ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

на XXV сессии международного геологического конгресса

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ГЕОЛОГОВ СССР

ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR
MINISTRY OF GEOLOGY OF THE USSR
NATIONAL COMMITTEE OF USSR GEOLOGISTS

PROBLEMS OF GEOLOGY AND MINERAL DEPOSITS at the XXV Session of the International Geological Congress



PUBLISHING OFFICE "NAUKA"
Moscow
1979

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ на XXV сессии Международного геологического конгресса

ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКА"
Москва
1979

УДК 550.70

В сборнике рассмотрены проблемы тектоники и структурной геологии, минералогии, петрологии, стратиграфии, полезных ископаемых, морской геологии, геохимии, геофизики, геологической информации и математической геологии, инженерной геологии, которые обсуждались на XXV сессии Международного геологического конгресса, состоявшегося в августе 1976 г. в Австралии. Уделено большое внимание полевым геологическим экскурсиям советских геологов на важнейшие месторождения полезных ископаемых Австралии, что позволило получить новые данные, расширяющие наши представления по ряду важнейших вопросов современной геологии.

Монография составлена ведущими учеными основных направлений геологии и рассчитана на самые широкие круги геологов.

Редакционная коллегия:

А.В. Сидоренко (отв. редактор), *В.В. Меннер* (зам. отв. редактора), *Н.П. Лаверов, А.В. Пейве, В.И. Смирнов, А.Д. Щеглов*

Editorial Board:

A. V. Sidorenko (editor-in-chief), *V. V. Menner* (acting aditor-in-chief), *N.P. Laverov, A. V. Peive, V.I. Smirnov, A.D. Tsheglov*

П $\frac{20805-164}{055\,(02)-79}$ 378–79, кн. 2 1 904 020 000

©Издательство "Наука", 1979 г.

А.В. Сидоренко, В.В. Меннер, Н.П. Лаверов,
Г.Ф. Крашенинников, И.М. Варенцов

XXV СЕССИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА

Последняя сессия Международного геологического конгресса (МГК) – крупнейшего международного форума специалистов в области наук о Земле – проходила в Сиднее (Австралия) с 16 по 25 августа 1976 г. и сопровождалась как предконгрессными, так и послеконгрессными экскурсиями по Австралии, Новой Зеландии и Папуа-Новой Гвинее. В работах сессии приняло участие около 3000 геологов и 380 гостей из 83 стран. Делегация Советского Союза состояла из 73 геологов, в том числе от Академии наук СССР и союзных республик, учреждений министерств геологии СССР и союзных республик, вузов и втузов Министерства высшего и специального среднего образования СССР, Госплана СССР и ряда других ведомств. Возглавлял делегацию вице-президент АН СССР академик А.В Сидоренко (списки стран – участниц Конгресса и советских участников см. в Приложении I, 2). В работах конгресса принимала участие также проходившая под руководством академика А.В. Пейве экспедиция международного проекта № 70 МПГК "Офиолиты", изучавшая офиолиты района Филиппинского моря и окружающих его островных дуг и глубоководных желобов. Эта экспедиция, в составе которой участвовали ученые 11 стран, прибыла в Сидней на НИС "Дмитрий Менделеев", на борту которого для участников сессии конгресса была организована выставка по геологии района работ экспедиции и породам, драгированным из глубоководных желобов. Выставка неоднократно посещалась многими участниками конгресса, пользовалась большим успехом.

Международный геологический конгресс имеет столетнюю историю. Геологи разных стран, впервые в количестве около 300 человек, собрались в Париже в 1878 г. Этим было положено начало регулярным международным встречам геологов. После первой сессии конгресс стал регулярно собираться каждые четыре года, с двумя десятилетними перерывами, вызванными первой и второй мировыми войнами. Рост авторитета конгресса особенно показателен за последние два десятилетия. Это видно из рис. 1, на котором показана численность сессии МГК за всю их историю, причем для наглядности прежние сессии изображены с интервалами в 10 лет, а последние три показаны все. При этом нельзя не обратить внимание на тот факт, что если для роста численности присутствующих членов конгресса с 300 человек на первой сессии до 950 на XVII сессии в Москве в 1937 г. (т.е. для увеличения численности на 650 человек), понадобилось 60 лет, то для увеличения числа присутствующих с 950 до 2120 (на XX сессии, 1956 г. в Мексике), т.е. для увеличения на 1170 человек, понадобилось уже только 20 лет. Еще более впечатляющей оказывается картина на последних сессиях конгресса: на XXIII сессии в Чехословакии в 1968 г. присутствовало 2911 человек, а на следующей XXIV сессии в Канаде в 1972 г., т.е. за четыре года, численность достигла 3896 человек. Показательна в этом отношении и последняя сессия в Австралии, на которой, несмотря на экономический кризис и чрезвычайную удаленность Австралии от большинства экономически развитых стран, присутствовало около 3000 геологов.

Причин такого роста численности, а следовательно, и международного значения геологического конгресса имеется, конечно, целый ряд, но главной из них является исключительный рост во всем мире потребности в минеральном сырье. Об этом росте ясно свидетельствуют данные, опубликованные за последние годы у нас и за рубежом (рис. 2). Как видно из этого графика, составленного на основе публикаций 1973 г., потребность в основных видах сырья возрастет за ближайшие 30 лет в 3–4 раза, а для некоторых видов до 7 раз. Очень показательны также и подсчеты, выполненные в разных странах, ожидаемого роста потребности в энергетических ресурсах. Эти данные показаны на рис. 3, составленном по расчетам, выполненным как специалистами социалистических стран, так и западноевропейскими экспертами. Высокое потребление самых разных видов минерального сырья в настоящее время

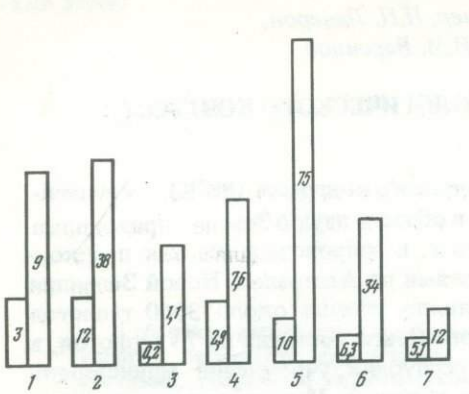


Рис. 1

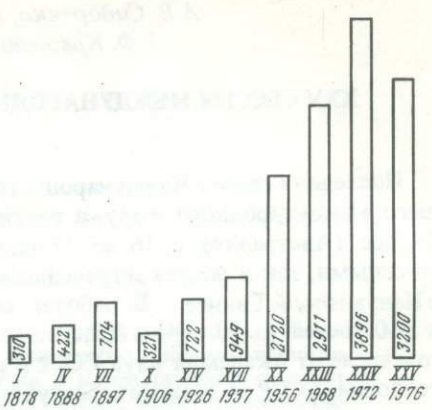


Рис. 2

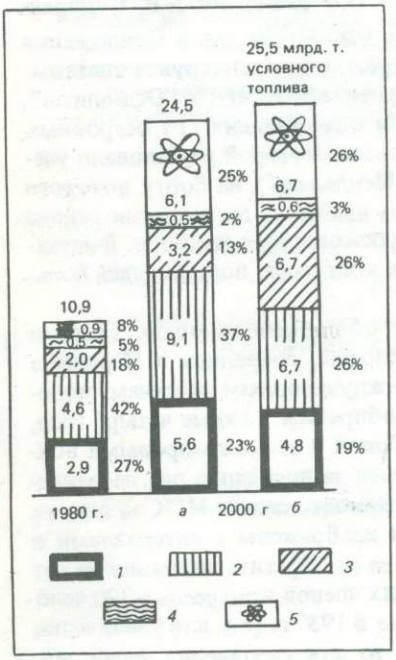


Рис. 3

Рис. 1. **Мировая добыча некоторых видов минерального сырья в 1970 г. (слева), предполагаемая в 2000 г. (справа). Составлено по материалам XXIV сессии МГК. Условные единицы разные для различных видов сырья** (*1, 2, 4* – в млрд. *т*, *3, 5, 7* – в млн. *т*)

1 – ископаемые угли; *2* – нефть; *3* – уран; *4* – железо; *5* – алюминий; *6* – медь; *7* – цинк

Рис. 2. **Изменение численности присутствующих на ряде сессий Международного геологического конгресса. Составлено по материалам XXIV и XXV сессий. Цифры в прямоугольниках – число присутствующих; римские цифры – номера сессий; цифры внизу – годы сессий**

Рис. 3. **Изменение потребности энергетических ресурсов в 1980 г. и в 2000 г.**

а – оценка западноевропейских экспертов; *б* – прогноз специалистов восточноевропейских стран; *1* – каменный уголь; *2* – нефть; *3* – природный газ; *4* – гидроэнергия; *5* – ядерная энергия

и прогнозируемый значительный рост их потребления в будущем являются главной причиной роста значения геологических исследований во всем мире и соответственно роста авторитета геологической науки.

Выбор Австралии как места проведения конгресса не был случайным. За почти столетнюю историю международных геологических конгрессов сессии этих представительных собраний геологов проводились во многих странах Северного полушария, а в некоторых (Советский Союз, Франция, Англия, Мексика, США и Канада) проведено даже по две сессии конгресса. В странах же Южного полушария конгресс до этого проводился лишь один раз (ЮАР, 1929), а в Австралии проведение конгресса планировалось впервые. В то же время Австралия является страной, территория которой отличается своеобразным геологическим строением, широким распространением докембрийских образований, древних ледниковых толщ – тиллитов и рядом крупных мирового значения месторождений полезных ископаемых. В настоящее время, когда большинство основных проблем геологии может полноценно решаться лишь на основе учета глобальных материалов, знакомство с новыми своеобразными геологическими объектами Австралии и Новой Зеландии оказалось не только принципиально, но и практически важным. Особенную науч-

ную и практическую значимость имело ознакомление со строением крупнейших австралийских месторождений полезных ископаемых: железа, марганца, бокситов, урана, меди, свинца, цинка, никеля, золота, олова и других металлов, а также угля, нефти и горючих газов. Некоторые из демонстрировавшихся месторождений являются уникальными по своим запасам и принадлежат к типам, пока еще не выявленным на территории Советского Союза. Это представляло особенный интерес для наших специалистов. В то же время нельзя не отметить радушия и внимательности, с которыми австралийские геологи принимали гостей, и того, как много ими было сделано для успешного проведения как конгресса, так и экскурсий.

XXV сессия конгресса была первой сессией, проводившейся по новому уставу конгресса. Проведение XXV сессии тщательно подготавливалось. Организационные вопросы неоднократно обсуждались в Международном союзе геологических наук, подразделения которого, согласно новому уставу, принимали деятельное участие как в организации, так и в работе секций и симпозиумов конгресса. В Австралии при участии Новой Зеландии и Папуа-Новая Гвинея, для проведения XXV сессии был организован оргкомитет под председательством проф. Нормана Г. Фишера. Генеральным секретарем комитета утвердили доктора А. Ренвика. В состав оргкомитета вошли как крупнейшие геологи Австралии, так и представители различных геологических организаций и горнорудных компаний, что обеспечило его действенность. Оргкомитетом проведена громадная работа, обеспечившая очень четкую организацию конгресса, во многом способствовавшую его успеху.

Большие подготовительные работы к конгрессу проведены и национальными комитетами других стран. В Советском Союзе Национальным комитетом геологов организован Комитет содействия XXV сессии конгресса. Им, сообразно с тематикой австралийской сессии отобраны доклады советских авторов и изданы сборники докладов советских ученых (см. Приложение 4). Значение этой серии (12 сборников) весьма существенно, так как оргкомитет XXV сессии отказался от публикации трудов конгресса и подобные сборники докладов и препринты были единственными печатными документами по его работе.

Открылся конгресс в очень торжественной обстановке 16 августа в новом грандиозном зале оперного театра – одного из наиболее своеобразных творений современной архитектуры (рис. 4). С вступительными речами на нем выступили генерал-губернатор Австралии Джон Керр, Норман Г. Фишер, который избран президентом конгресса, и уходящий в отставку президент Международного союза геологических наук (МСГН) д-р Ф. Абельсон (США). Последний в своей речи отметил наиболее крупные достижения геологических наук за последнее время, такие, как изучение докембрия радиометрическими и другими методами и обнаружение в нем древнейших органических остатков; океаническое глубоководное бурение; изучение структуры земной коры из космоса, и подчеркнул, что основной задачей будущих исследований по-прежнему остается выяснение происхождения континентов и океанов. Всего на конгресс представлено более тысячи докладов, почему перед оргкомитетом стояла трудная задача отбора лучших из них для заслушивания на секциях.

Вся последующая работа XXV сессии построена очень рационально: в утренние часы (9–13) проходили секционные заседания, в послеобеденное время (14–16) проходили симпозиумы и научные сессии, а вторая половина послеобеденного периода (16–18) отведена для научно-организационных собраний. Официальные встречи и приемы проводились преимущественно в вечернее время. К началу конгресса оргкомитетом были изданы только программа и три больших тома тезисов по секциям и симпозиумам. Тексты некоторых докладов раздавались на заседаниях в виде препринтов. После конгресса издан лишь один том с материалами организационного характера. Полной же публикации трудов конгресса не будет, а наиболее интересные из заслушивавшихся на нем докладов предполагается публиковать в различных журналах, что несомненно снизит общую целостность трудов конгресса. Слабым моментом в деятельности сессии была и ограниченность синхронного перевода, которым обеспечивали лишь заседания Совета и Генеральной ассамблеи конгресса. Это определило на конгрессе преобладание английского языка

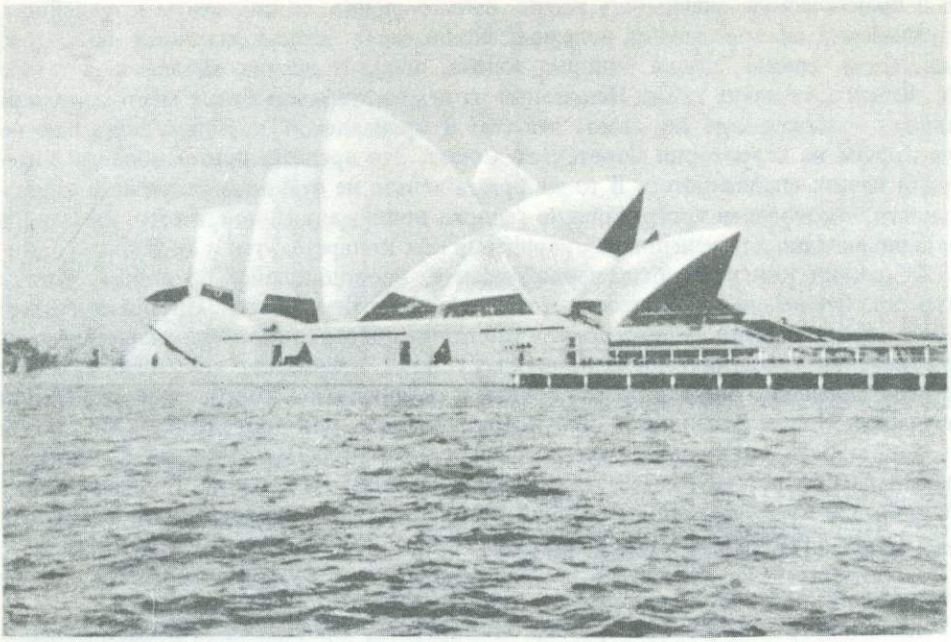


Рис. 4. **Здание оперного театра в Сиднее, в котором проходила XXV сессия МГК**

и заметно снизило активность участников, что отмечено даже в выступлениях на последней Генеральной ассамблее.

В целом благодаря новому уставу, научная проблематика, большая подготовительная работа и результативность исследований по большому числу проектов Международной программы геологической корреляции (МПГК), Международного геодинамического проекта и ряда других международных программ, работа конгресса получила гораздо бóльшую целенаправленность и устремленность. Вся она распределена между 17 секциями, в организации которых принимали участие и подразделения МСГН. Параллельно с ними работало 38 симпозиумов, проводившихся международными организациями. Ниже приводится перечень секций и симпозиумов с основными обсуждавшимися на них проблемами.

Секция 1. Геология докембрия.

А. Эволюция архея (до 2500 млн. лет) – конвинер А.Ф. Трендалл (Австралия). Петрологические, геохимические, изотопные и геохронологические данные о строении примитивной архейской земной коры; структурная эволюция щитов в раннем докембрии; палеотектоника; дифференциация и рудообразование; состав и метаморфизм гранитных массивов и зеленокаменных поясов.

Б. Жизнь в докембрии – конвинер М.Р. Вальтер (Австралия). Органический мир верхнего докембрия, в связи с которым проведен сверхпрограммный симпозиум по протерозойским биотам.

Секция 2. Петрология – конвинер А.Е. Эварт (Австралия). Изверженные породы, связанные с вулканизмом островных дуг; вариации состава, типов и положения точек вулканической активности во времени и пространстве при формировании островных дуг; природа процессов, совершающихся под и за островными дугами; генезис магм; вулканология; магматические рудные месторождения.

Секция 3. Тектоника и структурная геология.

А. Плитная тектоника, палеомагнетизм, расширение океанического дна и движение континентов – конвинеры М.Дж. Рикард, Х.Ф. Дуч (Австралия). Синтез существующих идей и концепций о движениях крупного масштаба и структуре Земли. Дискуссия по механизму и движущим силам тектонических процессов. Фанерозойская эволюция Индонезийско-Австрало-Азиатского юга западной части Тихоокеанского района.

Б. Деформации и метаморфизм – конвинер Т. Хопвуд (Австралия). Текстурные особенности деформированных пород, возрастные соотношения процессов деформации, метаморфизма, рекристаллизации в кристаллических тектонитах; эволюция и корреляция метаморфических толщ; соотношение метаморфизма и минерализации.

Секция 4. Рудные месторождения.

А. Генезис стратиформных месторождений – конвинер И.Б. Ламберт. Стратиформные свинцово-цинковые и медные месторождения; месторождения урана осадочного происхождения; докембрийские железорудные формации и связанные с ними рудные месторождения: химические, биологические факторы и среда, способствовавшие рудообразованию. Рудные месторождения эксгаляционного типа.

Б. Поверхностные рудные месторождения (кор выветривания) – конвинер Б.К. Велч (Австралия). Процессы латеритного выветривания; химические, климатические, топографические и палеогеологические условия, способствующие образованию бокситов; минералогия бокситов; тяжелые минералы песчаных отложений; рудные месторождения поверхностного генезиса других типов.

Секция 5. Горючие ископаемые – конвинер Р.М. Чарлтон (Австралия). Генетические взаимоотношения углеводородов. Химия и геохимия нефти, угля и углистых веществ в горных породах и зависимость их от среды накопления, последующих давлений, тектоники и термических воздействий; влияние природы органического вещества на характер получаемого горючего; региональные соотношения областей нефтенакопления и угольных полей; природа горючих сланцев.

Секция 6. Стратиграфия и седиментология.

А. Современные достижения биостратиграфии в части международной хроностратиграфической шкалы – конвинер Дороти Хилл (Австралия). Последние достижения в использовании различных методов в детальном расчленении и корреляции отложений. Относительное значение фаун для межконтинентальной корреляции; доказательства определений границ между системами и изотопный возраст границ. Обсуждение подготовлено различными подкомиссиями международной стратиграфической комиссии.

Б. Роль подводных исследований в изучении среды осадконакопления – конвинер П.Дж. Кук (Австралия). Обсуждение различных проблем литологии.

Секция 7. Палеонтология. Проводилась при участии Австралазийской ассоциации палеонтологов геологического общества Австралии и Международной палеонтологической ассоциации по теме "Время и пространство в палеонтологии".

А. Морфология и среда – конвинер Б.Д. Вебби (Австралия).

