 г., для СВКНИИ может стать исходным для дальнейшего сопоставления металлогенических проблем северо-восточной Сибири и Центральной Азии, для обстоятельного сравнения особенностей геологической истории, магматизма и минерализации в нашей материковой части Тихоокеанского пояса и Японских овов. И то и другое может привести к важным научным и прикладным выводам. Вероятному продолжению международного сотрудничества в этом направлении будут способствовать устанавливающиеся контакты директора СВКНИИ Н. А. Горячева с монгольскими, китайскими и японскими учеными.

Три названные монографии на сегодня представляют собой крупнейшие англоязычные сводки тектонических и металлогенических данных по северному обрамлению Пацифики и по азиатской его части, в частности. На русском языке соответствующий обстоятельный обзор для Дальнего Востока России сделан под редакцией А. И. Ханчука сотрудниками институтов ДВО, в том числе СВКНИИ, теми, кто привлечен к международным проектам, по разработанной в них методологии, естественно, отчасти модернизированной [Ханчук, 2006]. В основу положен террейновый анализ, и уже в первой главе, в единой связке, обсуждаются вопросы его терминологии, геодинамической типизации террейнов и принципов выделения металлогенических таксонов. Охарактеризованы кратоны и разновозрастные орогенные пояса Дальнего Востока (в несколько новой их систематике). Описаны магматические пояса и осадочные бассейны. Содержание специальной главы “Типы месторождений полезных ископаемых” отражает развитие метода выделения модельных типов месторождений. За ней, как и в англоязычных публикациях, следует характеристика металлогенических поясов и рудных районов. В методологическом отношении к этой книге примыкает монография по соседней территории Республики Саха (Якутия) под редакцией также участвовавших в международных проектах Л. М. Парфенова и М. И. Кузьмина [Парфенова и Кузьмин, 2001].

Параллельно с коллективной работой над обобщениями, инициированными с американской стороны в 1990-х гг. У. Дж. Ноклебергом, СВКНИИ и Университет штата Аляска в Фербенксе в 1995–1997 гг. участвуют в двустороннем проекте по изучению золотого оруденения и гранитоидного магматизма Магаданской области (В. И. Гончаров, Н. А. Горячев, С. В. Ворошин, В. А. Сидоров) и востока центральной Аляски (Р. Дж. Ньюберри, Т. К. Бандтцен, П. У. Лейер). Этот более специализированный проект нацелен на один из самых злободневных вопросов металлогении северо-востока Сибири, решение которого будет, наверное, влиять на выбор направления поисков месторождений золота. А давняя общая проблема связи эндогенного золотого оруденения с гранитоидным магматизмом, начало дискуссия по которой применительно к золотоносным поясам северо-восточной Сибири почти не утихает с середины XX в., очевидно, получает новое направление при сравнении разных про-

винций, где характерны проявления кислого магматизма и золотой минерализации в единую металлогеническую эпоху. Результаты этого проекта нашли свое место в трудах Всероссийской конференции с международным участием “Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики”, состоявшейся в сентябре 1997 года в Магадане [Гончаров, 2000а, 2000б]. Статья У. Дж. Ноклеберга, Н. А. Горячева, В. И. Шпикермана, Т. К. Бандцена, А. И. Ханчука, В. В. Раткина и Л. М. Парфенова предлагает читателю единую для Аляски и Дальнего Востока России тектоническую модель генезиса металлогенических поясов с месторождениями золота, связанными с гранитоидами.

М. Л. Гельман, рассматривая геолого-петрологические аспекты связи золотого оруденения и гранитоидного магматизма, находит сходство в чертах взаимосвязи явлений кислого магматизма, регионального метаморфизма и рудогенезиса в позднемезозойской Яно-Кольмской золотоносной провинции и в раннедокембрийской в Западной Австралии, в батолитовых поясах – позднемезозойском Чукотском и позднемезозойском – кайнозойском Кордильерском. Типовые черты золотоносности зеленокаменных поясов на Украинском и других древних щитах (классический пример которых – пояс Норсмен-Уилуна и другие в Западной Австралии, рассматривавшиеся М. Л. Гельманом), правомочность сравнения их с металлогенических позиций с фанерозойскими золотоносными провинциями – тема статьи В. Н. Воеводиной, Е. А. Кулиша, И. М. Пилипенко, Г. П. Еремеева и О. А. Крамара.

Сравнения, проведенные в этих статьях, открывают новые направления исследований, намечают новые подходы к решению прикладных задач. В трудах конференции содержится обстоятельный геологический, минералогический и геохимический материал по северо-востоку России, Приамурью, Кузнецкому Ала-Тау, другим регионам, относящийся к проблеме связи золотого оруденения с гранитоидным магматизмом. С теоретических позиций на примерах из северо-восточной Азии, Аляски и Канады обсуждается геохимия, физическая химия и геохронология золотоносных рудно-магматических систем. Необходимость сравнений геологии и металлогении разновозрастных и расположенных на разных континентах провинций с генетически сопряженными в той или иной степени гранитами и месторождениями золота становилась очевидной, и С. В. Ворошин и В. И. Гончаров (СВКНИИ) выступили с предложением привлечь к этому компьютерные технологии. СВКНИИ и компанией ВНР-Minerals был реализован двусторонний проект по созданию ГИС, соответствующих этой задаче сравнения, по территориям Магаданской области и Северной Австралии. В СВКНИИ оформилось новое научное направление – создание геоинформационных технологий, и такая работа должна быть продолжена. Один из примеров того, какое значение может приобрести выявление межконтинентальных металлогенических аналогий, – вопрос о золото-порфировых месторождениях, поднятый на конференции по Золотому оруденению А. А. Сидоровым. Открытие такого типа гранитогенного месторождения Форт Нокс на Аляске стало поводом обосно-

ванных предложений провести переоценку известных в аналогичных геологических условиях на северо-востоке Сибири рудных узлов с проявлениями так называемой золото-редкометалльной формации.

Накопленный СВКНИИ опыт сотрудничества по проблемам металлогении с геологами разных научных школ позволил успешно провести в 2008 г. в Магадане крупный международный горно-геологический Форум “Золото северного обрамления Пацифика” под эгидой таких авторитетных организаций, как общество геологов, изучающих промышленные месторождения твердых полезных ископаемых (Society of Economic Geologists, SEG), Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD), с участием нынешнего президента SEG Дж. Хеденквиста, других известных ученых. Начата подготовка к проведению второго такого форума в СВКНИИ в 2011 г. Эти конференции деятельно поддерживаются Администрацией Магаданской области, поскольку заинтересованное и разностороннее обсуждение геологической, горно-технической и экономической проблематики позволяет уточнить направления развития горнодобывающей промышленности в области, привлекает к ней внимание возможных инвесторов.

В 2008 г. Н. А. Горячев избран членом-корреспондентом РАН. В этом можно видеть оценку поиска новых подходов в металлогеническом анализе, синтезирующих отечественный и зарубежный опыт, организационной деятельности по части международных исследований в области тектоники и региональной металлогении. Опираясь на принципы террейнового анализа, другой активный участник всех работ по металлогении и тектонике обрамления Северной Пацифики В. И. Шпикерман подготовил и защитил в 1997 г. докторскую диссертацию. Его работа [Шпикерман, 1998] – непревзойденный синтез по палеозойской и докембрийской минерации на северо-востоке Азии.

Эволюция природной среды Берингии

В позднем кайнозое Евразийский и Североамериканский континенты были неоднократно соединены так называемым Берингийским мостом суши, что играло очень важную роль в палеогеографии, в формировании арктических климатов и биот, в истории миграций древних людей. Единая суша Берингия, разделявшая Северный Ледовитый и Тихий океаны, привлекает к себе настойчивое внимание геологов, палеоклиматологов, археологов и историков из России, США, Канады и других стран. Археологов более интересуют Берингийские мосты, бывшие в последние полтора десятка тысяч лет, но геологическое исследование проблемы заставляет рассматривать всю историю позднего неогена и четвертичного периода (например, [Контримавичус, 1976]). При этом, когда говорят о Берингии, нередко имеют в виду разные по размеру территории. Сначала ее ограничивали непосредственными побережьями Берингова пролива. Потом стали включать Юкон, Аляску и бассейны Восточно-Сибирского и Чукотского морей в их части от р. Колыма в нижнем

течении до Анадырского залива и Чукотского п-ова. Работы СВКНИИ показали, однако, что позднекайнозойская геологическая история, как и история цивилизации в Берингии, могут быть рассмотрены только на всем пространстве северо-восточной Сибири и северо-запада Америки. П. М. Андерсон и А. В. Ложкин, совместной работой которых начато еще в 1980-х гг. сотрудничество университета штата Вашингтон (Сиэтл) и СВКНИИ по этой проблеме, пишут в проекте новых международных исследований: “Берингия включает аркто-бореальный регион, протянувшийся от Верхоянского хребта в восточном направлении до северо-запада Канады”. Ими инициированы полевые и лабораторные работы, направленные на реконструкцию плейстоценовых и голоценовых климатов методом исследования состава и возраста донных осадков в озерах в Северном Приохотье, на Чукотке, а затем также и на Камчатке и Курильских о-вах и в Приморье. Ожидалось, что озерные осадки – это непрерывная летопись климатических и связанных с ними событий в конце неогена и в четвертичном периоде. И это подтвердилось (см., например, [Ложкин и др., 2010]).

Для того, чтобы восстановить палеоклиматы Берингии, оказалось необходимым выйти за ее пределы и, сравнивая палинологическое, карпологическое и палеонтологическое содержание осадков, их палеомагнитные, химические и изотопно-геохимические характеристики, совершенствовать методологию исследований, новых не только для СВКНИИ, но и для науки в целом. Наука должна глубже понять причины сегодняшних пугающих климатических аномалий, определить, что более в них повинно – неразумная хозяйственная деятельность человека или изменчивая по сути своей природа, решить, что надо делать для сохранения культуры. В связи с этим обостряется интерес к изменениям климата в недавнем геологическом прошлом в арктических и субарктических районах, где с течением времени менялись контуры суши и моря и, соответственно, рисунок холодных и теплых морских течений, где таяли и распространялись ледники. Расширяется круг международного научного сотрудничества. В СВКНИИ в этот круг вовлечена вся лаборатория геологии и палеогеографии, лаборатория неотектоники, геоморфодинамики и геологии россыпей, лаборатория палеомагнетизма. Кроме СВКНИИ, в работах участвуют ученые США, Германии, Австрии. Работы поддерживаются целевой программой ДВО РАН, Министерством науки и образования РФ, РФФИ, Национальным научным фондом США, Министерством науки и образования, институтом А. Вегенера и Центром геологических исследований Германии, Министерством образования Австрии. Для СВКНИИ эта тематика означает, кроме получения важных научных результатов, также совершенствование методологии лабораторных исследований, повышение уровня квалификации специалистов, в том числе, начинающих ученых, привлеченных к проблеме.

Первый опыт исследования озерных осадков для реконструкции позднечетвертичного растительного покрова северо-востока Сибири проведен СВКНИИ в 1985 г. Тогда были подняты первые керны осадков озер на водоразделе бассейнов Тихого и Северного Ледовитого океа-

нов. Первая международная экспедиция организуется в 1989 г. для изучения осадков ледниковых озер в хр. Анна-чаг (верховья р. Колыма). Создание моделей эволюции растительного покрова, зависящей от климатических изменений, требует, чтобы ископаемые пыльцевые летописи были отобраны по достаточно густой сети. Поэтому география изучения озерных осадков для реконструкции палеоклиматов значительно расширяется. Полевые работы проводятся на территории между Аляскинским хребтом и северным побережьем зал. Аляска, в районе г. Мак-Кинли, на п-ове Сьюард, на о. Святого Лаврентия, на севере Чукотки, на о. Врангеля, в бассейне р. Анадырь, в хр. Кэнкэрэн, в горных районах в бассейнах рр. Колыма и Индигирка, в Северном Приохотье. Теперь базу исследования четвертичных климатов и растительности Берингии составляют: а) более 100 ископаемых озерных пыльцевых записей; б) 310 палинологических спектров, полученных при анализе проб, отобранных на границе вода-осадок в озерах на северо-востоке Сибири и Аляске, что отражает современный пыльцевой дождь в различных фитогеографических районах.