Б. Биогеография и палеоклиматы – конвинер К.С. Кампбелл (Австралия).

В. Третичная и четвертичная история Индо-Пацифики – конвинер Б. Мак-Говран (Австралия).

Секция 8. Геология моря – конвинер П.Дж. Кук (Австралия). Роль подводных исследований в изучении осадконакопления; геологическое и геофизическое изучение шельфа, склона и глубин моря; значение проекта глубоководного бурения; геохимический баланс океана; марганцевые конкреции, фосфориты и другие полезные ископаемые. Генетические аспекты литологии. Работа секции проводилась совместно с подсекцией 6Б.

Секция 9. Геофизика.

А. Развитие геофизики и геодинамики твердой земли – конвинер Д. Денхэм (Австралия). Сейсмичность юго-западной Пацифики; изучение мощности земной коры; достижения по геофизике в итоге работ Межсоюзного геодинамического проекта.

Б. Разведочная геофизика – конвинер Б.Д. Джонсон (Австралия). Проводилась как третий симпозиум ИКОГЕО на тему "Современные достижения разведочной геофизики".

Секция 10. Геохимия.

А. Геохимическая эволюция земной коры и мантии – конвинер С.Р. Тейлор (Австралия).

Б. Разведочная геохимия; проводилась как 6-й международный симпозиум по разведочной геохимии Международной ассоциации разведочной геохимии и посвящена

рассмотрению: разведочной геохимии погребенных рудных месторождений тропических, аридных, в том числе латеритизированных районов – конвинер П.Р. Донован и Ц.Р. Будд (Австралия).

Секция 11. Гидрогеология; проводилась в кооперации с Международной ассоциацией гидрогеологов – конвинер Р. Дж. Шеперд (Австралия). Ею обсуждались: гидрогеологические проблемы аридных областей; геологические факторы поверхностного стока в аридных зонах; механизм естественного водообмена в аридных условиях; геологические пределы искусственного и естественного водообмена; роль больших артезианских бассейнов в аридных зонах; распознавание и датирование ископаемых вод; спецификация и оценка гидрогеологических параметров при моделировании подземных вод; геофизические исследования подземных вод засушливых областей, природа и гидрохимические характеристики подземных вод аридных зон.

Секция 12. Четвертичная геология – конвинер Дж.М. Боулер (Австралия).

А. Геологическая роль позднекайнозойских климатов: итоги полярных исследований; эвстатические колебания уровня моря и их влияние на распространение рудных минералов и образование рудных месторождений; климат в эволюции человека.

Б. Процесс латеритного выветривания.

В. Третичная и четвертичная истории Индо-Пацифики.

Секция 13. Инженерная геология – конвинер Г. Якобсон (Австралия). Обсуждали: "Значение геологии в охране среды". Эта секция проводилась совместно с Международной ассоциацией инженеров-геологов и посвящена оценке роли геологических данных для регионального планирования, строительства городов, зохоронения радиоактивных отходов и т.д.

Секция 14. Минералогия; проводилась как 10-е заседание Международной минералогической ассоциации – конвинеры Р.В. Вилькинс и Дж. Маклэдрю (Австралия). Основная тематика посвящена электронной микроскопии структур минералов, росту кристаллов, поведению кремня в поверхностных зонах выветривания, рудной микроскопии и описательной минералогии.

Секция 15. Планетология – конвинер Дж.Ф. Ловеринг (Австралия). Посвящена последним исследованиям Луны и других планет.

Секция 16. Геологическая информация и математическая геология.

А. Геологическая информация – системы и проблемы – конвинер И.Р. МакЛеот (Австралия).

Б. Математическая геология – конвинер А.С. Кук (Австралия). Статистика в геологии и палеонтологии; математика в седиментологии и поисках рудных месторождений; компьютеры и геологические карты.

Секция 17. Геологическое образование и история – конвинеры Д.Ф. Бранэган и Т.Г. Валланс (Австралия).

А. Геологическое образование; геология в средней школе; новые пути в высшем образовании; прикладная геология; аспирантура и ее значение.

Б. История геологии.

Еще более значительным (38) было число симпозиумов, проходивших во время конгресса. Последние в основном проводились подразделениями МСГН, рабочими группами проектов МПГК, Международным геодинамическим проектом, а также австралийскими и другими научными организациями, что видно из ниже проводимой таблицы.

На конгрессе была организована большая выставка геологических карт и геологической литературы. Из экспонатов Советского Союза особое внимание привлекали тектонические карты Урала и других регионов СССР с показом мощности земной коры, геологическая карта мира и особенно большой геологический глобус, о возможности приобретения которых советская группа получила большое число запросов.

Во время конгресса для его участников были организованы специальные выставки при геологических музеях города, музыкальные вечера. Австралийские геологи организовали ряд встреч, как официальных, так и в домашней обстановке, а также и

№	Тема	Организация	Конвинер
101.1	Тектоника и магматизм древнего архея	МГГ и МПГК	Д-р Р. Несбит (Австралия)
102.1	Геология и петрология кристаллической части земной коры	АЗОПРО	Проф. П. Мишо (Бельгия)
102.2	Экспериментальная петрология экстремального метаморфизма	МГГ и МСГН. Комиссия по экспериментальной петрологии при высоких температурах и давлениях (КЭПВДТ)	Д-р Дж. Грин (Австралия)
102.3	Плутонизм Тихоокеанского кольца	МПГК	Д-р В. Чапелл (Австралия)
103.1	Структуры тектонических зон	Австралийское геологическое общество	Проф. Р. Рутланд (Австралия)
103.2	Тектонические аспекты офиолитов	МПГК и МСГН Комиссия по структурной геологии	Проф. А. Гансер (Швейцария)
103.3	Структуры Австралии, вариации тектонических стилей	Австралийское геологическое общество	Д-р Е. Шайбнер (Австралия)
103.4	Условия стресса и перемещение краев континентов	МГГ, рабочие группы 5, 6 и 8	Д-р Д. Денхам (Австралия)
103.5	Былое расположение континентов	МГГ, рабочая группа 10	Д-р Мак Элхни (Австралия)
103.6	Корреляция геологических событий в орогенических поясах и их форландах	МГГ, рабочая группа 9	Д-р Дж. Девей (Австралия)
103.7	Глобальная корреляция эпох складчатости	МПГК, рабочая группа 8	Проф. В. Хаин (СССР)
104.1	Металлогения и новая глобальная тектоника	ИФОЭТ Международная федерация обществ	Д-р М. Соломон (Австралия)
104.2	Генезис и возраст каолинов	МПГК, рабочая группа по каолинам	Проф. Ф. Луфнэн (Австралия)
104.3	Геология и геохимия марганца	ИАГОД, Международная ассоциация по генезису рудных месторождений	Проф. Г. Грасселли (Венгрия)
104.4	Дискуссия рабочих групп по урану	ИАЭА, Международное агентство по атомной энергии	Д-р Дж. Камерон (Австралия)
104.5	5-й международный симпозиум по изучению флюидальных включений	ИАГОД, Комиссия по рудообразующим флюидам во включениях	Д-р Э. Рёддер (США)
104.6	Экспериментальная геология и генезис рудных месторождений	КЭПВДТ	Д-р Р. Хилл (Австралия)
104.7	Классификация оловянных и других месторождений и связанных с ними гранитов. (Сравнение аналитических данных по редким элементам)	МПГК, рабочая группа по минерализации, связанной с кислым магматизмом (МАВАМ)	Д-р Д. Гровес (Австралия)
106.1	Мелководные кластические осадки	Международная ассоциация седиментологов	Д-р Х. Рейнек (ФРГ)
106.2	Литогенез климатических зон континентов	Международная ассоциация седиментологов	Д-р Э. Макки (США)
106.3	Мелководные морские и неморские карбонатные осадки	Международная ассоциация седиментологов (МАС) и Общество палеонтологов и минералогов промышленности	Д-р Р. Резак (США)
106.4	Физические и химические аспекты осадконакопления в подвижных зонах		Д-р К. Крук (Австралия)

№	Тема	Организация	Конвинер
106.5	Граница докембрия и кембрия	МСГН, подкомиссии по стратиграфии докембрия и кембрия и МПГК, одноименная рабочая группа	Проф. Дж. Кови (Англия)
106.6	Международная геохронологич. шкала	МСГН, подкомиссия по стратиграфической классификации	Д-р Дж. Коги (США)
107.1	Ископаемые следы	Группа по изучению ископаемых следов	Д-р Т. Кримес (Англия)
108.1	Полезные ископаемые океанического дна (без горючих)	МСГН комиссия по морской геологии (КМГ). Комитет по океаническим исследованиям (СКОР), Международная ассоциация по генезису рудных месторождений (ИАГОД) МАС и Инженерный комитет по океаническим ресурсам (ИКОР)	Проф. Е. Зейбольд (ФРГ)
108.2	Активные границы платформ Западной Пацифики	СМТ, МГГ, СКОР	Д-р С. Уйеда (Япония)
108.3	Циркумантарктическая геология моря	Научный комитет по изуч. Антарктиды (СКАР), Международная ассоциация по физике океана	Д-р Д. Хейс (США)
108.4	Синтез глубоководного бурения в Индийском океане	СМГ и МГГ	Проф. К. фон. Борч (Австралия)
113.1	Геологические катастрофы и окружающая среда	Международная ассоциация инженерных геологов.	Д-р Ф. Гордон (Австралия)
115.1	Геохимия моря	Комитет по метеоритам МСГН	Проф. Дж. Ловеринг (Австралия)
116.1	Семинар для развивающихся стран по сбору и хранению геологических данных	Комитет по сбору и хранению геологических данных (КОГЕОДАТА) МСГН	Д-р Д. Давидсон (США)
116.2	Случайные события в геологии	Международная ассоциация по математике в геологии (ИАМГ)	Проф. Д. Мериам (США)
116.3	Количественная стратегия разведочных работ	То же	
117.1	Составление, редакция и публикация геологических работ	Ассоциация геологических издательств (АЕСЕ) и Совет по координации издательской работы	М-р И. Ходжсон (Австралия)
117.2	Развитие геологических представлений в эпоху географических открытий	Комитет по истории геологических наук (ИНИГЕО)	Д-р Т. Валлэнс (Австралия)

официальные приемы. На одном из таких приемов мэр города Сиднея в своей речи особо подчеркнул значение прихода в Сиднейский порт советского судна "Дмитрий Менделеев" для дальнейшего расширения дружественных научных связей Австралии и Советского Союза.

НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

Во время конгресса проходили заседания Международного союза геологических наук (МСГН), Международной программы геологической корреляции (МПГК) и ее рабочих групп, Международной минералогической ассоциации (ММА), Международной палеонтологической ассоциации (МПА), Международной ассоциации по

генезису рудных месторождений (ИАГОД), Международный союз по изучению четвертичного периода (ИНКВА), Проекта по глубоководному бурению, Стратиграфической комиссии (МСГН) и многих других, на которых обсуждались итоги проведенных исследований, планы дальнейших работ и проведены перевыборы должностных лиц. На заседании Совета МСГН обсуждался ряд важных организационных вопросов, по которым приняты существенные решения.

На заседании Генеральной ассамблеи конгресса Международная геологическая премия имени Л.А. Спендиарова, присуждаемая Академией наук СССР, вручена прогрессивному ученому Австралии проф. Н.Г. Фишеру в ознаменование его заслуг по международному геологическому сотрудничеству и выдающихся достижений в изучении геологии, вулканологии и полезных ископаемых Австралии (текст нового положения о премиях и форма диплома опубликованы в организационном томе Трудов конгресса). На этом же заседании Совета принято решение созвать следующую юбилейную сессию МГК в 1980 г. во Франции, в Париже, где 100 лет назад состоялся первый Международный геологический конгресс. Руководитель советской делегации А.В. Сидоренко от имени Академии наук СССР внес предложение о проведении XXVII сессии МГК в 1984 г. в СССР. На заключительной Генеральной ассамблее президент конгресса поблагодарил всех присутствующих и все организации за результативность работы конгресса. Выступившие после представители разноязычных стран поблагодарили организационный комитет за блестящее проведение конгресса, который позволил геологам разных стран ближе ознакомиться с геологией и полезными ископаемыми Австралии, и за оказанный им радушный прием. Руководитель советской делегации академик А.В. Сидоренко в своем выступлении не только поблагодарил организаторов XXV сессии конгресса, но передал в дар от Советского Союза Бюро минеральных ресурсов Австралии всю выставку карт и книг, экспонировавшуюся Советским Союзом, что было встречено с большой благодарностью. Профессор Р. Лаффит, выступивший с благодарностью за принятие приглашения Франции провести следующую юбилейную сессию в Париже, указал, что уже имеется договоренность о том, что экскурсии XXVI сессии конгресса будут проводиться не только по Франции, но почти по всем странам Западной Европы: Англии, Бельгии, Голландии, Греции, Италии, Испании, ФРГ, Чехословакии, а также в Новой Каледонии и ряде районов Карибского моря, что было встречено с восторгом всеми присутствующими.

В заключение церемонии закрытия конгресса президент сессии Н. Фишер пожелал организационному комитету следующей сессии больших успехов в работе, отметив, что он не сомневается, что следующий конгресс в Париже будет самым величественным и интересным из когда-либо проводившихся конгрессов. На этом заседание Генеральной ассамблеи было закрыто.

ЭКСКУРСИИ

Как и все предшествующие, XXV сессия МГК сопровождалась серией (58) основных экскурсий (см. Приложение 5), часть которых предшествовала сессии (А), а часть следовала за ней (С). Кроме основных экскурсий, в выходные дни для участников конгресса, как уже отмечалось, проведены еще 22 одно- и двухдневных экскурсий по окрестностям Сиднея и Восточного побережья Австралии. Советские специалисты участвовали лишь в 7 основных экскурсиях:

3С. Геология пермских и мезозойских отложений бассейнов Боуен и Сурат Центрального Квинсленда. Руководители Дж. Андерсон, А. Дженсен.

5С. Геология докембрия г. Айза северного Квинсленда. Руководители Дж. М. Деррик и И. Вильсон.

15С. Рудные месторождения Лакландской складчатой зоны Н.Ю. Уэльса. Руководитель Н. Маркхэм.

49С. Рудничные центры Северной Австралии. Руководитель Г. Риан.

33А. Геология позднедокембрийских и кембрийских отложений Аделаидской геосинклинали Южной Австралии. Руководители Б. Томсон и Б. Дейли.

50С. Рудничные центры южных и Западных территорий Австралии. Руководитель Л. Ранфорд и Дж. Лорд.

56А. Геология вулканов и гидротермальная активность в центре Северного острова Новой Зеландии. Руководители М. Хохштейн, Р. Хеминг.

Экскурсии во многом облегчили знакомство с природой, условиями жизни и особенностями геологии Австралии и ее уникальными месторождениями полезных ископаемых. Несмотря на то что экскурсии проходили по малонаселенным и труднодоступным районам, они, как правило, были хорошо организованы. В качестве средств передвижения использовались как автотранспорт, так и самолеты и вертолеты, что обеспечило возможность посещения самых отдаленных точек континента, но в то же время значительно удорожило экскурсии и ограничило число их участников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом XXV сессия Международного геологического конгресса прошла очень успешно и несомненно будет способствовать дальнейшему прогрессу геологических знаний. Она наглядно показала, как выросли и развились исследования по геологии докембрия, в толщах которого теперь уже в глобальном масштабе удается наметить несколько своеобразных этапов развития земной коры и становления органического мира. Сессия выявила значительные успехи экспериментальных исследований при высоких температурах и давлениях, которые позволяют с большей уверенностью судить о процессах, происходящих в недрах земной коры и мантии нашей планеты. Она показала, как далеко продвинулось использование точных методов физико-химического анализа в изучении минералов и горных пород. Сессия показала увлеченность широких кругов геологов идеями новой глобальной (плитной) тектоники и продуктивность работ в этом направлении, но одновременно и вскрыла ряд слабых сторон даваемых построений. Она воочию продемонстрировала значение комплексного подхода к решению этих проблем (геоморфология, геофизика, палеобиогеография, тектоника, литология, петрология, геохимия и т.д.). Большое место в работах конгресса уделялось обсуждению последних работ по геологии океанов и особенностям океанической коры, а также вопросам применения математики в геологии, математической обработке и кумуляции геологической информации с применением ЭВМ. Для советских специалистов сессия была особенно интересной. Особенный интерес представили данные по тиллитам докембрия и верхнего палеозоя, а также крупнейшие месторождения железа, урана, золота, никеля, меди, свинцово-цинковых руд, олова и других металлов.

Австралийские и новозеландские геологи в целом успешно справились с трудной задачей организации и проведения конгресса. Как сама сессия, так и сопровождавшие ее экскурсии были организованы очень четко и оставили самые благоприятные впечатления. Все советские участники конгресса за это искренне признательны австралийским коллегам. На сессии неизменно господствовала дружеская обстановка. Советская делегация была окружена вниманием и доброжелательностью, и можно только пожелать, чтобы те дружеские связи, которые установились во время конгресса между советскими и австралийскими геологами, развивались бы и дальше, что несомненно будет способствовать дальнейшему прогрессу геологических знаний как в наших странах, так и во всем мире.

ЛИТЕРАТУРА

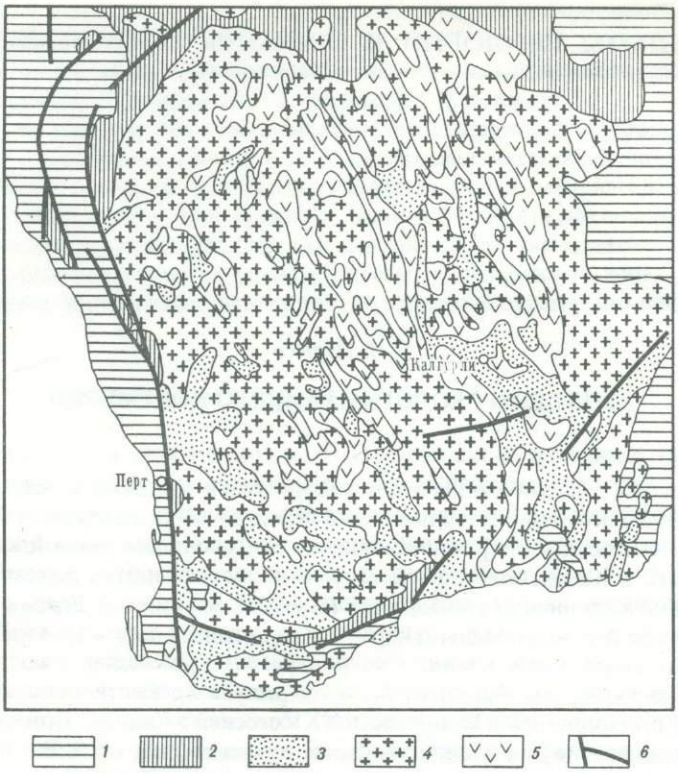
1. *Котлуков В.А., Двали М.Ф.* Энергетические ресурсы СССР и перспективы их развития. Л., 1976.
2. General Proceedings. 24th Intern. Geol. Congr., Ottawa, 1973.

Е.М. Лазько

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ

На секцию по геологии раннего докембрия были приняты к заслушиванию 29 докладов, резюме которых опубликованы перед началом конгресса. Подавляющее большинство их посвящено различным аспектам эволюции земной коры Западно-Австралийского и Канадского щитов. Другие области развития докембрия рассматривались только в единичных сообщениях (Балтийский щит – 3, Южная Индия и Шри Ланка – 2, Южная Африка и Мадагаскар – 2, Бразильский щит – 1, Антарктида – 1). Австралийские геологи представили на конгресс 11 докладов, канадские – всего на 3 доклада меньше, чем была как бы подчеркнута преемственность между XXIV сессией МГК, проходившей в Монреале, и XXV сессией в Сиднее. Советские исследования представлены двумя коллективными сообщениями: 1) С.Б. Лобач-Жученко и др. – Геологическая эволюция карельских зеленокаменных поясов Балтийского щита и 2) Е.М. Лазько и др. – Эозойские комплексы СССР. Австралийские геологи основное внимание сосредоточили на различных вопросах геологии раннего докембрия южной части Западно-Австралийского щита – наибольшей по площади выхода древнейших пород на поверхность и наиболее интересной в прикладном отношении, которая довольно единодушно именуется Йилгарнским блоком. Естественно, что именно эти вопросы вызвали повышенный интерес аудитории и по ним происходила особенно оживленная дискуссия.