На западе Берингии непрерывные климатические летописи, наиболее информативные с точки зрения их длительности, получены при бурении осадков оз. Эликчан-4 на Охотско-Колымском водоразделе (1991–2009 гг.). Вскрыты осадки мощностью около 10 м. Запечатленная в них пыльцевая летопись показывает изменение климата и растительности за последние 70 тыс. лет, соответствует морским кислородно-изотопным стадиям 4–1 современной стратиграфической шкалы позднего кайнозоя. В этой летописи зафиксированы неоднократные потепления и похолодания, что позволяет провести сопоставления Северного Приохотья с другими районами Сибири, с Северной Америкой [Ложкин и др., 2010]. Ожидается, что еще глубже заглянуть в климатическую историю четвертичного периода удастся, если мы сможем пробурить осадки оз. Алут, расположенного на том же водоразделе. Для этого потребуется более мощное буровое оборудование, например, какое использовалось в 2009 г. на оз. Эльгыгытгын в северо-западной части Анадырского плоскогорья.

Озеро Эльгыгытгын – уникальный феномен. Еще в 1930-х гг. С. В. Обручев, пролетавший над ним, путешествуя по горам и тундрам Чукотки, предположил, что оно заполняет либо кратер гигантского вулкана, либо выход вулканической трубки взрыва, либо, возможно, метеоритный кратер. Об ударном метаморфизме, испытанном горными породами на его берегах, стали определенно говорить после того, как в 1977–1978 гг. Е. П. Гуров и Е. П. Гурова нашли коэсит и стишовит в параморфозах по вкрапленникам кварца в вулканитах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, на которых покоится озеро. Тогда же Р. С. Дитц и Дж. Ф. Меллоне, рассмотревшие оз. Эльгыгытгын на американских космических снимках Анадырского плоскогорья, представили его как огромный метеоритный кратер и увязали с его образованием происхождение австралитов и тектитов Юго-Восточной Азии. В результате целенаправленных исследований В. И. Фельдмана (МГУ) структура, в которой образовалось озеро, характеризуется как одна из самых

замечательных астроблем на Земле. Сегодня это наиболее распространенное представление о его природе. Однако, один из первых исследователей геологии Анадырского плоскогорья В. Ф. Белый много лет отстаивал мнение о том, что импактогенез здесь – это следствие вулканического взрыва небывалой силы, какого не знает современная вулканология, но какие бывали в геологическом прошлом. Независимо от того, связано ли происхождение озера с земными эндогенными или с космогенными событиями, его возраст, определенный в результате геохронологического изучения импактных пород и по распространению их фрагментов в четвертичных отложениях в его окрестности, оценивается в 3,6 млн лет.

Со всех сторон озеро окружено горами. В него втекает 50 небольших ручьев, вытекает только одна река – Энмываам. Можно было думать, что осадки на дне озера хранят данные о климате не только голоцена и плейстоцена, но и плиоцена. Общий интерес к исследованиям на оз. Эльгыгытгын, конечно, обострился еще и надеждой уточнить что-нибудь в вопросе его происхождения. В 1996 г., после магаданской сессии ICAM, где прошел симпозиум “Позднекайнозойская история Берингии – новые перспективы”, было решено приступить к таким исследованиям.

В рамках пилотных проектов “Палеоклиматические исследования озера Эльгыгытгын: рекогносцировочные исследования” и “Палеоклиматическая история оз. Эльгыгытгын” в 1998, 2000 и 2003 гг. состоялись три Международные российско-американско-германские экспедиции. Проводились геоморфологические и геологические наблюдения в ближних и дальних окрестностях озера, начато бурение его осадков. В апреле и мае 1998 г. со льда пройден сейсмический профиль, в наиболее глубокой части озера (173 м) в его осадках пробурены две скважины: PG-1351 и PG-1352 глубиной соответственно 12,83 м и 4,1 м. Для бурения использована специальная установка, разработанная в Институте полярных и морских исследований имени Альфреда Вегенера (г. Потсдам, Германия) и уже опробованная в Антарктиде. Вскрытые скважинами алевропелитовые биогенно-терригенные илы, чередующиеся с прослоями глины и с прослоями тонкозернистого песка, местами содержат скопления конкреций вивианита, а также мелкие обломки горных пород с озерных склонов, разнесенные плавающими льдами. В экспедиции 1998 г. участвовали: с российской стороны О. Ю. Глушкова и П. С. Минюк (СВКНИИ), с американской – профессор М. Нолан (Северный инженерный институт университета штата Аляска, г. Фербенкс), профессор Дж. Бригхем-Гретте (Массачусетский университет, г. Амхерст), с германской стороны – П. Овердун и А. Зильке (Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера, г. Потсдам). Первые данные по стратиграфии, литологии и минералогии осадков получены с помощью палинологического, диатомового, радиоуглеродного, минералогического, оптиколюминисцентного, рентгеноспектрального и палеомагнитного анализов. Изучалась органическая и неорганическая геохимия импактитов, определялся их изотопный возраст. В аналитических работах были задействованы О. Ю. Глушкова, П. С. Минюк, А. В. Ложкин, Т. В. Магросова, Б. В. Белая

(СВКНИИ), М. В. Черепанова (Биолого-почвенный институт ДВО РАН), П. М. Андерсон, Дж. Бригхем-Гретте, М. Нолан, П. Лейер, Д. Стоун, С. Форман (США), М. Меллес, П. Овердун, А. Зильке, Н. Новачек (Германия).

Полученные в результате оптиколуминисцентного и радиоуглеродного анализов данные позволили установить, что осадки накапливались на дне озера непрерывно в течение почти 300000 лет (с 8 по 1 морские изотопно-кислородные стадии) со скоростью приблизительно 4,2 см за 1000 лет. Тем самым подтвердилось, что в позднем неоплейстоцене ледников на Анадырском плоскогорье не было. Содержания органического углерода, азота и серы на некоторых интервалах керна показывают, что временами на дне озера или, по крайней мере, в верхней части осадка были восстановительные условия. Причиной сокращения газообмена с атмосферой, вызывавшего это, могло быть наличие круглогодичного ледового покрова, что фиксирует эпохи похолодания. Изменения магнитной восприимчивости выявляют как теплые интервалы, когда с окружающих склонов на дно в обилии поступали магнитные минералы, так и холодные, с низким содержанием магнитной фракции. Теплым интервалам соответствует также высокая концентрация стронция.