Рассмотрение новых данных, полученных при изучении Йилгарнского блока, облегчается появлением недавно вышедшей из печати достаточно полной сводки по геологии докембрия Австралии, в которой использованы важнейшие опубликованные материалы до 1971 г. [1]. Наличие этой сводки избавляет от необходимости освещать общие особенности геологического строения Западно-Австралийского щита и позволяет остановиться здесь только на тех конкретных проблемах, которые затронуты в докладах. В геологическом строении Йилгарнского блока участвуют в различной степени метаморфизованные осадочные и вулканогенные породы нижнего докембрия, залегающие среди огромного поля гранитоидов: именно такая, на первый взгляд очень простая картина предстает на мелкомасштабных геологических картах Австралии (см. карту). Более детальные исследования показывают, что среди метаморфизованных осадочных и вулканогенных пород могут быть выделены три группы: 1) основные вулканиты, полосчатые кремнистые и железистые породы с подчиненными кластическими отложениями; 2) аргиллиты, песчаники, конгломераты с подчиненными андезитовыми пирокластами (в юго-западной части блока эти породы высоко метаморфизованы); 3) вулкано-плутонический комплекс, включающий кислые и подчиненные им средние породы. Этот комплекс, тесно связанный с двумя первыми, развит только в Восточной золоторудной провинции, к северу от Калгурли. Среди пород гранитоидного состава выделяются: 1) гранито-гнейсы и мигматиты и 2) граниты. Кроме того, довольно широко развиты интрузивы основного и ультраосновного состава, главная масса которых сосредоточена в пределах Восточной золоторудной провинции и в северо-западной части блока. Все эти породы относятся к архею. Таким образом, в сложении Йилгарнского блока



Геологическая карта Йилгарнского блока. Выкопировка с геологической карты Австралии масштаба 1:100 00 (1973 г.)

1 – фанерозой; *2* – протерозой; *3* – метаосадочные породы; *4* – кислые плутонические и гипабиссальные изверженные породы; *5* – основные вулканические породы; *6* – разломы

участвуют два резко различающихся по составу, характеру и степени метаморфизма комплекса пород: вулканогенно-осадочный и гранито-гнейсовый. Временные соотношения между ними до сих пор вызывают острые разногласия: по-видимому, большая часть австралийских геологов считает вулканогенно-осадочный комплекс самым древним, но имеются и достаточно многочисленные сторонники более древнего возраста гранито-гнейсового комплекса. Следует при этом отметить, что гранито-гнейсовый комплекс изучен значительно хуже. Это обусловлено тем, что главная масса месторождений связана с осадочно-вулканогенным комплексом, который издавна привлекал к себе более пристальное внимание. Может быть, именно поэтому с особым интересом восприняты новые данные, касающиеся гранито-гнейсового комплекса. В составе гранито-гнейсового комплекса выделяются три разновозрастные группы пород [6]: 1) ранние синкинематические диапиры адамеллитов, приуроченные к линейно вытянутым структурам и сами имеющие довольно четко выраженные линейные текстуры, отмечается, что сложная форма некоторых зеленокаменных поясов обусловлена внедрением именно этих пород; 2) батолитовые тела, изменяющиеся по составу от биотитовых гранитов до гранодиоритов, имеющие четко выраженные интрузивные контакты с породами осадочно-вулканогенного комплекса и содержащие ксенолиты адамеллитов и 3) полосчатые гнейсы с высоким отношением Na/K; они встречаются в контактах синкинематических адамеллитов и образуют в последних включения разного размера. Наиболее древние полосчатые гнейсы, по мнению авторов, служат основанием для осадочно-вулканогенного комплекса, образующего ряд зеленокаменных поясов. Высказывается также вполне обоснованное предположение, что в гнейсовом фундаменте существовали какие-то линейные структуры, которые обусловили как заложение зеленокаменных поясов, так и расположение синкинематических адамеллитов. Обращается также внимание на то, что внедрение крупных масс гранитов

и широкое проявление регионального метаморфизма произошло в короткий интервал времени 2700–2600 млн. лет, однако причины этого явления не анализируются. Близкие значения изотопного возраста рвущих гранитов из гранито-гнейсового комплекса – от 2700 до 2500 млн. лет – приведены и в ряде других докладов, причем почти все определения произведены на основании Rb/Sr соотношений. В связи с этим уместно вспомнить, что еще после XXI сессии МГК А.П. Виноградов обратил внимание на недооценку нашими исследователями рубидий-стронциевого метода, хотя этот метод уже тогда с успехом применялся в других странах для определения абсолютного возраста пород [2].

Большое внимание в докладах уделено и осадочно-вулканогенному комплексу, как при характеристике значительных по размерам участков блока [8, 9], так и отдельных зеленокаменных поясов или их групп [5]. Подчеркивается, что для зеленокаменных поясов особенно типично наличие основных эффузивов и полосчатых железных руд (banded iron-formations). Обычно в зеленокаменных поясах отмечается наличие двух циклов, каждый из которых состоит из базальных основных и ультраосновных пород, затем кислых вулканитов, и наконец осадочных пород, включающих граувакки и конгломераты. Часто отмечается четкая корреляция между некоторыми стратиграфическими подразделениями и минерализацией определенного типа: так, никелевые месторождения тесно связаны с основными и ультраосновными породами первого цикла; Cu–Pb–Zn и железная минерализация более тяготеют к породам известково-щелочного ряда, в особенности в краевых частях блока, что связывается с возможным существованием здесь древних островных дуг [8]. В нескольких докладах приводится детальное описание полосчатых железных руд, а также геохимических особенностей как этих руд, так и вулканических образований, входящих в состав зеленокаменных поясов. Предпринята также интересная попытка определения минимальной продолжительности формирования зеленокаменных поясов: для пояса Маунт Кейтс, расположенного в северо-восточной части блока, рубидий-стронциевым методом получена цифра около 150 млн. лет [11]. Большая часть докладов канадских геологов посвящена узко специализированным вопросам. Среди них, пожалуй, наибольший интерес представляли несколько сообщений о разнообразных вторичных изменениях пород зеленокаменных поясов, происходящих при полиметаморфизме, метасоматозе и денудационных процессах. На одном из докладов этой серии [7] следует остановиться. Хотя он и посвящен частному вопросу о лавах в зеленокаменном поясе Абитиби, тем не менее содержит новые интересные данные и имеет значение для всей проблемы зеленокаменных поясов.

В сложении зеленокаменного пояса Абитиби участвуют две серии магматических пород: 1) обогащенная железом толеитовая серия, состоящая из вулканитов (от базальтов до дацитов) и мощных расслоенных потоков и силлов, сложенных перидотитами, пироксенитами и габбро и 2) обогащенная магнием коматитовая серия, сложенная лавами (состав их меняется от ультрабазитов до андезитов), которые также сопровождаются расслоенными потоками и силлами перидотит-пироксенит-габбрового состава. Выделяется три типа пород коматитовой серии: перидотитовая, пироксенитовая и базальтовая. Наиболее основные разности коматитов, обогащенные форстеритовым оливином, образуют нижние части расслоенных потоков и силлов, тогда как выше находятся менее основные разности ($30\% > MgO > 20\%$). Для этих последних характерны очень своеобразные текстуры, показывающие их образование из ультрабазитовой жидкости. Пироксеновые коматиты ($20\% > MgO > 12\%$) могут содержать оливин, но преобладает в них пироксен, и, наконец, базальтовые коматиты ($Mg < 12\%$) сложены клинопироксенами и плагиоклазом. Н.Т. Арндт отмечает, что коматитовые серии, совершенно аналогичные охарактеризованным, обнаружены в ряде зеленокаменных поясов Австралии, Канады и Индии.

Очень интересный доклад представлен группой геологов из университета Манитобы [16]. В нем приводятся, в частности, новые данные, недавно полученные при перекартировании Кеноранского блока – одной из классических областей развития зеленокаменных поясов. Авторы приходят к выводу, что при формировании

архейских образований отмечаются два режима, которые характеризуются развитием: 1) гранито-гнейсов и кристаллосланцев и 2) зеленокаменных поясов, интрудированных овальными гранитными диапирами ("батолитовыми стадами" Макгрегора). Гранито-гнейсовые пояса образуют комплекс основания, на котором отлагаются серии осадочных и подчиненных им основных вулканогенных пород, залегающих близ основания серий, которые обычно начинаются с граувакк, постепенно сменяющихся карбонатными породами, а затем высокоглиноземными породами и кварцитами. Обычны интрузивы габбро, анортозитов и ультраосновных пород. В процессе второго этапа метаморфизма осадочно-вулканогенные серии превращаются в кристаллические сланцы средних и высоких ступеней метаморфизма, образующие кристаллосланцевые пояса (Shist belts), а происходящая одновременно ремобилизация комплекса основания приводит к образованию молодых гранитов. Зеленокаменные пояса слагаются четырьмя группами пород, сменяющими друг друга: 1) нижняя группа основных пород коматитового ряда сложена базальтовыми потоками и субвулканическими интрузиями, 2) группа основных пород толеитового ряда состоит из базальтов и крупных субвулканических массивов габбро, 3) группа фельзитовых пород, состоящих из андезитовых и дацитовых брекчий с расслоенными габбро-пироксенит-дунитовыми интрузивами, 4) группа пестрых по составу пород, сложенных переслаивающимися вулканитами толеитового и известково-щелочного ряда (базальты, андезиты, дациты, риолиты) и кластическими породами (вулканогенные песчаники, граувакки, конгломераты). С породами всего этого ряда ассоциируют массивы анортозитовых габбро и небольшие тела габброидов. Вулканогенно-осадочные образования всех четырех групп метаморфизованы в зеленосланцевой фации, хотя местами попадаются и породы более высоких ступеней метаморфизма.

Полевые геологические и сейсмические данные свидетельствуют, что переходы от одного режима к другому скорее имеют латеральный, а не вертикальный характер. Метаморфические и литологические фации резко меняются поперек поясов на протяжении нескольких километров или же блоки с разным режимом контактируют по вертикальным разломам. Предложенная модель строения областей развития зеленокаменных и гранито-гнейсовых поясов является известным шагом вперед по сравнению с теми идеями, которые господствовали на XXIV сессии МГК. Однако эта модель, к сожалению, не решает проблемы конгломератов в зеленокаменных поясах, содержащих валуны гранитов с ксенолитами гранито-гнейсов [3]. Совершенно очевидно, что гранито-гнейсовые комплексы не только полностью сформировались к началу накопления пород зеленокаменных поясов, но были уже выведены на поверхность тектоническими процессами и подвергались денудации.

Среди немногочисленных работ, посвященных другим регионам, особое внимание привлекает доклад о нижнем докембрии Южной Индии [15]. На основании новейших данных, в том числе Rb/Sr датировок возраста, авторы приходят к ряду весьма интересных заключений. Приводимые в докладе данные резко отличаются не только от известных построений Рама Рао [13], но и от более поздних материалов, обсуждавшихся на XXIV сессии МГК [14], и поэтому заслуживают краткого рассмотрения. В характеристику широко известных отложений дарварской супергруппы внесены существенные изменения и уточнения. В частности, указывается, что залегающие в их основании ультраосновные породы имеют химический состав коматитового ряда. Для подушечных лав из основания толщи приводится цифра изотопного возраста 2345±60 млн. лет, т.е. вся дарварская супергруппа выводится из состава архея и относится к нижнему протерозою. Весьма существенны достижения авторов в изучении додарварских образований. Ранее к ним относились лишь какие-то "древнейшие гнейсы" [10] или породы "комплекса основания" (Sarkar, 1972), о которых, в сущности, ничего не было известно, так как описание их не приводится. В то же время именно к ним относится, по-видимому, значительная часть гнейсов полуострова (Peninsular gneiss), изотопный возраст которых теперь определяется в пределах 3000–2100 млн. лет. В частности, додарварскими являются кварциты, кристаллические известняки и метапелиты, образующие палеосому мигматитов, а также значительная часть разнообразных гнейсов гранулитовой фа-

ции, в том числе "саргурские сланцы" и другие близкие к ним породы. Вместе с тем среди гнейсов полуострова безусловно имеются и последарварские породы, в том числе "молодые граниты", возникшие при частичной ремобилизации гнейсов гранитного и близкого к нему состава. Таким образом, выводы автора [3] о полигенности гнейсов полуострова и об участии в их составе архейских образований нашли полное подтверждение в новейших исследованиях.

Оценивая тематику докладов в целом, следует подчеркнуть, что в последние годы усилия многих геологов из разных стран сосредоточены на выявлении особенностей состава, строения и условий образования зеленокаменных поясов, т.е. на одной из самых животрепещущих проблем геологии раннего докембрия. Вместе с зеленокаменными поясами все более пристальное внимание привлекают и так называемые гранито-гнейсовые пояса. В связи с этим наряду с идеей о разрастании континентов вокруг древних зеленокаменных ядер все более привлекательными становятся представления о существовании крупных раннедокембрийских сиалических плит, которые, начиная с раннего протерозоя, постепенно разрушались в результате заложения на них и длительного развития линейных мобильных поясов разного возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борукаев Ч.Б.* Докембрий Австралии и Новой Зеландии. – В кн.: Докембрий континентов. Австралия, Африка. Новосибирск, Наука, 1976.
2. *Виноградов А.П.* Проблема абсолютного возраста. – В кн.: "Проблемы геологии на XXI сессии МГК". М., Изд-во АН СССР, 1963.
3. *Лазько Е.М.* О нижнем докембрии южной части Индийской платформы. – Сов. геология, 1966, № 11.
4. *Лазько Е.М.* О зеленокаменных и гнейсовых поясах юго-западной окраины Канадского щита. – В кн.: "Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXIV сессии МГК". М., Наука, 1974.
5. *Andersen L.S., Bettenay L.F., Binns R.A., Laeter J.R. de, Gorton M.P., Groves D.I.* Archaean crustal history of the Central Yilgarn block, Western Australia. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1, Canberra, 1976.
6. *Archibald N.J., Bettenay L.F., Binns R.A., Groves D.I., Gunthorpe R.J.* Metamorphic patterns, granitoids and the nature of basement to Archaean supercrustal betls in the Eastern goldfields province, Western Australia. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canberra, 1976.
7. *Arndt N.T.* Komatiitic and tholeiitic lavas in Munro Township Northeast Ontario, Canada. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1, Canberra, 1976.
8. *Gemuts I.* Archaean stratigraphy and structure in the Yilgran block, Western Australia. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canberra, 1976.
9. *Gole M.J.* Metamorphosed banded iron-formation im the Yilgarn block, Western Australia. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canberra, 1976.
10. *Krishnan M.S.* Precambrian stratigraphy of India. – 21st IGC Precambrian stratigraphy and correlation. Copenhagen, 1960.
11. *Marston R.J.* Geochemistry of Archaean felsic to ultramaphic metasediments in relation to crustal evolution, Northeastern Yilgarn block, Western Australia. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canberra, 1976.
12. *Rama Rao B.* A handbook of the geology of Mysore state Southern India. Bangalore, 1962.
13. *Rama Rao B.* The archaean provinces of India and their comparison with those of other continental shields. – J. Geol. Soc. India, 1964, 5.
14. *Sarkar S.N.* Present status of precambrian geochronology of Peninsular India. – 24th IGC, sect. I. – Precambrian geology. Montreal, 1972.
15. *Srinavasan R., Sreenivas B.L.* Greenstone-granite pluton and gneiss-granulite belts of the type Dharwar Craton, Karnataka, India. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canberra, 1976.
16. *Wilson H.D.B., Morrice M.G., Ziehlke H.V., Beakhouse G.P.* Development of greenstone-granite terrain in Archaean shields. – 25th IGC, Abstrs, vol. 1. Canderra, 1976.

ВЕРХНИЙ ДОКЕМБРИЙ

Программа конгресса практически не предусматривала обсуждения стратиграфических проблем верхнего докембрия. Подсекция 1Б, руководимая австралийским геологом М. Уолтером (M. Walter), рассматривала проблемы жизни в докембрии и имела уклон скорее палеобиологический, чем стратиграфический. Отдельные аспекты верхнедокембрийской стратиграфии затрагивались в докладах на симпозиуме по проблеме границы кембрия и докембрия, руководимом доктором Дж. Кауи, Англия (D. Cowie), и на заседаниях рабочей группы по корреляции докембрия, работой которой руководил из-за отсутствия ее руководителя д-ра Р. Тромпетта, Франция (R. Trompette), тот же д-р М. Уолтер. К сожалению, в последнем случае тезисы докладов не были опубликованы. С содержанием всех остальных докладов можно ознакомиться в сборниках тезисов докладов.

СТРАТИГРАФИЯ

Основная часть стратиграфических соотношений сделана австралийскими геологами. За последние годы проведены большие геологосъемочные и тематические работы, которые во многом детализировали и уточнили схему стратиграфии верхнего докембрия, особенно в Южной и Центральной Австралии – районах наиболее полного развития верхнедокембрийских отложений. Эти данные сведены в обзорном докладе В. Прейсса и М. Уолтера (W. Preiss; B. Walter). Они рассказали о строении докембрийских отложений в Южной и Центральной Австралии, о распределении в этих толщах строматолитов, микрофоссилий и остатков бесскелетных мягкотелых животных. Кроме того, пограничным слоям докембрия и кембрия посвящены доклады австралийских геологов М. Уолтера и В. Дейли (B. Daily). М. Маквильямс (M. McWilliams; Австралия) и Ж. Киршвинк (J. Kirschvink; США) дополнили эти доклады сообщением о палеомагнитных исследованиях, а Р. Коатс (R. Coats; Австралия) – о тиллитоподобных образованиях и о проблемах изучения докембрийских оледенений.

В основе стратиграфических схем докембрия Австралии лежит выделение большого количества формаций, имеющих узко локальное распространение, создание детальных местных шкал и их последующая корреляция сначала с толщами из соседних регионов, а затем и других континентов. При этом используется весь арсенал методов, в том числе привлекаются данные по следам оледенений, по строматолитам и микрофоссилиям, по изотопной геохронологии и палеомагнитным характеристикам пород. Так, породы серии Аделаида по строматолитам с учетом следов оледенений и остатков бесскелетных животных в верхах разреза сопоставлялись со средним-верхним рифеем и вендом Евразии. В последние годы из пород, подстилающих серию Аделаида, изохронным рубидий-стронциевым методом получены безупречные с лабораторной точки зрения определения возраста 867±32 млн. лет. Геологическая интерпретация этих данных вызывает дискуссии, но некоторые австралийские геологи склонны отказаться от ранних представлений и сопоставляют верхнедокембрийские толщи Южной и Центральной Австралии с отложениями не древнее середины верхнего рифея (доклад Уолтера и Прейсса).

Детальное изучение тиллитоподобных пород из верхнего докембрия Австралии подтвердило точку зрения Моусона (Mawson) о существовании двух уровней тиллитоподобных конгломератов в группе Стёрт (доклад Р. Коатса). Эти материалы представляются особенно интересными в связи с тем, что и на территории Русской платформы, в вильчанской серии, исследованиями Н. Веретенникова и А. Махнача тоже установлено присутствие двух горизонтов тиллитов. Эти и другие материалы по древним оледенениям рассматривались в докладе Н. Чумакова (СССР).