По результатам спорово-пыльцевого анализа получена непрерывная пыльцевая летопись, позволившая установить изменения характера растительности от среднего неоплейстоцена до современности. Было получено первое убедительное свидетельство значительного потепления климата в Арктике в начале позднего неоплейстоцена (около 100 тысяч лет назад, стадия 5). Определение возраста импактитов аргон-аргоновым методом, выполненное П. Леером (Фербенкс, США) подтвердило полученную ранее калий-аргоновым методом дату 3,6 млн. лет. По результатам Международной экспедиции 1998 г. опубликовано более 40 работ. Наиболее значимые выводы содержатся в январском номере *Journal of paleolimnology* (Vol. 3) за 2007 год.

Летом 2000 и 2003 гг. в районе оз. Эльгыгытгын проведены еще две Международные экспедиции (ученые из США, Германии и России). С катамаранов по всей акватории было пробурено более 40 скважин. Из самой глубокой LZ-1024, пробуренной в центральной части озера, извлечены осадки мощностью 16 м. Группой немецких исследователей в течение двух сезонов проводилось сейсмическое профилирование. Наземные исследования, выполнялись российскими и немецкими учеными. Г. Швальборн (Германия, Потсдам) и Г. Б. Федоров (ААНИИ, Петербург) изучали многолетнемерзлые породы в береговых обнажениях и в буровых кернах. О. Ю. Глушкова и В. Н. Смирнов (СВКНИИ) в маршрутах изучали особенности морфоструктуры района озера, оценивали интенсивность экзогенных процессов, разрушающих и преобразующих кратер Эльгыгытгын. Установлена хорошая сохранность поверхности регионального выравнивания. К югу от озера, в районе Мечекрыннетвеевской впадины, в многочисленных обнажениях на речных берегах, почти повсеместно можно видеть кору химического выветривания на меловых базальтах, игнимбритах, аргилли-

тах. Эта кора перекрыта раннеплиоценовым аллювием. Его литологические особенности указывают на то, что до импактного события в районе были полноводные реки со спокойным течением. В разрезах отложений Мечекрыннетвеевской впадины зафиксирован момент взрыва. В большинстве из них выделяется слой мощностью от 0,4 до 1,5 м с фрагментами импактных стекол и пемзы, таких, как на кратерных склонах. Выше залегает грубо слоистый галечник с крупными литическими обломками, со стволами деревьев. Смена характера осадков указывает на изменение тектонического режима в позднем плиоцене и в квартере. В кратерной котловине обнаружено несколько озерных террас. Терраса высотой 35–45 м была сформирована, по-видимому, не позднее среднего неоплейстоцена. Возраст террас высотой 9,5–12 м и 3–5 м поднеоплейстоценовый и голоценовый, что подтверждается изотопным датированием осадков. Были установлены изменения характера растительного покрова во второй половине плейстоцена. Выявленные с помощью спорово-пыльцевого анализа спектры хорошо коррелируют со спектрами донных отложений скважин.

С 2005 г. действует международный проект “Глубокое бурение озера Эльгыгытгын”, руководители Дж. Бритхем-Гретте (США), М. Меллес (Германия), П. С. Минюк (Россия), К. Кеберл (Австрия). Зимой и весной 2009 г. пробурены три скважины – 1А, 1В и 1С – глубиной от дна озера 146, 112 и 517 м соответственно. Скважины прошли через всю толщу осадков и вскрыли в их основании вулканические и импактные породы. Международный коллектив, продолжая обработку материалов, надеется получить уникальную палеоклиматическую летопись – от позднего плиоцена до современности. Возможно, удастся также уточнить наши представления об импактогенезе.

Изучение озерных осадков – это один из путей познания истории климатических изменений. С ним сочетается изучение истории оледенений геоморфологическими методами. Количество оледенений, продолжительность существования ледников, площадь их распространения и мощность полно отражают климатические планетарные изменения.

Геоморфологические исследования – традиционное направление геологических работ на северо-востоке Сибири, с их помощью было раскрыто его богатство россыпями золота и других тяжелых минералов. На конференции ICAM в 1994 г. в Магадане была обсуждена возможность организовать международные исследования истории оледенений в Берингии. И в 1995–1997 гг. уже действовала Международная программа “Хронология и корреляция четвертичных оледенений и межледниковий северо-востока России и северо-запада Америки”. Предметом исследований служило изучение ледниковых форм рельефа и коррелятивных им отложений для восстановления ледниковых событий в западной и в восточной Берингии. В 1995 г. состоялась Международная экспедиция. Исследования были направлены на изучение особенностей ледниковых форм рельефа и коррелятивных отложений в хребте Пекульней и в бассейне р. Танюрер. С американской стороны в ней принимали участие Дж. Бригхем-Гретте, Л. Гуалтиери, Д. Мостоллер (Масачуссетский универси-

тет, США), Т. Гамильтон (Геологическая служба США), с российской – О. Ю. Глушкова (СВКНИИ), А. Н. Котов и А. А. Галанин (НИИЦ “Чукотка”). В результате исследований определены тип плейстоценовых ледников и их протяженность, получены новые данные о хронологии ледниковых событий, в том числе о возрасте последнего ледникового максимума.

В 1996 г. О. Ю. Глушкова принимала участие в полевых работах на Аляске, в хр. Брукс и на п-ве Сьюард, по программе российско-американских исследований “Плейстоценовые оледенения и межледниковья, палеоклиматическая история северо-востока Российской Арктики: сравнение с Аляской”. С целью дальнейших сравнений изучались стратиграфические разрезы и ледниковые формы рельефа. Изучение материалов продолжается, предполагается выполнить палеогеографические реконструкции для времени двух последних оледенений, уточнить корреляцию ледниковых событий в западной и восточной Берингии. Палеогеографические карты представят собой основу для систематизации археологических данных о заселении Берингии человеком. Эта проблема была поднята в трудах Н. Н. Дикова, при организации СВКНИИ возглавившего в нем направление, включающее археологию, историю, этнографию и языки малых народов северо-востока СССР. Теперь она продолжает продуктивно разрабатываться в Институте при участии ученых из США в полевых и обобщающих работах (например, [Goebel et al., 2003, 2010; Yesner and Slobodin, 2003; и др.]).