М. Криттенден (M. Crittenden; США) сделал доклад о методах корреляции докембрийских отложений и о геологической истории докембрия на примере Скалис-

тых Гор в США. Новые материалы по методам абсолютной геохронологии и об интерпретации изотопных определений возраста пород на примере Северной Африки и Австралии приведены в докладах М. Бонома (M. Bonhome; Франция) и А. Вебба (A. Webb; Австралия). В частности, в верхнерифейско-вендских отложениях Мавритании, детально изучавшихся Р. Тромпеттом и другими геологами, сделано шесть последовательных определений возраста изохронным рубидий-стронциевым методом, в интервале 964–580 млн. лет. Известны из этих толщ и строматолиты, изучавшиеся во Франции Ж. Бертран-Сарфати (J. Betrand-Sarfati). Это выводит разрез Мавританского Адрара в число опорных разрезов для каратауско-вендского интервала.

Наиболее детально разработана стратиграфия для верхнедокембрийских (рифейских) отложений СССР. Эта схема широко известна зарубежным геологам и неоднократно докладывалась на крупных международных совещаниях, в том числе на предыдущих сессиях конгресса. На XXV сессии МГК эта схема приведена во вступительной части доклада И. Крылова (СССР). Основная часть доклада посвящена использованию строматолитов в стратиграфии докембрия. Однако в вопросах и в дискуссии по этому докладу затрагивались вопросы преимущественно стратиграфические. Каковы критерии проведения границ протосистем (фитем) и имеются ли стратотипы этих границ? Имеются ли конкретные разрезы-стратотипы для выделенных в СССР стратиграфических подразделений? Почему для одного и того же подразделения иногда употребляются разные названия? Так, например, верхний рифей в одной схеме именуется каратавием, в другой – эпипротозоем. Для вышележащего стратиграфического подразделения, в интервале 680–570 млн. лет, в советской литературе имеется не менее пяти названий: венд, юдомий, вендомий, терминальный рифей и эокембрий. В целом достижения советских стратиграфов в изучении верхнего докембрия широко известны геологам разных стран и воспринимаются благожелательно и с большим интересом. Геологи разных стран используют в своих работах термин "рифей" и названия отдельных его подразделений. В ближайшие годы и рифей, и отдельные его протосистемы (особенно венд) могут претендовать на выдвижение в качестве международных стратиграфических единиц. Целесообразно в ближайшее время обсудить общие проблемы стратиграфии верхнего докембрия на представительном всесоюзном совещании, чтобы добиться унификации номенклатуры и единого понимания стратиграфических подразделений этого интервала, а также наметить конкретные задачи по установлению и уточнению стратотипических разрезов.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ

Проблемы изучения органических остатков докембрия как с биологических, так и с биостратиграфических позиций рассматривались на конгрессе в рамках работы подсекции 1Б – "Жизнь в докембрии" – под руководством австралийского геолога М. Уолтера, а также во время работы уже упоминавшейся выше рабочей группы по корреляции докембрия и симпозиума по проблеме границы кембрия и докембрия. В настоящее время в геологической литературе известны четыре большие группы органических остатков докембрия:

1. Строматолиты и онколиты – скорлуповатые или концентрически-слоистые водорослевые постройки, впервые появляющиеся 2700–2800 млн. лет назад.

2. Разнообразные остатки водорослей и бактерий, которые известны начиная с 3200–3300 млн. лет. Среди них преобладают микроскопические остатки. Часть из них приурочена к кремнистым породам и изучается преимущественно в шлифах (так называемые микрофоссилии), часть – к терригенным породам и может быть выделена с помощью мацерации (так называемые акритархи или сфероморфиды), часть представлена более крупными остатками, сохранившими растительные ткани, углефицированные в той или иной степени (так называемые вендотениевые водоросли).

3. Следы ползания, зарывания или питания животных упоминаются в слоях с возрастом до 2 млрд. лет. Однако достоверными остатками этого типа считаются следы жизнедеятельности животных из слоев с возрастом 1200–1300 млн. лет.

4. Отпечатки бесскелетных мягкотелых многоклеточных животных, подавляющая часть которых приурочена к самым верхним горизонтам докембрия, приблизительно с 700 млн. лет.

Основная часть докладов и выступлений на XXV сессии МГК посвящена микрофоссилиям и в меньшей степени – строматолитам. Об акритархах, вендотениевых водорослях, онколитах и следах животных только упоминалось, а отпечаткам многоклеточных животных посвящены тезисы доклада академика Б. Соколова (СССР). К сожалению, автор не приехал в Сидней, и доклад не был прочитан. Еще большее сожаление вызывает отсутствие докладов на эту тему австралийских геологов. Именно в Австралии найдены первые такие отпечатки (R. Sprigg), именно здесь хранятся тысячи экземпляров этих остатков. К сожалению, М. Глесснер (M. Glaessner) и М. Уэйд (M. Wade), детально изучавшие эти отпечатки, опубликовавшие около двух десятков великолепных работ и присутствовавшие на конгрессе, с докладами не выступили.

Строматолиты, методы их изучения, проблемы классификации и значение для стратиграфии, особенно для стратиграфии докембрия, детально рассматривались на предыдущей XXIV сессии МГК в Монреале в 1972 г. На сессии в Сиднее им посвящено только 5 докладов. В докладе И. Крылова (СССР) показано современное состояние проблемы изучения строматолитов докембрия в нашей стране. Большинство советских исследователей изучают и классифицируют строматолиты по комплексу морфологических и микроструктурных признаков с использованием бинарной латинской номенклатуры. Сравнительное изучение строматолитов из различных опорных разрезов СССР показало большое сходство их одновозрастных ассоциаций на огромных расстояниях и одинаковую вертикальную смену этих комплексов во времени в разных регионах. Это позволило провести расчленение верхнедокембрийских (рифейских) толщ Евразии в интервале 1650–570 млн. лет по крайней мере на 4 подразделения (протосистемы, или фитемы), аналоги которых намечаются и на других континентах.

Внутри крупных строматолитовых тел – биогермов и бистромов – наблюдается определенная морфологическая изменчивость слагающих их построек. В рамках существующих формальных классификаций морфологически различные строматолитовые постройки, даже если они встречены в одном и том же биогерме, могут относиться к разным формальным группам и видам. При этом "набор" таких построек в каждой биогерме или в однотипных биогермах единого пласта невелик и вполне определен (так называемые биогермные ряды). Все это позволяет сравнивать не только отдельные строматолитовые постройки, но и их закономерные сочетания. Комплексы строматолитов, по которым проводится сопоставление одновозрастных толщ, насчитывают десятки формальных видов и родов.

Х. Хофман (H. Hofmann; Канада) рассказал о применении компьютеров к изучению строматолитов. В машину были введены диагнозы описанных в литературе формальных групп строматолитов, и выяснилось, что на различных уровнях докембрия, в том числе и в афебии, могут быть встречены постройки, отвечающие диагнозам самых различных групп. Из этого следует два вывода. Либо строматолиты не имеют стратиграфического значения (к чему склоняется автор доклада), либо диагнозы ряда групп нуждаются в существенных уточнениях. Надо заметить, что в литературе уже давно известен парадоксальный факт: строматолиты нижнего протерозоя (афебия) больше похожи на верхнерифейские формы, чем на постройки из среднего или нижнего рифея. Именно это сходство и подтверждено компьютером. Однако это только сходство, а не тождество – и необходимы дальнейшие исследования и уточнения признаков, по которым проводится определение. В. Прейсс (W. Preiss; Австралия) смотрит на биостратиграфические возможности строматолитов более оптимистично. Он отметил, что строматолиты могут применяться и с успехом применяются при корреляции докембрийских отложений на огромных расстояниях. В частности, в Австралии с помощью строматолитов можно выделять и рифей, и его отдельные подразделения, хотя строматолитовые комплексы Австралии пока отличаются достаточно сильно от евроазиатских.

Все практическое использование строматолитов основано только на эмпирически накопленном материале. Теория строматолитовой науки скорее говорит о трудностях при их применении в биостратиграфии. По мнению геологов, изучавших современные строматолиты, их морфология во многом определялась внешними условиями: течениями, привносом осадка и т.д. Однако необходимо признать, что и состав водорослевых пленок тоже несомненно влиял и на форму построек и слоев, и на их структуру. Поэтому изучение строматолитов необходимо продолжать, а стратиграфические выводы, сделанные по этим остаткам, надо проверять и данными изотопных определений возраста, и всеми другими методами. Фактическая основа для этих выводов содержалась в упоминавшемся выше докладе В. Прейсса и М. Уолтера, сделанном на заседании рабочей группы по корреляции докембрия, где показано распространение строматолитов и другие данные по опорным разрезам различных регионов Австралии.

В докладе М. Уолтера (Австралия) сделана интересная попытка предложить что-то вроде теории морфогенеза строматолитов. Докладчик сравнил текстуры и структуры докембрийских строматолитов, в которых не сохраняются остатки водорослей, со сходными текстурами и структурами современных водорослевых пленок и построек. В современных строматолитах часто можно видеть, как образуется тот или иной тип слоев. Так, плоские и выпуклые слои образуются либо стелющимися нитчатыми водорослями, либо чередованием горизонтально и вертикально ориентированных нитей, либо одноклеточными водорослями. В образовании конических слоев всегда участвуют пучки прямых вертикальных нитей и т.д. В отдельных случаях в окремнелых древних строматолитах удается видеть остатки нитей и клеток, которые если не подтверждают однозначно, то и не противоречат этим построениям.

Именно такие данные об остатках водорослей в окремнелых строматолитах содержались в докладе С. Аурамика (S. Awramik; США). Автор провел детальное палеомикробиологическое исследование строматолитов из формации Ганфлинт, имеющих возраст около 2 млрд. лет. В этих строматолитах, представленных тремя морфологическими разновидностями, в массовых количествах встречены нитчатые и коккоидные сине-зеленые водоросли. В морфологически различных строматолитах состав водорослей оказался иным: они отличались и размерами нитей и клеток, и относительным (процентным) содержанием разных видов. При этом нет оснований связывать изменения морфологии построек с какими-либо наблюдаемыми изменениями палеоэкологической обстановки. С. Аурамик справедливо полагает, что это все говорит о прямой связи морфологии строматолитов с составом строивших их водорослей.

Основная часть докладов и дискуссий на заседаниях подсекции "Жизнь в докембрии" посвящена микрофоссилиям – микроскопическим остаткам, очевидно, водорослево-бактериального происхождения, которые встречаются в кремнистых породах на различных уровнях в докембрии практически всех континентов (кроме Антарктиды и Южной Америки). Начало их изучения связано с именами американских исследователей Э. Баргхоорна (E. Barghoorn), Дж. В. Шопфа (J.W. Schopf), П. Клауда (P. Cloud), а сейчас их исследуют не менее двух десятков ученых в различных странах – США, Англии, Австралии и других. Часть докладов посвящена конкретным данным о распространении ассоциаций микрофоссилий (так называемых микробиот) в докембрии различных регионов Австралии – доклады М. Муир (M. Muir; Англия), К. Пламба (K. Plumb), Дороти и Джона Эйлер (D. Oehler, J. Oehler) и Н. Кроксфорда (N. Croxford; Австралия), рассматривались морфология микрофоссилий, условия и степень их сохранности, наложенные процессы, распределение по площади и по вертикали.

С. Аурамик (США) доложил о проведенной им совместно с проф. Баргхоорном ревизии микрофоссилий из формации Ганфлинт (Северная Америка). Именно с Ганфлинта началось изучение микрофоссилий, и к настоящему времени в составе ганфлинтской микробиоты описано 27 таксонов. После ревизии выяснилось, что 18 из них либо являются неорганическими остатками, либо неотличимы от форм, описанных ранее. Кроме того, описано 8 новых таксонов. Все 17 видов, входящие

ныне в состав ганфлинтской микробиоты, являются прокариотами, 6 из них относятся к сине-зеленым водорослям, 2 – к бактериям, а природа 9 таксонов неясна. Многие ганфлинтские формы встречены на том же стратиграфическом уровне на других континентах, в частности, в двух местонахождениях в Австралии, что говорит об их возможном стратиграфическом значении.

Эволюции микрофоссилий и их использованию для биостратиграфии посвящен доклад Дж.В. Шопфа (США). За последние десять лет микрофоссилии обнаружены более чем на 25 уровнях в докембрии, от раннего протерозоя до венда. Для одноклеточных форм отмечается увеличение размеров телец в течение протерозоя. Еще большее (до 25 раз) увеличение размеров клеток и диаметра нитей происходило у нитчатых форм. Возрастает и таксономическое разнообразие микробиот. Отмечаются три рубежа в развитии протерозойских микрофоссилий: около 1500 млн. лет и на границах рифейских фитем: 1400±50 и 950±50 млн. лет. Учитывая, что эти границы ранее отмечены советскими исследователями как уровни смены строматолитовых комплексов, можно предположить, что причиной эволюции строматолитов может оказаться эволюция микробиотит, а это в свою очередь даст биологическое подтверждение намечающейся корреляции докембрийских толщ по строматолитам. О рубеже в развитии микрофоссилий на уровне около 1400 млн. лет говорилось и в докладе М. Муир и К. Пламба о микрофоссилиях Австралии.

Доклад Л. Гамильтона (L. Hamilton; Австралия) рассматривал биологические аспекты осадочного рудонакопления железа в докембрии. В докембрийских железных рудах Африки (7 месторождений), Индии (3), Австралии (2) и Саудовской Аравии (1 точка) встречены остатки микроорганизмов, изученные в шлифах и пришлифовках, а мацерация позволила выделить нерастворимое слизистое вещество, сферические и нитчатые тельца. Все это позволяет допустить значительную роль микроорганизмов в осаждении железа (факт, широко известный для современного накопления железных руд) и в докембрии.

Доклад американских исследователей Б. Наги (B. Nagy), Л. Наги (L. Nagy), Дж. Замберже (J. Zumberge), Д. Склерью (D. Sklarew) и Ф. Андерсона (Ph. Anderson) посвящен изучению органических соединений из древних толщ, содержащих микрофоссилии. В породах серии Онфервахт (3400 млн. лет) и свиты Фигового дерева (3000 млн. лет), содержащих древнейшие из известных органических остатков, встречены ароматические углеводороды, а в свите Фигового дерева также *n*-алканы. В родезийских известняках Булавайо (2800 млн. лет), содержащих коккоидные и удлиненные микрофоссилии, встречены ароматические и алифатические углеводороды и в небольших количествах форальдегид и бензонитрил, которые могли быть остатками разложившейся целлюлозы. В породах Витватерсранда (2600 млн. лет), содержащих нитчатые и коккоидные сине-зеленые водоросли, обнаружены ароматические углеводороды и ароматические сернистые соединения. В строматолитовых толщах Трансвааля (2500 млн. лет), откуда описаны разнообразные сине-зеленые водоросли – коккоидные и нитчатые, с клеточными стенками и перегородками, причем некоторые нити – с акинетами и гетероцистами – встречены сложные органические соединения из группы фуранов, бензонитрилов и алифатических нитрилов, которые могут образоваться при разложении протеинов и хлорофилла.

Основная дискуссия касалась истолкования биологической природы некоторых микрофоссилий. В работах Дж. Шопфа (это прозвучало и в его докладе, хотя и в очень осторожной форме) делаются попытки интерпретировать различные пятна внутри микрофоссилий как окаменевшие органеллы. В частности, темные пятна в центре клеток иногда прямо отождествлялись с клеточными ядрами, а если таких пятен два – говорилось о делении ядра и т.п. Отстаивая свою точку зрения, Дж. Шопф ссылался на публикации советского исследователя Б.В. Тимофеева, выступавшего с подобными высказываниями. Но эта точка зрения поддержки не встретила. Буквально все выступавшие называли такой подход по меньшей мере неосторожным и бездоказательным. Таким образом, вопрос о первых эукариотах по-прежнему остается открытым.

Во время работы конгресса состоялось организационное заседание рабочей группы по докембрийской биостратиграфии. В задачи такой группы должны войти международные исследования по использованию в целях стратиграфии различных органических остатков докембрия – строматолитов, микрофоссилий из кремнистых пород, акритарх из терригенных пород, отпечатков животных, следов их жизнедеятельности и др.; своевременный обмен информацией между исследователями разных стран, работающими в этой области; сбор и публикация аннотированной библиографии. Предполагается организация регулярных встреч исследователей разных стран для совместного просмотра наиболее интересных разрезов, коллекций, для обсуждения различных научных и практических проблем. Руководителем группы избрана доктор М. Муир (M. Muir; Англия), секретарем – доктор С. Аурамик (S. Awramik; США).

В.В. Меннер

ВЕРХНИЙ ДОКЕМБРИЙ И НИЖНИЙ ПАЛЕОЗОЙ ЮЖНОЙ АВСТРАЛИИ

Южная Австралия является одним из районов широкого развития отложений верхнего докембрия, которые достигают здесь значительной мощности и представлены почти неизмененными толщами осадочных пород. К их верхам приурочены уникальные находки эдиакарской фауны, получившие известность, а к более низким горизонтам – мощные толщи тиллитов и пачки строматолитовых известняков, среди которых отмечаются группы строматолитов, обычные и в докембрии Советского Союза. В то же время наблюдаемое здесь мощное развитие самых молодых докембрийских толщ, а также и отложений нижнего кембрия позволяло надеяться, что здесь может быть обнаружен и полный разрез пограничных отложений этого возраста и выбран стратотип границы. Все это еще более повышало интерес к развитым здесь толщам. Учитывая сказанное, австралийские геологи включили в программу XXV сессии МГК осмотр отложений Аделаидской геосинклинали, в которой особенно полно развиты указанные выше толщи, а также просмотр в окрестностях Виалла смежных с ними наплитных разрезов кратона Гаулер (шельфа Стюарт), в которых одновозрастные образования представлены маломощными толщами кварцевых песчаников и эффузивов, разделенных многочисленными следами перерывов.

Вся экскурсия проходила под руководством Б. Томсона – автора новой стратиграфической шкалы докембрия Южной Австралии, Б. Дейли – автора детальной стратиграфии кембрийских толщ той же области и Р. Коатца и Б. Форбеса, проводивших детальную съемку ряда планшетов Гор Флиндерс и описавших литологию слагающих их отложений. В показе разрезов наиболее северного участка–Аркарулы,– кроме того, принял участие и первооткрыватель эдиакарской фауны доктор К. Сприг. Такой состав руководителей позволил участникам экскурсии не только ознакомиться с одним из интереснейших разрезов верхнего докембрия Австралии и всего мира, но и оценить различные точки зрения на него отдельных специалистов. За это я пользуюсь случаем сердечно поблагодарить австралийских геологов, которые позволили всем участникам глубже ознакомиться с существом стоящих перед ними проблем и в очень короткие сроки ознакомиться с интереснейшими материалами. Ниже приводится описание разреза, составленное в основном по материалам путеводителя экскурсии [7] лишь с очень небольшими дополнениями.

В начале экскурсии, маршрут которой показан на рис. 1, австралийскими геологами были показаны особенности фундамента и слагающих его пород, а также кроющие его толщи в районе платформенной части шельфа Стюарта (точки *1–9*), а во второй половине экскурсии (точки *12–32*) – особенности миогеосинклинальных разрезов и структур. Различия строения осадочного чехла названных двух областей хорошо видны и из прилагаемой схемы (рис. 2), в которую, кроме данных, приводившихся австралийскими геологами, включены также и мощности некоторых толщ, подчеркивающие специфику этих двух регионов.

Наиболее древними являются образования кратона Гаулера, частью которого служит и шельф Стюарта, представленный гранитами полуострова Эйре, датируемыми поздним археем или самым ранним протерозоем. Они были тем первичным основанием, на котором в нижнем протерозое шло накопление аркозовых песчаников с незначительными прослоями сланцев и доломитов, представленных ныне кварцитами Варроу. Вверху последние сменяются мощными толщами сланцев, кремнистых пород, карбонатов, джеспиллитов и основных вулканогенных толщ, достигающих громадной мощности. Метаморфизованные аналоги среди частей этих образований обычно выделяются в группу Миддлебек, к отложениям которой приурочены железорудные месторождения Миддлебекской гряды и Железного Бугра (Айрон Кноб) в окрестностях Виалла, которые долгие годы служили основной базой черной металлургии Австралии. Все перечисленные толщи, входящие в

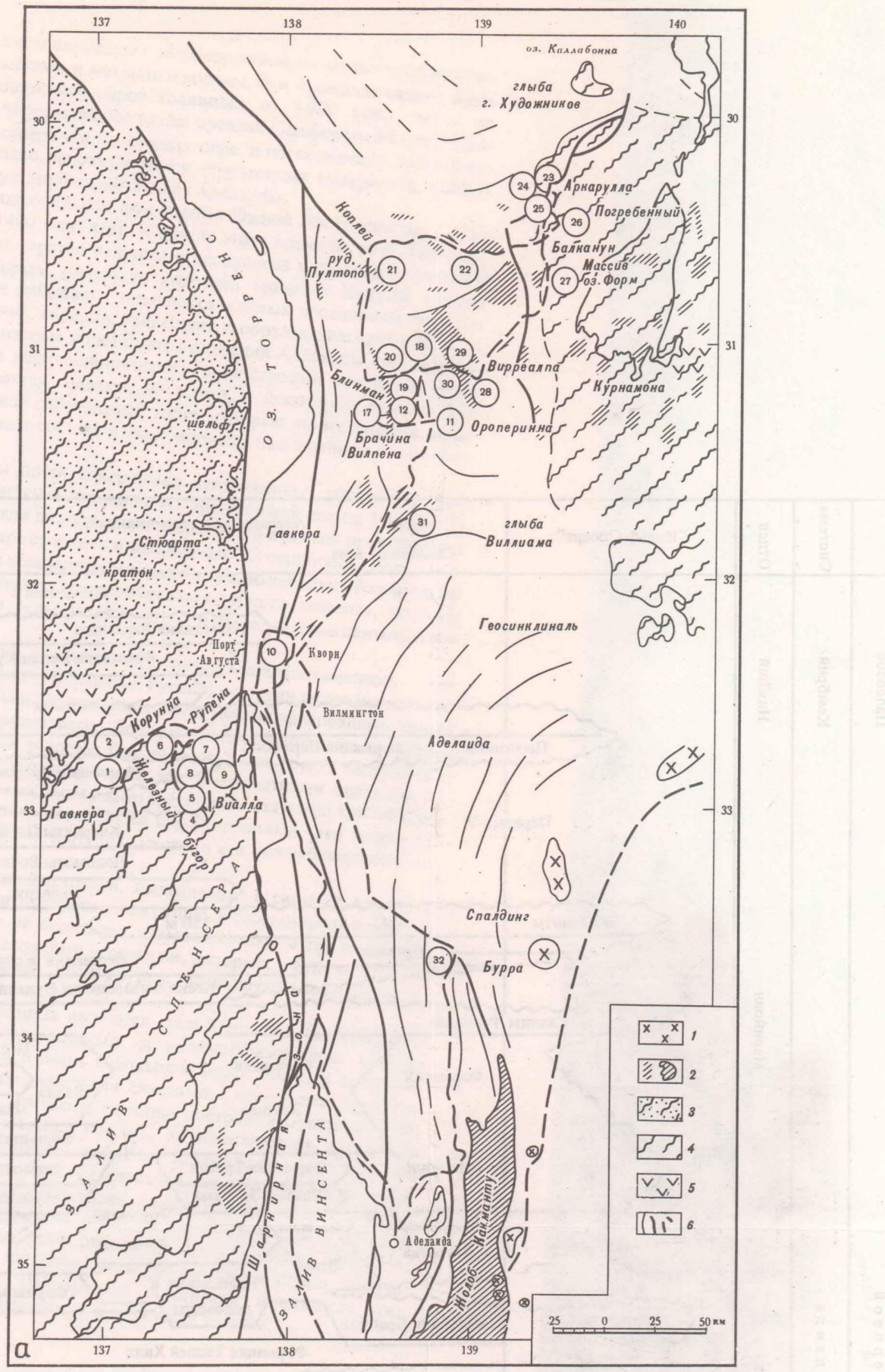


Рис. 1. **Схематическая тектоническая карта района маршрута экскурсии 33А (*а*) и профиль через шельф Стюарта и геосинклиналь Флиндерс (*б*)**

1 – деламерийские граниты; *2* – кембрий; *3* – шельф Стюарта; *4* – кристаллический фундамент, *5* – вулканиты гряды Гоулера; *6*– железорудные формации докембрия

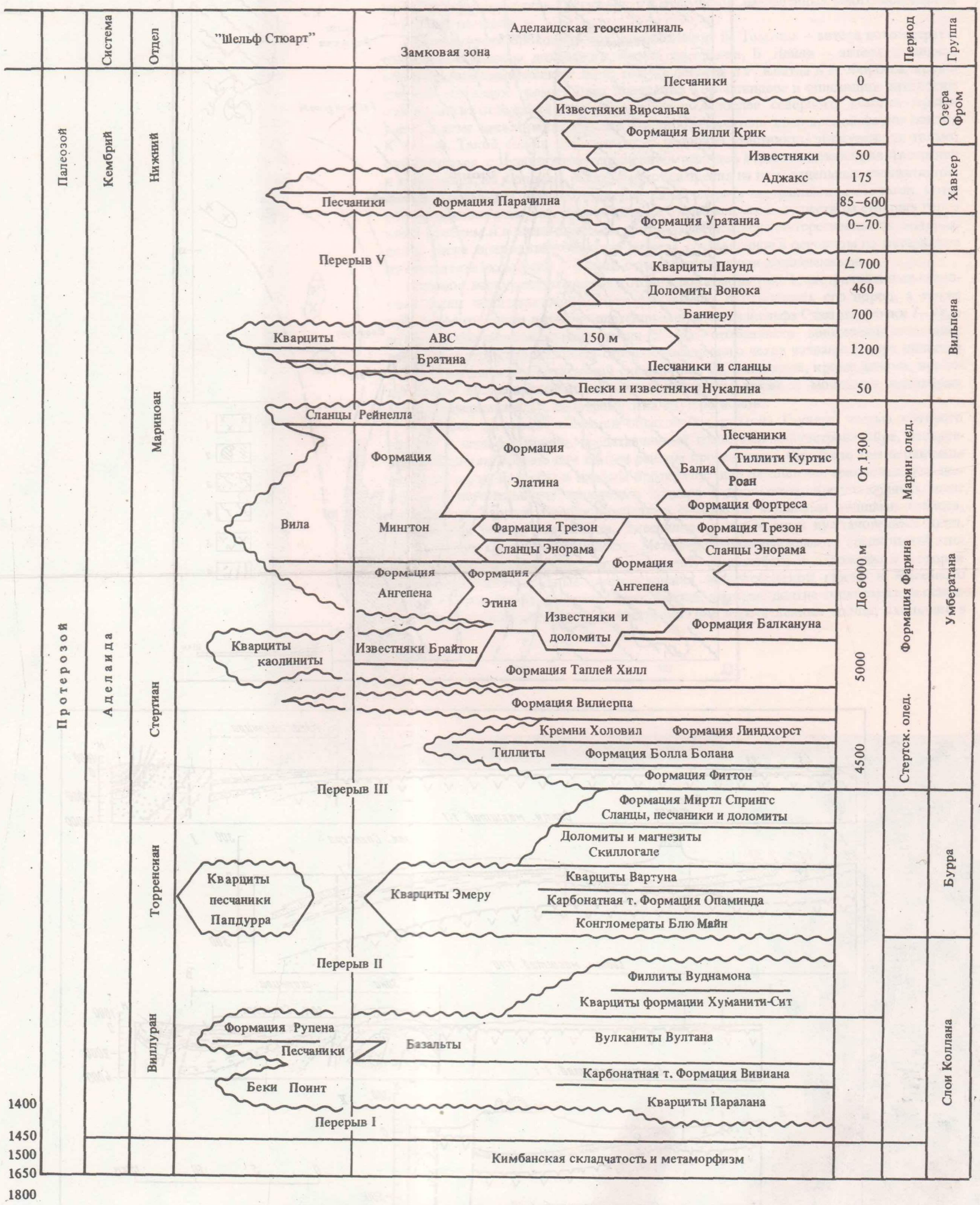


Рис. 2. Стратиграфия докембрийских и кембрийских отложений гор Флиндерс

состав фундамента, сильно дислоцированы и метаморфизованы до зеленосланцевых и гранулитовых фаций, а местами и мигматизированы. Эти процессы падают здесь на время Кимбансских движений, происходивших от 1900 млн. лет до 1650 млн. лет и смявших перечисленные толщи древней платформы на юге в северо-восточные складки, а на севере – в почти широтные. В последующую эпоху пенепленизации разрушение их дало основную массу терригенных материалов, выполнивших позднедокембрийскую миогеосинклиналь Аделаиды.

Заключительные фазы консолидации фундамента Южной Австралии падают на время Карпентария (1650–1400 млн. лет). К началу этого времени, по Б. Томсону, относится накопление конгломератов Корулпа и песчаников и сланцев осадочного цикла Карпентария, за которым следовали интрузии гранитов Хилтаба (около 1500 млн. лет), образование дайкового комплекса кислых и основных пород и связанных с ним вулканических явлений, приведших к образованию мощных толщ вулканитов Гаулер Рендж, которые подстилают отложения Аделаиды как на щите Гаулер, так и в Аделаидской миогеосинклинали. Такое строение описанных толщ среднего протерозоя принимается, однако, не всеми, и некоторые геологи [5] указывают даже прямо обратное соотношение толщ, которые, по их мнению, начинаются вулканитами риолитового состава и заканчиваются накоплением осадочного комплекса.

Значительно лучше изучены почти совершенно неизмененные толщи верхнего протерозоя, так называемой системы Аделаида. Из прилагаемой схемы (см. рис.2) отчетливо видно, что толщи чехла платформы Стюарат этого времени представлены в основном конгломератами, аркозовыми и кварцевыми песчаниками, реже кварцитами, каолинитами, сланцами и известняками относительно небольшой мощности, главным образом континентального или прибрежно-морского генезиса, местами сохраняющими следы древнего рельефа (рис. 3) и разделенными длительными перерывами.

В основании осадочных толщ выделяется пачка миндалекаменных лав базальтового состава и диабазов (формация Рупена), которая резко несогласно налегает на описанные выше сильно дислоцированные и метаморфизованные толщи нижнего и среднего протерозоя фундамента. Полную противоположность представляют собою миогеосинклинальные разрезы. Они гораздо более богато палеонтологически охарактеризованы как строматолитами, так и отпечатками эдиакарских фаун, а в кембрии многочисленными биогермами археоциат, остатками трилобитов, различными следами жизнедеятельности, а также строматолитами. Эти толщи достигают громадных мощностей (10–15 км), хотя местами и в них наблюдаются значительные перерывы.

Верхние докембрийские толщи Австралии, выделяемые в систему Аделаида, подразделяются на четыре литостратиграфические группы, в свою очередь подразделяемые на формации. Эти группы не совпадают с выделяемыми в тех же толщах хроностратиграфическими подразделениями – сериями, которые, будучи установлены по существу на том же основании, что и группы, но по другим перерывам, на практике многими не используются (см. рис. 2).

Нижним членом аделаидского разреза являются слои Калланны, начинающиеся конгломератами и песчаниками, налегающими на метаморфизованные породы основания, что, правда, наблюдается в очень небольшом числе точек. В основном эти слои представлены кварцитами, глинистыми сланцами с прослоями строматолитовых известняков, из которых Прейссом описаны постройки Gymnosolen cf. ramsayi Steinman и Acaciella cf. australica Walther, и вулканитами основного состава [3]. Как правило, эти породы являются материнскими для брекчий диапиров, причем среди последних нередко встречаются псевдоморфозы по кубикам соли, почему австралийские геологи склонны видеть в этих толщах соленосные образования и связывать образование развитых здесь диапиров с соляной тектоникой. Однако ни в одном обнажении этих толщ, ни в брекчиях диапиров, нам нигде не демонстрировалось ни выходов солей, ни гипсов, и только наличие доломитов и нахождение в разрезах Центральной Австралии в аналогах этих толщ гипсов говорит о возможной соленосности и этой части разреза.

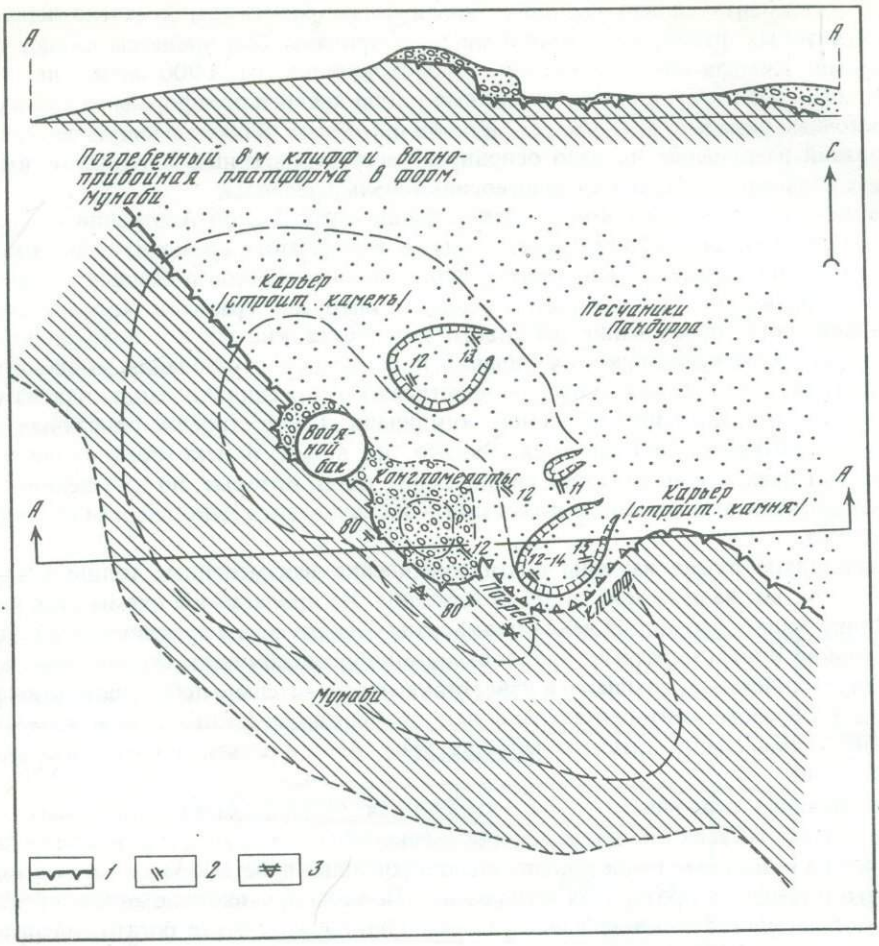


Рис. 3. **Геологический план и разрез через холм у Виалла, показывающий соотношения формаций Пандурра и Мунаби, типичные для шельфа Стюарта**

1 – несогласие; *2* – наслоения (наклоны слоев); *3* – вертикальная слоистость

Отложения вышележащей группы Бурра представлены сходными, но более плотными некомпетентными породами. Эта группа также начинается кварцитами и конгломератами, местами несогласно налегающими на слои Каллана, но характеризующимися обилием титаномагнетитовых и гематитовых зерен, что особенно характерно для голубых рудных кварцитов основания группы и кварцитов Эмеро ее середины.

В верхней части группы хорошо прослеживается толща Скиллогалле – доломитов и магнезитов, иногда галечных брекчиевидных, местами со строматолитами (Baicalia burra Preiss, Tungussia wilkatauna Preiss), иногда с черными кремнями с остатками нитчатых сине-зеленых водорослей [4]. Завершается группа карбонатно-сланцевой и песчано-глинистой толщами прибрежно-морских отложений (формация Мыртл Спрингс), местами замещающихся кварцитами. Значительное увеличение мощности песчаников и грубости их зерна к северу и западу свидетельствует о том, откуда сносился материал этих толщ. Мощность пород группы Бурра сильно варьирует, достигая местами многих сотен метров, но местами они могут и совершенно отсутствовать (Парачилна). В районе Бурра с породами этой группы связано медноколчеданное оруденение.

Самой мощной и особенно типичной группой верхнего докембрия Гор Флиндерс является Умберетана, сложенная ледниковыми и межледниковыми отложениями, мощность которых местами превышает 6000 м, но в большинстве разрезов не превосходит 500–600 м. Отложения этой группы резко несогласно налегают на все

подстилающие, иногда значительно более древние, и начинаются толщей тиллитов Стертского оледенения.

Тиллиты Стертского комплекса довольно четко разделяются на три толщи: нижнюю, к которой принадлежат тиллиты формаций Болла–Боллана и тиллиты хребта Пуалько, обычно окрашенные в серые тона. Местами нижняя ледниковая толща начинается серией гляциоморинных и морских отложений, достигающих у Горы Художников 4500 м. Средняя толща местами характеризуется красными породами, обогащенными гематитом и часто висячей галькой. Верхняя толща также характеризуется красноватой окраской песчаников и присутствием валунов порфира. Она залегает несогласно на более нижних толщах, а часто и на более древних. С этой толщей, по данным австралийских геологов, хорошо коррелируются тиллиты Горы Якова (Вултана) и формации Вилиерна.

Кроются отложения Стертских оледенений мощной толщей осадков, обычно выделяемых в формацию Топлей – Хилл, представленную тонкослоистыми известково-глинистыми породами, в основании с пачкой тонкослоистых, почти кратонных, мергелей, а местами и известняков, которые отлагались на самом мелководье или даже в приливной зоне. Мощность этих и кроющих их отложений, среди которых в зависимости от мелких изменений литологического состава часто выделяются многочисленные местные формации, достигающие местами 6000 м (Парачилна). Среди последних особенно интересны известняки Брайтон с многочисленными строматолитами Tungussia spp., Inseria conjuncta Preiss, Katavia costata Preiss, Boxonia и др., песчано-глинистые отложения формации Этина с тиллитом и прослоями известняков с Tungussia etina Preiss, и Inseria cf. tjomusi Kryl. и многими другими. Венчается разрез группы Умберетана толщей тиллитов Марион, достигающих 1300 м мощности и состоящих из несколько более тонкозернистых пород, чем нижние тиллиты. Этот верхний горизонт тиллитов хорошо прослеживается в различных районах, где он выделяется в формации: Элатина, Вильмингтон и другие и датируется 660–680 млн. лет, т.е. точно соответствует во времени так называемому лапландскому оледенению Русской платформы низов венда.

Завершается разрез Аделаиды мощной толщей карбонатно-терригенных пород группы Вильпена. Она начинается пачкой розоватых и желтоватых тонкоплитчатых доломитов формации Букалина, достигающих мощности 50 м и покрывающихся мощной толщей глинистых красноватых сланцев формации Брачина, местами замещающих по простиранию и доломитовую пачку. На востоке красноватые слои Брачина переходят в зеленоватые, выделяемые под названием сланцев Улуна. Эта толща богата баритом, местами образующим крупные жильные скопления, которые разрабатываются.