Заключение. Общенаучное значение выполненных международных исследований. Возможная тематика новых проектов

СВКНИИ обречен на деятельное участие в международном научном сотрудничестве вследствие сложности и цельности тектонического устройства северо-восточной Сибири, главного объекта своих геологических исследований, который при этом занимает суверенное положение в Тихоокеанском подвижном и металлогеническом поясе и почти напрямую примыкает к Североамериканскому континенту. И такое сотрудничество было начато уже через два десятка лет после организации Института. Опыт СВКНИИ показывает, что совместные геологические экспедиции, выезды на типовые объекты исследования, координация обработки материалов в научных учреждениях разных стран – это путь к новым результатам общего значения в тех или иных разделах стратиграфии и исторической геологии, в петрологии, тектонике, металлогении, палеогеографии. Это прогресс в изучении положения границы девонской и каменноугольной систем и связанные с этим новые подходы в методологии установления стратиграфических границ вообще в работах К. В. Симакова и его сотрудников и коллег. Это и ожидаемое продвижение в принципиальной проблеме биоплярности фауны пермского периода. Этим занимается

А. С. Бяков с сотрудниками, сопоставляя вместе со стратиграфами и палеонтологами из Австралии, Аргентины и других стран особенности биоты в пермских седиментационных бассейнах, находящихся в разных полушариях Земли. Очевидно, широкое научное сотрудничество в области стратиграфии не должно ограничиваться только средним и верхним палеозоем.

Напомним, какими продуктивными были и в 1979, и в 1984 гг. дискуссии в экскурсиях на стратиграфический разрез на ручье Мирном (верховья р. Колыма) с границей ордовика и силура. Теперь работами М. Х. Гагиева и Е. В. Колесова по конодонтовой и по палеомагнитной шкале существенно расширена база для возможного дальнейшего изучения наметившейся тогда проблематики. О настоятельной необходимости обратиться к систематическому изучению верхнего докембрия на пространстве между Сибирской и Североамериканской платформами еще в 1985 г. писал В. Е. Хаин. Это путь к решению фундаментального вопроса о времени возникновения Палеоцифики. Попытки дать сравнительную характеристику верхнего докембрия Корьякского нагорья и Аляски в СВКНИИ делались [Гагиев и Иванов, 2000], но очевидно, что существенные научные результаты могли бы дать коллективные, по единой методологии, полевые работы на обоих материках и разносторонние лабораторные исследования.

К сожалению, еще совершенно недостаточно развернуты международные исследования по стратиграфии мезозоя. Это не соответствует тому определяющему значению, какое имели события мезозойской эры в формировании геологической структуры и металлогенического облика северо-восточной Сибири. Из того, что эта структура – эталонная в понятии о мезозоидах, вытекает общенаучное значение глобальных корреляций ее мезозойской геологической истории. В СВКНИИ за многие годы исследований, с перерывами проводившихся на Омолонском срединном массиве, собраны разнообразные палеонтологические, литологические и магнитологические материалы, характеризующие изменения на границе перми и триаса. Граница палеозоя и мезозоя сегодня объект пристального внимания мирового геологического сообщества, и кажется многообещающим ее изучение в разрезах морских отложений на северо-востоке Сибири с применением всего разнообразия методов, которыми пользуются исследователи проблемы в разных странах. Фундаментальное значение могут получить и исследования по более частным вопросам. Например, проблема рэтского яруса и границы триаса и юры могла бы быть значительно продвинута при совместных полевых выездах европейских и колымских геологов на разрезы верхнего триаса в Альпах и на северо-востоке Сибири. Ю. М. Бычков показал, что в палеогеографии позднего триаса на северо-востоке Сибири наряду с бореальной и тетической биотическими провинциями выделяется и разделяющая их провинция со смешанной фауной. Теперь мы должны быть более внимательными и осторожными в тектоническом истолковании сведений о климатической зональности в геологическом прошлом (см. [Гагиев и Иванов, 2000]).

Фацциальное разнообразие меловой системы на северо-

востоке Азии, включающей осадочные и вулканогенные накопления в крупных континентальных бассейнах и магматических поясах, а также морские осадочные толщи, представляет собой объект большого внимания исследователей континентального мела на севере Пацифики. Этой проблеме посвящено множество работ магаданских и чукотских геологов. Она периодически обсуждается на специализированных международных симпозиумах, в работах которых от СВКНИИ участвовали В. Ф. Белый, С. В. Щепетов, В. В. Акинин. Очевидно, результатов, интересных в общенаучном отношении, следует ожидать от желательных в будущем международных полевых исследований на Азиатском и Североамериканском континентах.

Сравнительное изучение мезозойских образований, наряду с палеозойскими и докембрийскими, на северо-востоке Азии, на Аляске и в Канаде было начато в конце 1980-х гг. по договору о сотрудничестве между НПО «Севморгеология» МинГЕО СССР (Ленинград) и канадским Институтом осадочной и нефтяной геологии (Калгари). В полевых экспедициях 1988 и 1989 гг. на Чукотку, в провинцию Юкон и северо-западную территорию Канады участвовали магаданские геологи Ю. М. Бычков и М. Е. Городинский, представлявшие СВПО МинГЕО СССР [Бычков и Городинский, 1991; Cecil et al., 1991]. В 1990-х гг. работы по этому проекту были заторможены, но установление контактов между учеными, занимающимися геологией приарктических стран, способствовало организации в 1994 г. магаданской сессии ICAM. Одна из тем, провозглашенных в проекте, – сравнение важнейших геологических провинций, окружающих Американо-Азиатский бассейн. Интерес к этому не прерывается в связи с продолжающимся изучением перспектив поисков месторождений нефти и горючего газа на шельфах арктических морей. И СВКНИИ в настоящее время разрабатывает проекты российско-американских работ, направленных на сравнение истории геологических структур в арктических странах.