Завершается нижняя часть группы Вильпена кварцитами ABC, залегающими на западе в верхней части сланцев и покрывающими в восточной разрезы толщ сланцев Буниерро с Tungussia sp. и сланцев и известняков формации Воноко, перекрывающимися кварцитами Паунд, достигающими 800 м мощности и образующими очень резко выраженные в рельефе гребни, которые, как и гребни кварцитов ABC, хорошо оттеняют особенности тектоники отдельных участков. К поверхностям глинистых прослоев в верхней части кварцитов Паунд приурочиваются и находки отпечатков исключительно разнообразной и богатой эдиакарской фауны Beltanella gilesi Sprigg; Rangea spp.; Dickinsonia spp.; Spriggina flindersi Glaessner; Tribrachidium heraldicum glaessner и др. Несогласно на размытой поверхности докембрия, а местами и более древних горизонтов залегают кембрийские отложения. Местами они выполняют впадины в этой поверхности. Среди них выделяются палеонтологически охарактеризованные образования как нижнего, так и среднего кембрия, а также плохо охарактеризованные, кроющие более молодые верхнекембрийские, а возможно, и ордовикские отложения.

Наиболее нижним членом кембрийских толщ района являются отложения формации Уратана, представленные песчано-сланцевой толщей, выполняющей карманы и западины докембрийского рельефа. Мощность этой формации сильно колеблется от 0 до 700 м. Принадлежность ее к кембрию доказывается находками в ее породах биоглифов и налеганием на нее нижнекембрийских толщ, хотя и с размывом, но

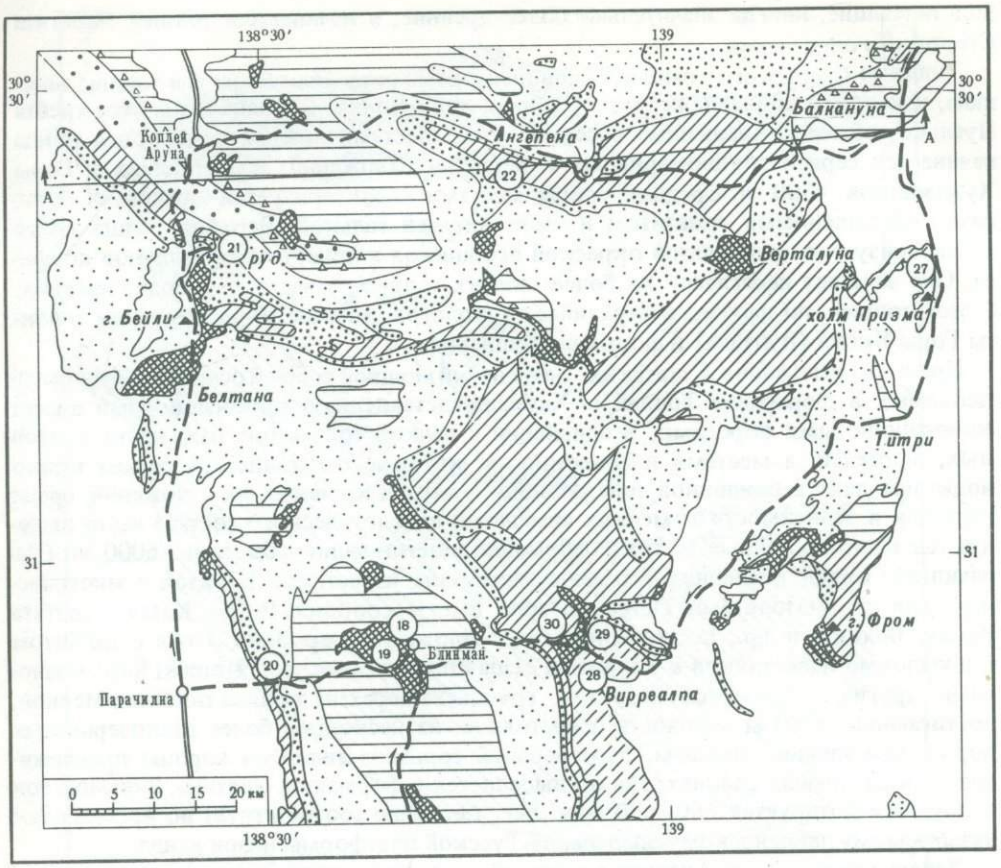


Рис. 4. **Схематическая карта и профиль через диапировый район Блинман–Балкануна**

1 – кембрий (верхи); *2* – кембрий (группа Хавкер); *3* – кварциты Паунд; *4* – группа Вилпена; *5* – группа Умбертана (*а*) и тиллиты (*б*); *6* – группа Бурра; *7* – диапировая брекчия; *8* – слои Каллана; *9* – кристаллическое основание

Рис. 5. **Схематическая карта и профили диапиров района Крадок и Брачина**

1 – триас (угленосный); *2* – кембрий (верхи); *3* – кембрий (группа Тавкер); *4* – кварциты Паунд; *5* – группа Вилпена; *6* – диапировые брекчии; *7* – группа Умберетана; *8* – формация Этина; *9* – подгруппа Фарина; *10* – тиллиты; *11* – группа Бурра; *12* – слои Каллана

Рис. 6. **Геологическая карта Старый Вирреалпа, показывающая смену фаций к северу от диапира**

Нижний кембрий: *1* – формация Билли Крик, *2* – сланцы Орапаринна с вклинивающимися граувакками Нарина, *3* – песчаники Бункерс, *4* – сланцы Мидверта, *5* – известняк Парара, *6* – известняк Вилкавиллина, *7* – кровля фаунистического комплекса (по Дейли), *8* – известняк Вирраповие, *9* – доломиты Вудендинна; *10* – формация Парачилна. Несогласие. Протерозой: *11* – кварцит Паунд, *12* – формация Вонока, *13* – формация Буниероо, *14* – диапир

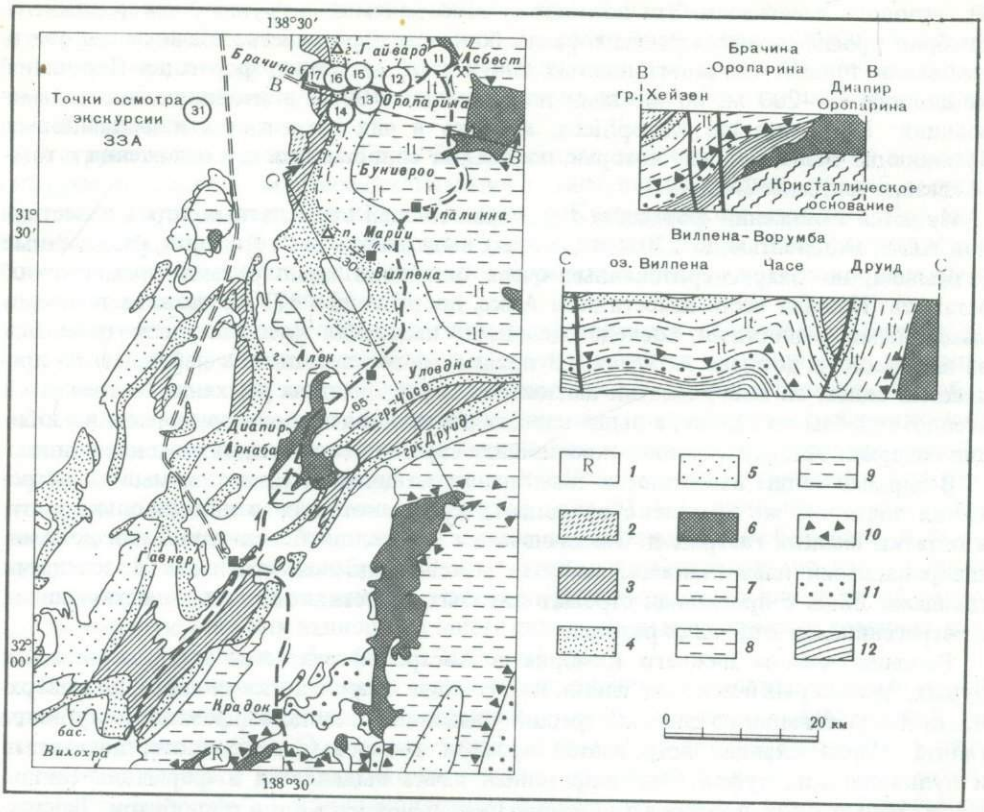

138°30′
Точки осмотра экскурсии
33А
Брачина
Ороларина
Асбест
г. Гайеара
Буниероо
Улалинна
п. Марии
Вилпена
г. Ален
Уловдна
Диапир Арнаба
Гавкер
Крадок
бас. Вилохра
31° 30′
32° 00′
Брачина - Ороларина
гр. Хейзен
Диапир Ороларина
Кристаллическое основание
Вилпена - Ворумба
оз. Вилпена
Часе
Друид
0 20 км

Рис. 5

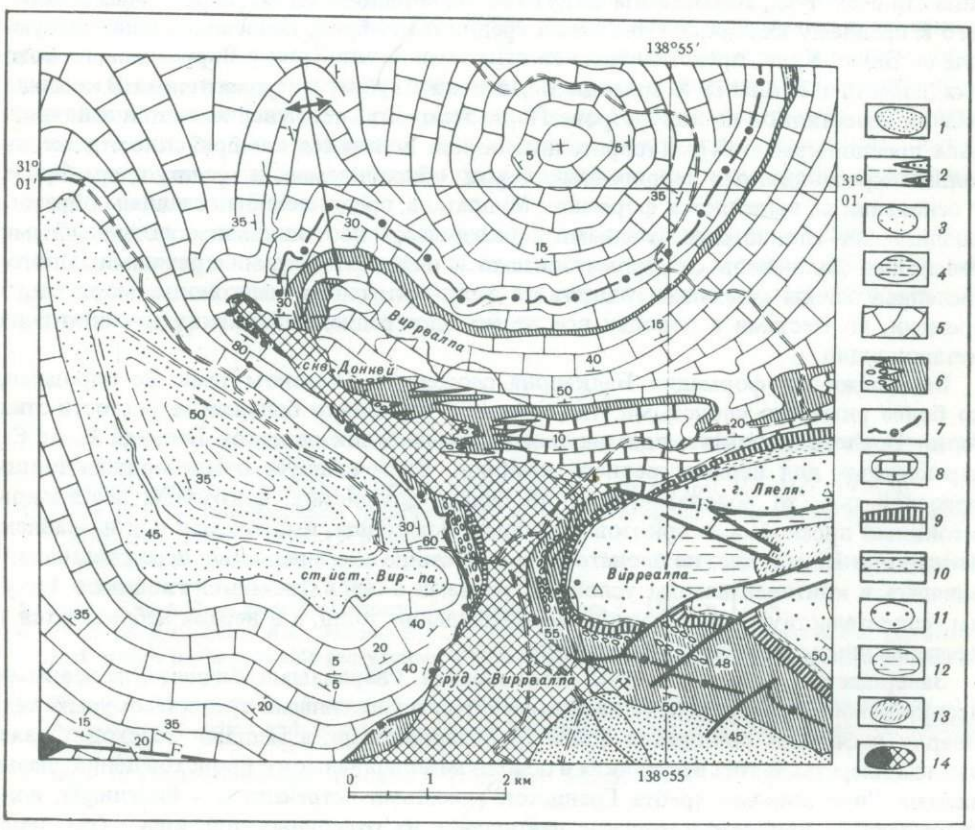

138°55′
31° 01′
Вирреалпа
оз. Донней
г. Лиеля
ст. ист. Вир-па
руд. Вирреалпа
0 1 2 км

Рис. 6

без углового несогласия. Эти последние, обособляемые в группу Хавкер нижнего кембрия, прослеживаются уже на гораздо большем пространстве. Начинаются они в основании толщей песчано-глинистых глауконитовых пород формации Парачилна мощностью 85–200 м, но местами достигающих 700 м и изобилующих ходами роющих: Diplocraterion, Ruzophicus, изредка в них встречаются и беззамковые брахиоподы Bemella Miss., которые позволяют сопоставлять эти отложения с томмотскими толщами Сибири.

Кроются отложения формации Парачилна толщей карбонатных пород известняков Аякс, мощностью до 220 м, в которых выделяются два горизонта, разделенные размывом, но охарактеризованные очень близкими комплексами органических остатков. Нижняя часть известняков Аякс, достигающая 173 м, сложена темными массивными разностями, последовательность наслоения которых рассматривалась на конгрессе в докладе A. Winnel. В нижней части известняков наблюдаются пропластки гипса, на поверхностях наслоения часты трещины усыхания, встречаются псевдоморфозы по галиту, а выше известняки становятся более чистыми и в изобилии содержат остатки хорошо сохранившихся археоциат санаштыкгольского типа.

В верхней толще известняков, налегающих на нижележащие с размывом, встречается почти тот же комплекс археоциат, кроме которых в них довольно часты и остатки мелких гастропод. Заканчиваются эти толщи брекчиевидными доломитизированными известняками, местами замещающимися красными и зелеными сланцами лишь с прослоями строматолитовых известняков, свидетельствующими о регрессивности этой части разреза.

Верхним членом нижнего кембрия в Австралии считается толща красных и бурых, реже серых и зеленых глинистых сланцев с пропластками гипса, на поверхности напластования со следами трещин усыхания и псевдоморфозами по кубикам галита. Серди сланцев встречаются прослои аркозовых песчаников, доломитов и вулканических туфов. Эта терригенная пачка выделяется в формацию Билли-Крик. Из морских прослоев этой толщи указываются находки трилобитов Balcoracania flindersi Poc., Balcoracania adilyi Poc., говорящие о слоях, переходных от нижнего к среднему кембрию. Отложения среднего кембрия, непосредственно следующие за Билли-Крик, представлены известняками Ачука-Крик и Вирреальпа, из которых известны Redlichia и археоциаты, а также губки и строматолиты. В краевых фациях известняков на полуострове Йорк доломитизация увеличивается и появляются прослои красно-бурых терригенных пород. Венчаются кембрийские отложения толщей красноцветных терригенных пород, обособляемых в группу озера Фром. В основании ее выделяется формация Мудлатана, представленная главным образом слюдистыми глинистыми сланцами, аркозовыми песчаниками с подчиненными прослоями доломитов со строматолитами и диагенетическими кремнями. Многочисленные следы усыхания говорят об исключительном мелководье моря этого времени, но местами в породах все же находят среднекембрийских трилобитов из метадоксидид.

Вышележащая формация Балкарона сложена в основном теми же породами, но более ритмично слоистыми, что говорит о несколько большей мористости этих толщ. Последняя подтверждается и находками в них остатков Leopyge H. et C., характерных для верхов среднего кембрия. Выше следует очень мощная толща косослоистых, то розовато-бурых, то белых, слюдистых, аркозовых песчаников с тонкими прослойками аркозов и сланцев. Эта толща, выделяемая под названием песчаников Пектакина, по слоистости и отсутствию окаменелостей, вероятно, накапливалась в континентальных условиях, местами в ней встречаются глиняные катуны, свидетельствующие о речном происхождении толщ, а в верхах наблюдаются и песчаные линзы, выполняющие древние русла.

Завершается разрез палеозоя аркозовыми кварцевыми бледноокрашенными песчаниками на поверхностях наслоения с многочисленными трещинами усыхания. Вверху песчаники становятся более грубозернистыми, а местами переходят даже в конгломераты. В этих песчаниках в основном аллювиального происхождения, называемых "песчаниками хребта Грандстон", местами встречаются и биоглифы, подтверждающие прибрежно-морское накопление их отдельных прослоев (см. рис.

2). Более молодые образования представлены здесь уже только третичными и четвертичными покровными образованиями красно-бурого цвета, покрывающими большую часть поверхности к востоку и западу от горной гряды. Именно эти породы и придают характерную красноватую окраску австралийскому пейзажу окрестностей Аделаиды.

В структурном отношении Горы Флиндерс представляют собой смятые в брахискладки отложения миогеосинклинального типа, выполняющие прогиб между кратоном Гаулера (точнее шельфом Стюарта) и Курнамонским массивом. Они как бы вдавлены в прогиб около его границ с юго-востока и севера, чем и определяется большая интенсивность нарушений в этих окраинных зонах, в которых появляются и гранитные интрузии (рис. 1).

Крайне интересной особенностью структур, развитых в северной части Гор Флиндерс, имеющих брахиоантиклинальный характер, является их диапировая природа. В ядрах некоторых из них наблюдаются протыкающие их штоки брекчий из карбонатно-сланцевых толщ слоев Колланна с большим количеством глыб-включений самых различных пород кристаллических сланцев основания, изверженных пород – диабазов, доломитов и сланцев и многих др. Положение этих брекчий в структурах хорошо видно из приводимых рисунков (рис. 5). Оно очень напоминает положение тектонических и грязевых брекчий в антиклиналях Азербайджана. В большинстве случаев брекчии образуют ядра диапировых складок, но часто в виде отдельных ответвлений от ядер выполняют трещины раскола или даже образуют изолированные тела или выполняют многокилометровые поперечные трещины, зияние которых достигает 200 м (дайка Томсона).

Возраст явлений диапиризма и складчатости оценивается австралийскими геологами по появлению галек из пород брекчий в верхних горизонтах аделаидской системы протерозоя (рис. 6), начиная с нижних формаций группы Вильпена и в ряде горизонтов нижнего кембрия, что не оставляет сомнений в сингенетичности развитых здесь структур с осадконакоплением и позволяет считать, что их образование лишь завершилось деламерийской складчатостью [6]. Австралийские геологи, отмечая в брекчиях наличие псевдоморфоз по каменной соли, видят в описанных диапировых складках соляные купола. Однако полное отсутствие гипсов и совершенное тождество структурного положения брекчий с тектоническими глиняными брекчиями других регионов (Азербайджан и др.) заставляет скорее склоняться к объяснению их дисгармоничной складчатостью между кристаллическим основанием и породами осадочного чехла и происходившим при этом дроблением компетентных толщ слоев Колланна.

Следует отметить, что с брекчиями ядер ряда брахиантиклиналей связаны и относительно крупные месторождения полиметаллов, меди, а также асбеста и ряда других полезных ископаемых, что позволяет предполагать и более глубокое заложение структур, наблюдаемых в этом районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Daily B.* The base of the Cambrian and the first Cambrian faunas Adelaide: Centre Precambrian Res. Univ., Spec. Pap., 1972, 1, p. 13–41.
2. Economic geology of Australia and Papua New Gwinea. – Austral. Inst. Min. Met., 1976, 1.
3. *Preiss W.V.* – Palaepcological interpretations of South Australian Precambrian stromatolites. – J. Geol. Soc. Austral., 1973, 19, p. 501–532.
4. *Schopf J.W., Barghorn E.E.* Microorganisms from the late Precambrian of South Australia. – J. Paleontol., 1969, 43, p. 111–118.
5. *Sprigg R.C.* A Short geological history of Australia. – Apea J., 1967, p. 1–24.
6. *Thomson B.P., Coats R.P., Mizams R.C., Forbes B.G., Dalgarno C.R., Johonson J.E.* Precambrian rock groups in the Adelaide geosyncline: a new sudivision Quart. geol. NotesGeol. Surv. S. Austral., 1969, 9, p. 1–19.
7. *Thomson B.P., Daily B., Coats R.P., Forbes B.G.* Late precambrian and Cambrian geology of the Adelaide geosyncline and Stuart shelf, South Australia. – 25th JGC, 1976, Canberra, Excursion guide, 33A.
8. *Wade M.* The stratigraphie of Australia. – Trans. Roy. Soc. S. Austral., 1970, 94, p. 87–104.