Заканчивая обзор проблематики, относящейся к разным геологическим эрам, отметим, что включение материалов по стратиграфии и литологии раннекайнозойских отложений в Корякском нагорье должно обогатить обсуждение геологии палеогена и неогена в северной Пацифике, которое активно ведется на последних сессиях Международного геологического конгресса. И собственно для геологии северо-восточной Сибири новые данные об отложениях этого возраста в структуре Корякского нагорья могут оказаться существенными в развитии представлений о его металлогении. Эти отложения, накопившиеся в морских бассейнах отчасти одновременно с вулканизмом в разделяющих их хребтах, с проявлениями эпитепирмальной и иной минерализации, возможно, вмещают месторождения полезных ископаемых нового для нас вида. Что касается позднего кайнозоя, то успешно продолжающееся силами международного коллектива изучение эволюции природной среды Берингии должно раскрыть закономерности климатических изменений в плиоцене – четвертичном периоде в северной Пацифике. А это очень важно для понимания природы изменения климата на планете в целом.

Карта Циркум-Тихоокеанского магматизма [Красный, 1982] представляет фанерозойский гранитоидный магматизм как характерное и специфическое геологическое явление, повсеместное в обрамлении Тихого океана. Она может и должна служить основой в выяснении природы этого явления в целом. До сих пор мы привычно ищем объяснения геологической природы гранитов либо в замыкании геосинклиналей, либо, по новой парадигме, в коллизии литосферных блоков, или в загадочной активизации, в столь же загадочном некоем постколлизийном состоянии, в иных тектонических событиях, но всегда в истории определенного региона. Одна из общих особенностей формирования гранитных плутонов в тихоокеанском обрамлении раскрывается в результате сравнительного изучения гранито-метаморфических куполов в гранитоидных провинциях северо-востока Азии и Кордильеры Северной Америки. После того, как структуры такого типа впервые, в 1930-х и 1940-х гг., Е. Вегман и П. Эскола описали в фундаменте Балтийского щита под именем “гнейсовые купола облекания”, их долгое время считали спецификой раннего докембрия. И хотя в 1950-х и 1960-х гг. их стали находить в фанерозойских структурах Гренландии, Пиренеев, Аппалачей, все же это явление рассматривалась как некоторая экзотика. В 1960-х гг. С. М. Саница описал мезозойские окаймленные гнейсовые купола в Забайкалье, а потом и в других районах Дальнего Востока. Тогда же Г. А. Кейльман охарактеризовал на Урале целую систему подобных структур, называя их гнейсово-мигматитовыми, или мигматитовыми комплексами. Теперь мы видим их протяженные пояса в континентальном обрамлении Тихого океана, и понимаем, что это характерная форма проявления фанерозойского гранитного магматизма.

На материалах по Чукотскому поясу батолитов, по поднятиям на Омолонском срединном массиве мы показываем длительность формирования каждого купола. Их история – это сложная последовательность взаимосвязанных магматических (глубинных и вулканических) и метаморфических событий, с течением времени охватывающих мезозону и эпимезозону в батолитовом поясе. В целом эта история измеряется десятками (поздне-мезозойские куполы) и сотнями (познедокембрийские–среднепалеозойские куполы) миллионов лет. Наши американские коллеги Э. Миллер и Ф. Ганс [Miller and Gans, 1997], изучившие подобные структуры в кордильерской Провинции бассейнов и хребтов, имея в виду характерные черты тектонического строения и кайнозойской истории этой провинции, полагают, что происхождение куполов (комплексов метаморфического ядра Кордильер) определяется тектоникой растяжения. Мезозойские магматические и метаморфические породы, установленные в каждом изученном ими комплексе, они относят к некоторой предыстории метаморфического ядра. Из наблюдений в Чукотском батолитовом поясе, на Омолонском срединном массиве следует, что механические напряжения, в поле которых происходили разнообразные эндогенные события, сформировавшие гранито-метаморфические куполы, были изменчивы и в истории их роста, и в пространстве мезозоны и эпимезозоны в одно и то же время. Так же, по-видимому, было и в Кордильерском поя-

се. Обнаружившееся различие в истолковании опыта наблюдений на северо-востоке Азии и в Северной Америке нисколько не препятствует совместному проведению дальнейших исследований, напротив, помогает уточнить и разнообразить их задачи, модифицировать методологию. На обоих соседствующих континентах расположение гранито-метаморфических куполов играет определяющую и сходную при этом роль в региональной зональности размещения месторождений золота [Гончаров, 2000а, 2000б], и дальнейшее изучение этих новых в общем в геологии структур существенно и для развития металлогенических концепций, и для совершенствования поисковой методологии.

Успехи в познании гранитного магматизма, появившиеся при международном сотрудничестве геологов и петрологов, заставляют вспомнить, что на северо-востоке Азии, кроме гранитоидных провинций, есть и офиолитовые. Они четко разделены между собой. Корякская офиолитовая провинция – крупнейшая в мире, с обилием разнообразных магматических и метаморфических пород мезозойского, палеозойского, возможно, и позднедокембрийского возраста. Ее геолого-петрологическое изучение начато еще в 1912–1913 гг. П. И. Полевым (Геологический комитет России), продолжено в 1930-х–1950-х гг. ГРУ Дальстроя (Магадан) и Всесоюзным Арктическим институтом (затем НИИГА, Ленинград), с 1960-х гг. эта провинция становится объектом пристального внимания многих научных центров СССР. В 1960-х–1980-х гг. систематические исследования геолого-структурного, стратиграфического, литологического, петрологического и рудно-металлогенического направления проводит СВКНИИ в тесном контакте с ГИН АН СССР (Москва). При этом внимание к офиолитам на континентах Земли, которое проявляется с начала научной революции в геологии середины XX в., Корякская провинция могла бы приобрести роль эталонной. Почти все вопросы, которые возникают при изучении таких образований, могут, вероятно, найти здесь свое местное или даже общее решение.

Летом 1988 г. на геологическом симпозиуме в Благовещенске, посвященном проблемам геологии Дальнего Востока, У. У. Паттон (мл.), Геологическая служба США, выступил с заманчивым предложением в сотрудничестве СССР–США провести в 1989–1991 гг. сравнительное изучение офиолитовых террейнов Аляски и северо-востока СССР. Представлялось, что в итоге будет построена единая на обе провинции карта с разрезами, подобная тем четырем (Запад США, Средиземноморье, Урал, Тибет), которые уже были изданы в виде Международного атласа офиолитов (1979 г.) по международному проекту “Офиолиты континентов”. Организовать это не удалось. Американская сторона, которая брала на себя и главную роль в финансировании работы, считала, что исследовательская группа должна быть паритетной – по два представителя от каждой страны. Но участвовать в такой работе хотело бы несколько институтов ДВО, которые уже проводили в Корякском нагорье и в бассейне р. Анадырь геолого-структурные и петрологические исследования. На настойчивое предложение увеличить численность исследовательской группы У. У. Паттон растерянно отвечал: “У нас есть только двое, мы у себя больше

специалистов не найдем”. В 1990-е и последующие годы ДВО подобной работы сделать уже бы не мог. Но интерес остается! Реализация такого проекта для России значила бы и возможное реальное продвижение к раскрытию минеральных богатств Корякского нагорья, которые еще далеко, по-видимому, не познаны.

Карты металлогенических поясов северного обрамления Пацифики на тектонической основе, построенной по единым принципам для азиатской и для североамериканской его стороны [Nokleberg, 2005; и др.], представляют собой принципиально новый шаг в металлогенической науке. До этого единой общей основой для систематизации материалов по рудным месторождениям Тихоокеанского пояса было только прозорливо предложенное С. С. Смирновым в середине 1950-х гг. разделение его на внутреннюю и внешнюю зоны. При более детальных описаниях опирались на тектоническое районирование по возрасту складчатости, при этом утрачивалось представление о зависимости проявлений минерализации от структуры Тихоокеанского пояса как такового. Новая единая систематика террейнов в тихоокеанском обрамлении уже используется в решении некоторых задач металлогенического прогнозирования. В реализации такой возможности оказывается весьма существенным традиционный интерес российских геологов к вопросам связи оруденения и магматизма, что принципиально расширило методологию террейнового анализа, предложенную в основном американскими и канадскими коллегами. Совершенно очевидно, что и вообще методология исследований, выполняемых в содружестве, и металлогенических, и иных, направленных на целостное рассмотрение Тихоокеанского пояса, будет развиваться и изменяться с учетом традиций сотрудничающих научных школ и коллективов. Взаимное методологическое обогащение, как видно из опыта СВКНИИ, оказывается очень полезным.

Литература

- Акинин, В. В., А. В. Прокопьев, Х. Торо, Э. Л. Миллер, Дж. Вуден, Н. А. Горячев, А. В. Альшевский, А. Г. Бахарев, В. А. Трунилина (2009), U-Pb SHRIMP возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии), *Доклады Академии Наук*, 426, №2, 216–221.
- Богданович, К. И. (1901), *Очерки Чукотского полуострова*, С.-Петербург, Типография А. С. Суворина, 249 стр.
- Бычков, Ю. М., М. Е. Городинский (1991), Геологическое строение и полезные ископаемые севера Канадских Кордильер, *Материалы по геол. и полезным ископаемым Северо-Востока СССР*, Вып. 27, Магадан, 18–30.
- Бяков, А. С., И. Л. Ведерников, В. В. Акинин (2010), Пермские диамиктиты Северо-Востока Азии и их вероятное происхождение, *Вестник СВНЦ ДВО РАН*, №1, 14–24.
- Гагиев, М. Х., О. Н. Иванов (Ред.) (2000), *Очерки по стратиграфии Северо-Востока Азии*, СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, 132 стр.
- Гельман, М. Л. (1999), К истории геологической науки на Северо-Востоке России (в связи с 60-летием журнала “Кольма”), *Глубинная тектоника и вопросы сейсмологии, металлогении, нефтегазоносности Востока России*, СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, 65–94.
- Гончаров, В. И. (Ред.) (2000а), *Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики*, в 2 т., СВКНИИ