А.Л. Цагарели

ВОПРОСЫ СТРАТИГРАФИИ

Стратиграфией на XXV Международном геологическом конгрессе формально занималась секция 6А "Современные достижения биостратиграфии во взаимосвязи с Международной хроно-стратиграфической шкалой". Однако весьма близкие по тематике доклады представлены и на секции 7 "Палеонтология". Общее число докладов стратиграфического характера 38. В целом доклады значительно различались, и далеко не все имели чисто биостратиграфическое содержание. Все доклады можно разделить на 5 групп, из которых в первую очередь следует остановиться на докладах, касающихся некоторых общих проблем стратиграфии. К таковым следует отнести прежде всего доклад Ч.Х. Холланда (Эйре) "Стратиграфическая классификация и тому подобное". Отмечается необходимость создания приемлемого для всех кодекса классификации и номенклатуры, особенно в Европе, где литостратиграфия продолжает развиваться под влиянием ("грузом") исторических традиций. Например, если формация (т.е. свита. – *А.Ц.*) полностью делится на члены (т.е. подсвиты. – *А.Ц.*), становятся ли последние формациями в пределах группы (т.е. серии. – *А.Ц.*)? Для биостратиграфии отмечается необходимость выработки единого языка и критериев определения зональных подразделений. В отношении границ хроностратиграфических подразделений подчеркивается значение хорошо выбранного стратотипа данной границы. Автор выступает против подмены хроностратиграфии цифрами радиометрических возрастов в докембрии. В изучении четвертичной системы начинают широко применяться магнитостратиграфический и другие методы. Для них требуется своя номенклатура, однако только в том случае, если эти новые подразделения действительно необходимы.

Хауз (Англия) в докладе "Критерии международной корреляции на примере девонских аммоноидей", опираясь на быструю эволюцию и резкие вымирания аммоноидей и на их расселение, определяет границы системы и основные границы внутри нее и в большей или меньшей степени прослеживает их в глобальном масштабе. В некоторых случаях отмечается несовпадение выделенных границ с традиционными границами бельгийских стратотипов. Хотя доклад имеет объектом девонскую систему, использованные критерии с успехом могут быть применены и при изучении всех систем, охарактеризованных аммоноидеями.

Доклад Н.Ф. Хьюза (Англия) "Совершенствование методов хронологических корреляций" основан на палинологическом материале из Вельда Англии и имеет целью корреляцию через морские отложения соседних районов с основной стратиграфической шкалой. Автор утверждает, что таксоны палиноморф (миоспор и фитопланктона) не подпадают под линнеевский кодекс и создаются искусственно, а при появлении новых материалов во избежание путаницы создаются новые таксоны ("биорекорды") вместо старых. При этом приоритет номенклатуры не соблюдается и синонимика таксона не составляется. Далее, все другие группы образцов, сравниваемые с определенным биорекордом, располагают в "градационный ряд", включающий в свою характеристику и стратиграфическое значение. Для корреляции с морскими отложениями требуются промежуточные разрезы, что дает лучшие результаты, чем прямая корреляция, основанная на немногочисленных образцах и признаках. Даны примеры сопоставления Вельда Южной Англии с отложениями Йоркшира.

Г. Эрнст и Х. Крейцер (ФРГ) представили доклад "Характеристика (калибрация) стратиграфических методов, применяемых при изучении бореального мела". Авторы рассматривают литостратиграфический метод, биостратиграфический, радиометрический (по глауконитам) и хронологический (по темпам и циклам осадконакопления). В биостратиграфическом методе подчеркивается значение эволюционных рядов белемнитов и эхинид, позволивших установить перерывы в осадконакоплении в однообразных породах по разрывам в эволюционных кривых. Сочетание указанных методов позволило уточнить геохронологическую шкалу: альб и кампан оказались наиболее длительными ярусами (по 10–12 млн. лет), готерив и

баррем длились по 7–8 млн. лет, сеноман – 4,5 млн. лет, апт, турон, сантон и нижний кампан – по 3 млн. лет, коньяк всего 1 млн. лет. Длительность валанжина и маастрихта установить не удалось ввиду неполноты отложений.

Последним в этой группе по секции 6А является доклад Я. Сенеша (ЧССР) "Проблемы межконтинентальной стратиграфической корреляции в средиземноморском неогене". Он касался корреляции неогена Тетиса и Паратетиса на основании планктонных фораминифер, наннопланктона, остракод, моллюсков, микровертебрат и радиометрии. В нижнем и среднем миоцене более или менее убедительная корреляция достигнута по планктонным фораминиферам и наннопланктону. С верхнего миоцена (сармата) благодаря возрастной изоляции возможности корреляции ограничиваются остракодами, микровертебратами и радиометрией. По остракодам граница миоцена и плиоцена отмечается в верхах понта, и плиоцен паратетиса ограничивается киммерием и акчагылом.

Из докладов секции 7 к данной группе относится доклад Дж.Б. Уотерхауза (Австралия) "Пермская система", который совершенно выпадал из общего (притом разнообразного) стиля докладов секции. Он касался общей биостратиграфии пермской системы и ее основных проблем. Автор рассмотрел деление на ярусы: ассельский с суреньским, ускалыкским и курмайским подъярусами; сакмарский с тастубским, стерлитамакским и актастинским подъярусами; байгенджинский с саргинским и красноуфимским подъярусами; кунгурский с филипповским и иреньским подъярусами (в последнем выделены горизонты: неволинский, елканский и уфимский); казанский с калиновским и сосновским подъярусами; пенджабский с калебагским и чхидруйским подъярусами; джульфинский с абадзехским (уруштенским) и байсальским подъярусами и дорашамский с ведийским и огбинским (возможно, и с гризбахским) подъярусами. В определениях и названиях отмечаются некоторые разногласия. Основная же проблема состоит в корреляции пенджабского яруса Соляного кряжа, поскольку аммоноидеи показывают более молодой возраст, чем другая фауна, а также стратиграфическое положение. Проблемы границ системы тоже вызывают разногласия (реальность и принадлежность сюреньского горизонта; находки фауны пермского типа в основании скифского яруса).

К рассмотренной группе примыкают четыре доклада секции 6А и один секции 7, касающиеся некоторых крупных стратиграфических границ. Первым из них следует рассмотреть доклад, касающийся внутрикембрийских границ. Это доклад Р.А. Робисона и А.Дж. Роуелла (США) "Подразделение кембрийской системы; являются ли традиционные границы пригодными?". В стратотипической Акадо-Балтийской провинции трехчленное деление кембрия основано на последовательности оленеллидных, парадоксидных и оленидных трилобитов. Вне этой провинции установлено несколько крупных трилобитовых биофаций, но фаунистические и временные корреляции между ними сталкиваются с трудностями. Однако в каждой провинции практиковалось трехчленное деление. Рабочие группы, назначенные кембрийской подкомиссией Международной стратиграфической комиссии, приступили к оценке потенциальных границ нижнего – среднего и среднего – верхнего кембрия. Учитывая, что исторический приоритет и традиция не могут иметь преобладающего значения, в докладе сделана попытка ответить на три вопроса: 1) могут ли альтернативы к традиционному трехчленному делению придать большую точность хронокорреляции? 2) являются ли полимерные трилобиты лучшими элементами фауны для глобальной хроностратиграфии? и 3) какая информация или какие исследования являются желательными прежде, чем стратотипы границ будут апробированы?

На первый вопрос авторы отвечают, что прилагательные английского языка позволяют описывать двух- и трехчленное деление, но у нас не хватит терминов, если окажется необходимым выделить более трех подразделений. Полимерные трилобиты, на которые опирается трехчленное деление кембрия, в своем распространении оказываются провинциальными, чем объясняются трудности международной корреляции. Наоборот, большой процент агностидных трилобитов широко распространен в океанических и шельфовых фациях, и на окраинах своих ареалов

смешивается с полимерными трилобитами из различных биофаций. Это представляет основной способ корреляции между различными фаунистическими провинциями. Если желательно иметь подходящие для широких корреляций маркирующие уровни, то авторы считают, что стратотип внутрикембрийских границ следует выявлять в непрерывных разрезах океанических и шельфовых фаций с агностоидами. В этом отношении в верхней половине кембрия намечается трехчленное деление с легко прослеживаемыми границами. Фауна нижней половины кембрия для такого деления недостаточно изучена.

Кембрия же касается доклад А.Дж. Роуэлла и М.Дж. Бреди (США) "Анатомия биомерной границы", а именно, границы птероцефалиидных и птихаспидных слоев в Большом бассейне США. Кембрийские биомеры характеризуются прогрессивным эволюционным развитием, диверсификацией и резкими вымираниями полимероидных трилобитов. Хотя биомеры изучаются в США уже в течение десятка лет, детальных седиментологических исследований биомерных границ не проводилось. На указанной границе вымирают все полимерные, за исключением одного рода оленид. Некоторые исследователи полагают, что биомеры приурочены к периодам трансгрессий и регрессий, причем регрессивная фаза считается причиной вымирания. Однако исследования авторов показали, что в данном случае вымирание произошло в момент углубления моря, без изменений в литологии осадков. Авторы полагают, что причиной послужили какие-то изменения в среде, приведшие к понижению способности к размножению, а именно, падение температуры, как это наблюдается у некоторых современных членистоногих. Этот вывод подтверждается тем,что агностиды, в основном переходящие через эту границу, как более космополитичные, являлись и более эвритермальными. Выживший оленид тоже подтверждает этот вывод, поскольку олениды главным образом жили в более прохладных водах.

В докладе Дж.Ф. Миллера (США) "Биостратиграфия конодонт и межконтинентальная корреляция пограничных слоев кембрия – ордовика" отмечается две зоны и восемь (три и пять) подзон по конодонтам в рассматриваемом интервале. Они прослеживаются с разной степенью детальности от Северной Америки в Австралию, Ближний Восток, Швецию, Сибирь и др. Подчеркивается, что два уровня могут быть использованы для переопределения границы кембрия–ордовика: первый помещается в кровле нижней подзоны первой зоны, а второй – в кровле второй зоны. Первый уровень примерно совпадает с традиционной границей в США, второй – примерно с кровлей тремадока. С докладом Дж.Ф. Миллера перекликается доклад В. Поульсена (Дания) "Переход кембрий – ордовик в Юго-Восточном Ньюфаундленде". Во вступительной части отмечается, что основной проблемой в установлении границы кембрий – ордовик является определение принадлежности тремадока (граница может быть проведена под, над и внутри тремадока, т.е. под верхним тремадоком). Для окончательного решения следует изучить возможно большее количество разрезов. Далее приводится разрез ньюфаундлендского острова Рандом и отмечается большое его литологическое и биостратиграфическое сходство с разрезами Северо-Западной Европы. Указывается, что данный разрез может служить возможным стратотипом в случае проведения границы под тремодаком.

Из докладов секции 7 в данную группу попадает доклад В.Е. Савицкого, Л.И. Егоровой и Ю.Я. Шабанова (СССР) "Еланский и Куонамский фациостратотипы нижней границы среднего кембрия в Сибири". Поскольку в английском стратотипе средний кембрий залегает несогласно, авторы считают необходимым установить новый стратотип его нижней границы. В Сибири два фациальных типа этой границы отвечают требованиям, предъявляемым к хроностратиграфическим подразделениям и их границам: 1) карбонатно-рифогенная фация амгинско-минусинского комплекса и 2) карбонатно-сланцевая фация куонамского комплекса. Для обсуждения предлагается два разреза по р. Лене (рифогенная фация) и по р. Некекиту (карбонатно-сланцевая фация). В первом типе искомая граница проходит на 20 м выше подошвы свиты, между трилобитовыми зонами грандис и сплендене. В последней впервые появляются немногочисленные парадоксиды. Во втором типе граница находится на 13,5 м выше подошвы свиты, между трилобитовыми зонами дзевановски-петропавловски и анабараспис. Однако, последняя зона, по существу

является переходной, не содержит ни нижнекембрийской, ни среднекембрийской руководящей фауны. Выше нее имеется зона ориктокара, в верхах которой появляются парадоксиды, аналогичные зоне пинус Швеции (включая и вид-индекс) и зоны антикуус ленского разреза (над зоной сплендженс) с теми же парадоксидами. Таким образом, нижняя часть зоны ориктокара, вероятно, коррелируется с зоной инсулярис Швеции, а зона анабараспис является древнейшим хроностратиграфическим подразделением среднего кембрия.

Три доклада секции 6А касались методов стратиграфии. С.П. Эллисон мл. (США) представил доклад "Стратиграфическое изучение микроископаемых". Сортировка, распределение и отложение микроископаемых зависят от тех же процессов, что и отложение обломочных частиц. Благодаря этому подсчеты видов не могут дать представления о первоначальных сообществах. Поэтому количественному анализу образцов следует отдать предпочтение перед качественным. Это позволит выделить биоседиментологические зоны, которые до сих пор не применялись. Их корреляция может производиться по кривым подсчетов. Для иллюстрации приводятся примеры верхнеэоценовых и олигоценовых фораминифер и девонских, миссисипских и пенсильванских конодонт Северной Америки.

Совершенно иного содержания был доклад А. Брока (Лесото) "Палеомагнитная полярность в стратиграфии: комментарии к методу в свете новых результатов из Восточной Африки". Автор отмечает, что при недавних повторных исследованиях новых разрезов ранее изученных антропогеновых отложений (Олдувай и др.) не всегда наблюдались изменения полярности. В связи с этим он предлагает в качестве полевого метода изучение многочисленных взаимоперекрывающихся или параллельных разрезов, а также считает необходимым усовершенствование лабораторного метода.

Последний доклад принадлежит Р. Мортари (Италия) "Стратиграфическая корреляция плио-плейстоценовых глин по техническим свойствам". Автор утверждает, что так называемое преконсолидационное давление (определяющееся как максимальное давление, испытанное породой в природных условиях), установленное лабораторными опытами, не всегда соответствует реальной нагрузке пород, но оказывается в тесном соответствии с геологическим возрастом породы. Сверх того, оно резко меняется у основных границ (приводятся примеры). Поэтому автор считает, что данный признак может быть с успехом использован в стратиграфии.

Более многочисленная группа докладов посвящена региональной стратиграфии. Два доклада этой группы на секции 6А принадлежали советским авторам. В.И. Богатов и П.Н. Соколов представили доклад "Основные этапы осадкообразования в раннем палеозое Сибирской платформы". Вначале доклада дается общая характеристика отложений и отмечаются трудности подразделения внутри серий, связанные с бедностью ископаемой фауной. Поэтому использованы седиментологические признаки – степень зрелости обломочного материала, характер кальцита и доломита в карбонатных отложениях, сульфатов в карбонатно-галогенных отложениях и т.п. Литологические и геохимические критерии позволили выделить чередование трансгрессивных и регрессивных этапов – пять в кембрии, пять в ордовике и три в силуре. В конце отмечается синхронизм этих явлений в Сибири, Европе и других регионах.

В докладе П.Т. Тажибаевой, Б.У. Урумбаева и Н.А. Азербаева "Этапы развития, эволюция осадконакопления и полезные ископаемые Каледонид (на примере Центрального Казахстана)" упор сделан на связи литогенеза с рудообразованием. Так, например, с кембрийскими силицито-глинисто-карбонатными отложениями связан ванадий, с франскими красноцветами (моласса) – марганец, с фаменскими силицито-глинисто-карбонатными отложениями – железо, марганец и полиметаллы, с карбоновыми терригенными отложениями – гидротермальное джезказганское месторождение меди и свинца и т.д.

Следующие два доклада были зачитаны на секции 7. Р.А. Купер, Дж.Б. Джаго, М.Дж. Лэйрд, Д.Ай. Мак Киннон и Дж.Е. Саймс (Новая Зеландия) в докладе "Биостратиграфия средне- и верхнекембрийских фаун в северной части Земли Виктории (Антарктика)" использовали обширную коллекцию из серии ("группы")

Бауерс, подразделяемой на две свиты ("формации") Следжерс и Маринер. В первой авторы отметили плохо сохранившихся птихагностид среднего кембрия, вторая же содержит более богатую фауну трилобитов, беззамковых брахиопод и спикулы губок. Здесь наиболее молодая фауна относится к середине верхнего кембрия, более ранняя – к верхам среднего кембрия. В верхах второй свиты наблюдается явная регрессия. Антарктическая кембрийская фауна родственна таковой Тасмании, Квинсленда, Новой Зеландии и Восточной Азии.

Т. Кобаяши и Т. Хамада (Япония) в докладе "Силурийские и девонские трилобиты Восточной и Юго-Восточной Азии" дали сводку по трилобитовым горизонтам Японии, Китая, Малайзии и Таиланда, отмечая сходства и различия в составе фауны. С учетом данных по трилобитам Австралии Западнотихоокеанскую провинцию авторы подразделяют на две подпровинции: Восточную – на севере и Тасмано-Новозеландскую – на юге.

По своей палеозойской тематике к предыдущим докладам тяготеют еще два доклада секции 6 А. Н.В. Шлейген (Австралия) в докладе "Граптолитовый комплекс в буленгарукском сланцевом карьере, Гисборн, Виктория" рассматривает результаты стратиграфического изучения около 1000 образцов граптолитов и филлокарид из отвалов карьера. Анализируются образцы для обычных и редких таксонов, необходимых для получения стабильных процентных соотношений, ассоциации родственных таксонов, группирующихся на плоскостях напластования, расположение форм на тех же плоскостях в зависимости от их морфологии и условий отложения в подвижной водной среде и наконец стратиграфическое значение комплекса. Доклад интересен с точки зрения детальности анализа.

Г. Реталлак (Австралия) представил фитостратиграфический доклад "Реконструкция растительной жизни Австралазии", в котором выделяет четыре растительные оппельзоны в Сиднейском бассейне – две в верхней перми, одну в верхах скифского яруса – низах анизийского и одну в ладинском ярусе. Для определения возраста автор прибегает к сопоставлениям с Антарктикой, Новой Зеландией и Мадагаскаром. Остальные доклады этой группы касались более молодых отложений. В трех из них рассматривались мезозойские отложения.

В коллективном докладе Дж.А. Грант-Макки, Ж.-Н. Париса, С. Френе, Дж.Д. Кемпбелла, А.Дж. Спидена и Г.Р. Стивенса (Новая Зеландия) "Новые данные по корреляции разрезов мезозоя Новой Зеланции и Новой Каледонии" приводится уточненная и усовершенствованная хроностратиграфическая схема мезозоя Новой Зеландии (с местными ярусами), увязанная посредством аммонитов на некоторых уровнях с международной стандартной схемой. Отмечается фаунистическое сходство с резрезом Новой Каледонии ("Маорийская фаунистическая провинция"), облегчающее корреляцию. В Новой Каледонии выявлены перерывы осадконакопления в келловее – нижнем титоне и неокоме – туроне. В обоих регионах наблюдаются контрастные вулканокластические (граувакковые. – *А.Ц.*) и аркозовые отложения. Происхождение первых предположительно связано с размывом австралийского кратона, вторых – с Восточной Антарктикой, разобщенных впоследствии морем Тасмана и Южным океаном в результате движений плит.

Следующие два доклада были чисто литостратиграфического содержания без элементов биостратиграфии. Оба доклада роднит объект изучения. Доклад А. Сетудения (Иран) "Разрез мезозоя в юго-западном Иране и сопредельных территориях" (секция 6А) касается района, расположенного к югу от зоны смятия Загроса. Рассмотрены триасовые, юрские и меловые системы. Отмечается сходство с разрезами Ирака и Саудовской Аравии, выражающееся в большом развитии эвапоритов и долеритов в триасе, нижней и верхней юре. К северу (Загрос) преобладает терригенная и карбонатная седиментация (сланцы, известняки). Выделены несогласия внутри и в верхах триаса, в конце юры, перед альбом, перед и в конце турона и в конце мела.

Еще один доклад об Иране представлен в секции "Палеонтологии", хотя по содержанию он ничего общего не имел с палеонтологической тематикой. Это был доклад К. Сейед-Эмами и Ф. Сараби (Иран) "Обзор мезозоя Ирана", представлявший собой краткую геологическую и тектоническую историю Ирана в мезозое.