- ДВО РАН, Магадан, Т. 1, 252 стр.
- Гончаров, В. И. (Ред.) (2000b), *Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики*, в 2 т., СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, Т. 2., 215 стр.
- Контримвичус, В. Л. (Ред.) (1976), *Берингия в кайнозое*, Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 594 стр.
- Красный, Л. И., (Ред.) (1982), Карта Циркум-Тихоокеанского магматизма, ЮНЕСКО, Международная программа геологической корреляции, проект Циркум-Тихоокеанский плютонизм.
- Ложкин, А. В., П. М. Андерсон, Т. А. Браун, Л. Н. Важенина, Т. В. Магросова, П. С. Минюк, А. Ю. Пахомов, Т. Б. Соломаткина (2010), Новая летопись изменения климата и растительности Северного Приохотья в течение изотопных стадий 4–1, *Вестник СВНЦ ДВО РАН*, №1, 63–70.
- Миясиро, А., К. Аки, А. Дж. Шенгер (1985), *Орогенез*, Москва, Мир, 288 стр.
- Оноприенко, В. И. (2006), *Кирилл Владимирович Симаков, 1935–2004*, Москва, Наука, 295 стр.
- Парфенов, Л. М., М. И. Кузьмин (Ред.) (2001), *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия)*, Москва, МАИК “Наука/Интерпериодика”, 571 стр.
- Симаков, К. В. (1986), *Проблемы определения хроностратиграфических границ (на примере границы девона и карбона)*, Москва, Наука, 396 стр.
- Хапчук, А. И. (Ред.) (2006), *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России*, в 2 кн. + цв. карта, Дальнаука, Владивосток, 981 стр.
- Шейнманн, Ю. М. (1946), Циклы складчатости востока и запада Евразии, *Изв. АН СССР. Серия геол.*, №5, 35–44.
- Шило, Н. А. (2007), *Записки геолога*, Т. 2, Магадан, СВНЦ ДВО РАН, 511 стр.
- Шпикерман, В. И. (1998), *Домеловая минерализация Северо-Востока Азии*, СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, 333 стр.
- Штилле, Г. (1964), “Атлантическая” и “тихоокеанская” тектоника, *Избранные труды*, Москва, Мир, 856–863.
- Akinin, V. V., M. F. Roden, D. M. Francis, J. E. Apt, E. Moll-Stalcup (1997a), Compositional and thermal state of the upper mantle beneath the Bering Sea Basalt Province: Evidence from the Chukchi Peninsula of Russia, *Canadian Journal of Earth Science*, 34, №6, 789–800.
- Akinin, V. V., M. L. Gelfman, B. V. Sedov, J. V. Amato, E. L. Miller, J. Toro, A. T. Calvert, R. M. Fantini, J. E. Wright, B. A. Natal'in (1997b), Koolen metamorphic complex, NE Russia: implications for the tectonic evolution of the Bering Strait region, *Tectonics*, 16, №5, 713–729.
- Akinin, V. V., A. V. Sobolev, Th. Ntaflos, W. Richter (2005), Clinopyroxene megacrysts from Enmelen melanephelinitic volcanoes (Chukchi Peninsula, Russia): application to composition and evolution of mantle melts, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 85–101.
- Akinin, V. V., E. L. Miller, J. Wooden (2009), Petrology and Geochronology of Crustal Xenoliths from the Bering Strait Region: Linking Deep and Shallow Processes in Extending Continental Crust, *Geological Society of America Special Publication*, 456, 39–68.
- Biakov, A. S. (2006), Permian bivalve mollusks of Northeast Asia, *Journal of Asian Earth Sciences*, 26, №3–4, 235–242.
- Biakov, A. S., G. R. Shi (2010), Palaeobiogeography and palaeogeographical implications of Permian marine bivalve faunas in Northeast Asia (Kolyma-Omolon and Verkhoyansk-Okhotsk regions, northeastern Russia), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, (In Press).
- Cecile, M. P., L. S. Lane, M. K. Kos'ko, Yu. M. Bychkov, O. N. Vinogradova, M. E. Gorodinsky (1991), Joint visit of Canadian and soviet scientists to the northeastern Soviet Union, *Episodes*, 14, №2, 125–130.
- Ganelin, V. G., A. S. Biakov (2006), The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia, *Journ. of Asian Earth Sciences*, 26, №3–4, 225–234.
- Goebel, T., M. R. Waters, M. Dikova (2003), The archaeology of Ushki Lake, Kamchatka, and the Pleistocene peopling of the Americas, *Science*, 301, 501–505.
- Goebel, T., S. B. Slobodin, M. R. Waters (2010), New dates from Ushki-1, Kamchatka, confirm 13,000 BP age for earliest paleolithic occupation, *J. of Archaeological Science*, 37, 2640–2649.
- Hourigan, J. K., V. V. Akinin (2004), Tectonic and chronostratigraphic implications of new ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology and geochemistry of the Arman and Maltan-Ola volcanic fields, Okhotsk–Chukotka volcanic belt, northeastern Russia, *Geological Society of America Bulletin*, 116, №5/6, 637–654.
- Klets, A. G., I. V. Budnikov, R. V. Kutugin, A. S. Biakov, V. S. Grinenko (2006), Permian of the Verkhoyansk–Okhotsk region, NE Russia, *Journ. of Asian Earth Sciences*, 26, №3–4, 258–268.
- Miller, E. L., V. V. Akinin (2008), Geology of the Bering Shelf Region of Alaska-Russia: Implications for extensional processes in continental crust, *Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution, and ore deposits: Arizona Geological Society Digest 22 2008*, J. E. Spencer, R. Tittle (Eds.), 203–212.
- Miller, E. L., Ph. B. Gans (1997), The North American Cordillera, *Earth structure: an introduction to structural geology and tectonics*, B. A. van der Pluijm and S. Marshak (Eds.), New York, London, W. W. Norton & Company, 424–429.
- Miller, E. L., A. Grantz, S. L. Klemperer (Eds.) (2002), Tectonic evolution of the Bering Shelf–Chukchi Sea–Arctic Margin and adjacent landmasses, *Geological Society of America Special Paper 360*, Boulder, Colorado, 387 pp.
- Miller, E., J. Toro, G. Gehrels, J. M. Amato, A. Prokopiev, M. I. Tuchkova, V. V. Akinin, T. A. Dumitru, T. E. Moore, M. P. Cecile (2006), New insights into Arctic paleogeography and tectonics from U–Pb detrital zircon geochronology, *Tectonics*, 25, №TC3013, doi:10.1029/2005TC001830.
- Nokleberg, W. J., et al. (2005), Metallogensis and Tectonics of the Russian Far East, Alaska, and the Canadian Cordillera, *US Geol. Survey Professional Paper 1697*, Reston, Virginia, 395 pp.
- Miller, E. L., S. M. Katkov, A. Strickland, J. Toro, V. V. Akinin, T. A. Dumitru (2009), Geochronology and thermochronology of Cretaceous plutons and metamorphic country rocks, Anyui-Chukotka fold belt, North East Arctic Russia, D. B. Stone and others (Eds.), *Origin of Northeastern Russia: Paleomagnetism, Geology and Tectonics*, Stephan Mueller Publication Series, 157–175.
- Nokleberg, W. J., (Ed.) (2010), Metallogensis and Tectonics of northeast Asia, *US Geol. Survey Professional Paper 1765*, Reston, Virginia, 624 pp.
- Ntaflos, Th., C. Tschegg, M. Coltorti, V. V. Akinin, J. Kosler (2008), Asthenospheric signature in fertile spinel lherzolites from the Villiga Volcanic Field in NE Russian, *Metasomatism in Oceanic and Continental Lithospheric Mantle*, *Geological Society of London, Special Publications 293*, M. Coltorti and M. Gregoire (Eds.), 57–81.
- Shilo, N. A., A. P. Milov, A. P. Sobolev (1983), Mesozoic granitoids of northeast Asia, *Circum-Pacific Plutonic Terranes*, *Geological Amer. Inc. Memoir 159*, Boulder, Colorado, USA, 149–159.
- Solovova, I. P., Th. Ntaflos, A. Girnis, N. N. Kononkova, V. V. Akinin (2007), Generation and evolution of Cenozoic alkaline rocks from the Chukchi peninsula, Russia: Insight from melt and fluid inclusions, *Acta Petrologica Sinica*, 23, №1, 83–92.
- Yesner, D., S. B. Slobodin (2003), Chronology and paleoecology of human colonization of Beringia, *16th Congress of INQUA, Reno, NV. Abstracts*, 146 pp.

В. В. Акинин, А. С. Бяков, М. Л. Гельман, О. Ю. Глушкова, Н. А. Горячев, А. В. Ложкин, П. С. Минюк, Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, ул. Портовая 16, 685000 г. Магадан, Россия. (gelman@neisri.ru)