Последние два доклада в этой группе представлены на секции 7. Оба касались биостратиграфии третичных отложений. Дж. Мэррей Линдсей (Австралия) представил доклад "Третичная история Южной Австралии – фораминиферовая летопись", который опирается на зоны планктонных форминифер, установленные S. Мак Гоураком, Дж. Линдсеем и Р. Харрисом. Эти зоны позволяют коррелировать не только отложения разных бассейнов, но и биостратиграфические схемы по различным группам ископаемых (прибрежно-морские отложения с неморскими посредством палинологии). Следуя этой ведущей идее, автор описывает среднепалеоценово-верхнеплиоценовые отложения. Палеоценовая ингрессия на южном шельфе Австралии им принята за предвестник открытия морского бассейна между Австралией и Антарктикой, а с последним явлением он связывает потепление климата в верхнем палеоцене. В дальнейшем активный дрейф и трансгрессия обусловливают направленную смену литологии от обломочных железистых через глауконитовые к карбонатам. В трансгрессивной серии отмечается 9 морских эпизодов с планктонными фораминиферами. Первые четыре эпизода отмечают постепенное продвижение трансгрессии. Между средним миоценом и плиоценом отмечается регрессия, связанная, по-видимому, с оледенением Антарктики и гляцио-эвстатическим падением уровня океана. Н. Икебе (Япония) в докладе "Неогеновые горизонты планктонных фораминифер в западной тихоокеанской области" привел результаты изучения неогеновых отложений, особенно островных дуг, богатых микро- и макрофауной и вулканическими прослоями. Последние оказываются весьма полезными для магнито-стратиграфии и радиометрической датировки. Благодаря этому некоторые биогоризонты (термин автора) имеют надежные даты. От подошвы миоцена до подошвы эоплейстоцена выделено 13 горизонтов, и все в той или иной степени радиометрически датированы. Они могут быть прослежены от Южной Японии через Индонезию к донным осадкам западной части Тихого океана. Вместе с тем автор отмечает расхождения со схемами Берггрена и Ван Куверинга, Райана, Читы и др. В Северной Японии и северной части океана данную схему трудно применить, но там диатомовая схема Коидзумы оказывается весьма полезной.

Самая большая группа докладов касалась фаций и палеогеографии, но в них значительную роль играет стратиграфия, ввиду чего многие их этих докладов трудно отделить от стратиграфических. Доклад Б.С. Янгса (Австралия) "История отложения известняка Вирральпа – среднекембрийского образования Южной Австралии" (секция 6А) отличается детальностью наблюдений на маленькой территории в районе хребта Флиндерс. Автор выделил девять типов известняков и два типа водорослевых отложений. Для каждого из них восстановлены частные условия образования, а все вместе рассматриваются как отложения обширного шельфа с отмелями и спокойными лагунами.

А.Р. Палмер и М.Е. Тэйлор (США) в докладе "Биостратиграфическое значение перехода от шельфа к бассейну в кембрийской трилобитовой биофации" (секция 6А) останавливаются на интересном вопросе биофациальных различий и на двух примерах – среднего кембрия и верхнего кембрия Большого бассейна показывают, что на шельфах состав трилобитовых фаун, или биофаций, сильно меняется по мере продвижения к краю шельфа. В связи с этим они отмечают несовпадения в последовательности трилобитовых подзон в удаленных друг от друга разрезах (под влиянием местных условий среды), что ограничивает биостратиграфическое значение последних как внутри одной биофации, так и при сопоставлениях между биофациями. Поэтому авторы рекомендуют прежде, чем оценивать темпы эволюции или объяснять причины фаунистического сходства или различий, выделять отдельные биофации и устанавливать в каждой из них свою биостратиграфическую последовательность.

Доклад Д. Скевингтона (Канада) "Широтные градиенты температуры морской поверхности и ордовикские граптолитовые фаунистические провинции" (секция 7) начинается общим рассмотрением вопроса провинциализма ордовикских фаун. Отмечаются совпадения между провинциями по брахиоподам, конодонтам, граптолитам и трилобитам. Провинциализм прогрессивно развивался в течение раннего и среднего ордовика, однако в позднем ордовике в Североатлантическом регионе

распространялись все более однотипные фауны. Приемлемое объяснение провинциализма должно учитывать различия в образе жизни разных групп. Предлагается различать две провинции: 1) Американскую, достигающую района Трондхейма, Шотландии и Ирландии, 2) Европейскую, включающую Северную Африку и Северо-Восточную Америку. Объяснения этого привинциализма, предлагавшиеся до настоящего времени, опирались на широкий спектр биологических, экологических, физических и тектонических факторов. Однако все больше и больше на первое место выдвигается температура воды. Если для бентонных групп донная среда, физические помехи миграций имеют большое значение, для планктонных граптолитов они не существенны. Палеомагнитные и седиментологические данные, достоверные указания на концентрацию позднеордовикского оледенения в Северной Африке позволили восстановить палеоширoты. Американская провинция оказывается экваториальной, а Европейская – помещается выше 30°-ной широты. Этот вывод подтверждается и большим разнообразием американской фауны граптолитов, присутствием эндемичных родов. Европейская же фауна лишена эндемиков и менее разнообразна, хотя и богата индивидами. В позднем ордовике в связи с похолоданием в высоких широтах граптолиты отступают к экватору и из двух провинций сохраняется только тропическая – Американская.

Провинциализм бентоса в раннем – среднем ордовике и космополитизм – в позднем в широком плане объяснялись механизмом тектоники плит. Однако, как теперь думают, личинки бентонных организмов могли пересекать протоатлантику. И что главное, движение плит и изменения фауны во времени расходятся на 50–60 млн. лет. Таким образом, широтное распределение фаун и наличие климатических поясов может служить единственным объяснением провинциализма ордовикских фаун.

Доклад С.Дж. Уайндера (Канада) "Стратиграфия и палеография ордовикских рифов в Северной Америке" (секция 7) начинается общей характеристикой ордовикской трансгрессии на Североамериканской платформе и ее карбонатных осадков – известняков на востоке, известняков и доломитов на западе. На востоке они содержат разнообразую беспозвоночную фауну, на западе – более однообразную с преобладанием цефалопод и гастропод. Предполагается нормально-морская среда на востоке и тропическое мелкоморье на западе (подтверждается эвапоритами на Арктических островах). По краям и внутри этого карбонатного плаща встречаются рифы трех-четырех типов – биостромы, пятна, бугры и барьеры. Древнейшие рифы встречаются в Техасе, Западной Юте и Оклахоме в виде бугров высотой до 20 м и длиной до 40 м, сложенных каменными губками, сцементированными проблематическими кишечнополостными. Около Монреаля и на юге Британской Колумбии отмечены и строматолитовые слои. В среднем ордовике имеются карбонатные бугры мощностью до 90 м и шириной до 330 м без видимой органической структуры. На востоке биостромальные массы встречаются в Тенесси, Вермонте, Южном Квебеке и, возможно, в Ньюфаундленде. В Вермонте они достигают 100 м в ширину, 660 м в длину и 6 м в высоту, будучи сложены, по-видимому, строматопороидами. В верхнем ордовике Онтарио и Огайо наблюдаются цикличные проявления колониальных кораллов. На о-ве Саутгемптон (Гудзонов залив) водорослевые известняки образуют биогермные структуры 1,16 км в диаметре и 25 м высотой. На Арктических островах Канады на расстоянии 1300 км от о-ва Мелвил до о-ва Еллир тянется свита Аллен-Бей, состоящая из разнообразных карбонатных пород с кораллами, брахиоподами и фрагментами лилий. Это барьерный риф, который равняется 2/3 Большого Барьерного рифа Австралии и сравним также по мощности. К северу барьер граничит с граптолитовыми сланцами, к югу с эвапоритами. Положение ордовикского экватора восстановлено по палеомагнитным данным, а также по рифу и солям. Он, по-видимому, проходил в юго-западном направлении через Лабрадор–Калифорнию. Барьерный риф в таком случае должен был тянуться в "широтном" направлении на 20° "северной" широты.

Дж.Р. Росс (США) представила доклад "Палеогеография ордовикских эктопрокт (мшанки)" (секция 7), в котором проанализировала распространение эктопрокт в ордовике разных частей мира с целью выявления ассоциаций, характерных для

разных географических областей. Широко использовала данные по советским разрезам: Эстонии, Арктики, Сибири. Биогеографическое распространение эктопрокт прослежено по векам и приглано к модели тектоники плит.

Д. Кальо (СССР) представил на секции 7 доклад "Силурийская биогеография с точки зрения дрейфа континентов и палеоклимата". Он отметил, что вопреки общепринятому мнению о космополитичности силурийских биот за последние годы установлен ряд биогеографических провинций. Силурийская биогеография описывалась по-разному в зависимости от группы организмов, метода биогеографической таксономии и картографии. Если допустить, что нынешняя симметричная климатическая зональность земного шара является моделью, пригодной для фанерозоя, наиболее логичной схемой провинций окажется та, которая будет построена на основе палеогеографической карты, показывающей реальное (или близкое к тому) положение континентов того времени. Анализ доступных материалов по строматопороидам, кораллам, брахиоподам, граптолитам с точки зрения биогеографии показывает хорошее совпадение с положением континентов до дрейфа (согласно Смиту). Можно различить три палеоклиматологических пояса: 1) Тропический с шестью провинциями: Восточно-Американской, Европейской, Кордильерской, Сибирской, Центрально-Азиатской и Австралийской; 2) Мальвинокаффрский и 3) Восточно-Азиатский по обе стороны первой.

Интересным был доклад В.А. Гордона (Канада) "Биогеографические тенденции среди ранне- и среднепалеозойских морских беспозвоночных" (секция 7). Автор провел сравнение фауны Северо-Американского кратона с фаунами Европы, Северной Африки и Южной Америки. Сравнения производились попарно между странами и устанавливались проценты сходства. Таким путем выяснилось, что фауна трилобитов в кембрии имеет провинциальный характер, в ордовике провинциальность слабеет, а в силуре фауна приобретает почти космополитический характер. В раннем девоне снова намечается дифференциация. Подобные тенденции проявляют также граптолоиды, конодонты и брахиоподы, причем у последних в среднем девоне снова наступает относительное единообразие одновременно с космополитическим распространением аммоноидей. Такая глобальная тенденция, согласно автору, вероятно, объясняется глобальными изменениями климатического режима и изменениями во взаимном расположении площадей суши и шельфовых морей.

Доклад М. Адачи (Япония) "Палеогеографические аспекты палеозойско-мезозойской геосинклинали Японии" (секция 6А) посвящен анализу четырех основных фаций пермско-юрских отложений (зеленокаменно-известняковой перми и песчано-кремнистой, сланцево-кремнистой и олистостромовой триаса – юры), восстановлению условий их образования и строению областей размыва.

П.Ф. Балланс (Новая Зеландия) и В. Майер (Австралия) представили доклад "Переход от флиша к нефлишевым отложениям на восточном крыле внутридугового флишевого бассейна Вантемата, Северная Новая Зеландия", в котором описаны геологические условия образования миоценового флиша и переход от базальных образований вверх через шельфовые аргиллиты (в северной части) и флишеподобные отложения (в южной части бассейна) в типичный флиш.

Ч.А. Росс (США) представил на секции 7 доклад "Палеогеографическое значение пермских фузулинацей (фораминиферы) с западных Кордильер Северной Америки", в котором, начиная с западного края Североамериканского пермского кратона и далее в мио- и эвгеосинклинальных отложениях выделил три продольных пояса с разным составом фузулинацией, которые в целом схожи с ассоциациями Франклинской и Уральской геосинклиналей. Сообщение с последними осуществлялось вдоль северного края Еврамериканского кратона. Еще западнее протягиваются пояса с фауной Тетиса. Первый пояс со своей фауной и другими особенностями показывает, что пермский экватор проходил через юго-запад США, а умеренный пояс находился в Юконе. Однако появление на западе Кордильер тропического фаунистического пояса (тип Тетиса) вблизи поясов с умеренной фауной свидетельствует о значительных относительных перемещениях некоторых из поясов.

Бланк С. Гионне и Р. Лоус (Австралия) в своем докладе "Палеошироты Тиморского моря и условия осадконакопления" (секция 6А) исходят из предпосылок

тектоники плит. Согласно палеомагнитным реконструкциям до верхней юры или нижнего мела Австралия, Антарктика и, возможно, Индия были соединены, а южный полюс с перми до палеогена медленно смещался из Центральной Австралии в сторону южного берега Тасмании. Тиморское море находилось между 40 и 60° южной широты. Исходя из этого, анализируются пермские, мезозойские и третичные отложения этого моря и последовательные изменения их характера объясняются раскалыванием Гондваны и возникновением новых океанических течений, а также сползанием Тиморского моря в сторону низких широт.

В.Шайбнерова (Австралия) в докладе "Раннемеловые фораминиферы австральной биогеопровинции – их биопровинциальная и биостратиграфическая ценность" (секция 7), основанном на изучении материала из Восточной Австралии, пополненном материалами из глубоководных скважин Индийского и Атлантического океанов, а также из Западной Австралии, Южной Африки и Южной Индии, выдвинула концепцию австральной биогеопровинции. Она охарактеризована главным образом внетропическими бентонными агглютинирующими формами. Автор различает также фации различной глубинности.

Один доклад секции 6А касался Африки – М. Хоке (Нигерия) "Палеогеографическое значение текстурных и петрографических признаков песчаников некоторых формаций мелового бассейна, Юго-Восточная Нигерия". Меловой бассейн состоял из Бенуе-Абакаликского прогиба и Анамбрского бассейна. Первый заполнился сланцами и аркозовыми песчаниками в течение альба – сантона. После складчатости ось осадконакопления сместилась к Анамбрскому бассейну, в котором накопление кварцевых песков продолжалось до раннего эоцена. Состав осадков и данные о направлениях палеопотоков указывают на расположение источника сноса на востоке, в Камерунских возвышенностях, сложенных гранит-метаморфическим комплексом. Аркозовый комплекс отлагался ближе к нему, а кварцевый в большем отдалении.

Доклад С. Петри и В.Х. Фульфаро (Бразилия) "Геология плато Паресис, Бразилия" (секция 6А) имеет такое же содержание. Учитывая характер косой слоистости и изменения мощности, а также общую геологическую историю региона, авторы восстанавливают направления палеопотоков, образовавших формацию Паресис.

Б.У. Хак и Ж.П. Ломан (США) в докладе "Биогеография миоценового известкового наннопланктона Атлантики и его палеоклиматическое значение" (секция 7) рассматривают изменения в распространении тропических и умеренных комплексов по стандартным наннозонам и на этом материале интерпретируют климатическую историю Атлантики, выделяя эпохи потеплений и похолоданий.

Последним в этой группе (секция 6А) является доклад С. Ордонеса, Ф.Л. Агвайо и М.А. Гарсиа дель Кура (Испания) "Модели межгорных бассейнов: третичные бассейны рек Тахо, Дуеро и Хукар". В нем приводится анализ типов аллювиального и озерного осадконакопления и циклов осадконакопления, связанных с рельефом (высоким, средним, низким) и движениями выступов герцинского фундамента.

Анализ докладов, приведенный выше, не позволяет иметь исчерпывающего представления о современном состоянии биостратиграфии или вообще стратиграфии. С одной стороны, отмечается интерес к общим проблемам (номенклатура, корреляция, методы, границы), с другой стороны, – к детальной региональной биостратиграфии. Большой интерес чувствуется к палеогеографии, причем в ряде случаев в этих докладах обсуждаются также методы, с особой тщательностью – биостратиграфические. Интересно, что во многих докладах ведущей идеей была тектоника плит. Вообще надо отметить, что собственно стратиграфическая тематика в работе конгресса занимала мало места и зачастую продменялась палеогеографической тематикой. Возможно, это свидетельствует о стремлении стратиграфов к обобщениям на базе тектоники. Советские ученые представили четыре доклада (по два в каждой секции). Они соответствовали общему научному уровню других докладов, но три из них имели седиментостратиграфический характер и лишь один – биостратиграфический. Наконец следует подчеркнуть, что в ряде докладов прямо или косвенно высказывалось недоверие к историческим традициям и к принципу приоритета в вопросе о крупных стратиграфических границах. В частности, отмечались несовпадения традиционных границ с границами, выявленными палеонтологическим методом.

В.А. Вахрамеев

ВОПРОСЫ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИИ

Доклады палеонтологической секции группировались по трем темам: 1) Морфология и среда; 2) Биогеография и палеоклиматы и 3) История Индо-Тихоокеанского региона в третичное и четвертичное время. Как видно из названий этих тем, основное внимание уделено вопросам биогеографии, так как доклады третьей темы по существу продолжали вопросы, поднятые во второй теме, но уже для более позднего – кайнозойского времени. Раздел "Морфология и среда" представлен докладами, касавшимися главным образом морфологии и систематики (связь со средой далеко не всегда была показана) разнообразных групп животных: губок, граптолитов, ранних членистоногих, брахиопод, конических цефалопод. Трудно дать им какую-либо общую характеристику. Доклады, касающиеся биогеографии, освещали закономерности распространения тех или иных групп организмов или всей совокупности фауны или флоры в пределах крупных регионов или даже отдельных континентов. Эти закономерности, как правило, использовались для реконструкции положения климатических поясов в геологическом прошлом и их перемещения во времени. Для объяснения расположения поясов применялись мобилистические реконструкции положения континентов. При этом рассматривались преимущественно территории Австралии, Антарктиды и Северной Америки, реже Азии. Докладов, построенных на материалах Европы и Южной Америки, практически не было. Доклады касались преимущественно ордовикского, пермского, мелового, палеогенового и неогенового периодов. Большое внимание ордовикскому и особенно пермскому периоду уделялось в связи с тем, что именно к ним приурочены крупные климатические колебания, вызвавшие оледенения.

Обзор мы начинаем с коллективного доклада Р. Купера, Д. Яго, М. Лэйрда, Д. Маккиннона и Д. Саимса, Новая Зеландия (P. Cooper, J. Jago, M. Laird, D. Mc Kinnon, J. Simses), посвященного средне- и позднекембрийским фаунам Земли Виктория (Антарктида). Хоть этот доклад и непосредственно не решает биогеографических вопросов, но он представляет большой интерес, так как содержит новый материал по такой еще сравнительно мало изученной области, как Антарктида. Кембрийская группа Боуэр, залегающая на размытой поверхности докембрия, разделяется на две части. Нижняя часть (4500 м) сложена на севере Земли Виктории базальтовыми брекчиями, заключающими прослои аргиллитов, известняков и конгломератов. Южнее вулканические породы уменьшаются в мощности и исчезают, замещаясь преимущественно аргиллитами, заключающими пачки песчаников с волноприбойными знаками. В прослое темных сланцев найдены агностиды среднего кембрия. Верхи нижней части группы Боуэр сложены преимущественно аргиллитами, содержащими в своей нижней части фауну верхов среднего кембрия, а выше по разрезу – верхнего кембрия. В ее состав входят агностиды и другие трилобиты (Centropleura), беззамковые брахиоподы и спикули губок. Наиболее высокие горизонты морских отложений приобретают красноватые и зеленоватые оттенки. Верхняя часть группы Боуэр (3000 м), залегающая на нижней со стратиграфическим несогласием, сложена аллювиальными отложениями, представленными кварцитами и конгломератами. Фауна, встреченная в морских отложениях группы Боуэр, обнаруживает сходство с одновозрастными фаунами Тасмании, Квинсленда, Новой Зеландии и Восточной Азии. Наибольшее сходство устанавливается с Тасманией.

Важный доклад, посвященный фаунистическим провинциям в ордовике, устанавливаемым по граптолитам, и связи этих провинций с распределением по широте температур в поверхностном слое воды, представил Д. Скевингтон (D. Skevington; Канада). По граптолитам, ведшим планктонный образ жизни, при котором важнейшим фактором, влияющим на их распространение, является температура поверхностного слоя воды, устанавливаются две важнейшие провинции. Американская, помимо Северной Америки, охватывала Северо-Западную Европу (Норвегию, Шотландию) и западную часть Ирландии. Европейская – занимала Европу, за исключением

перечисленных выше районов, а также Северную Африку. Палеомагнитные и литологические исследования показывают, что в позднем ордовике южный полюс, отмеченный оледенением, был расположен в Северной Африке. Прилегающая к нему Европейская провинция отличалась относительно небольшим таксономическим разнообразием граптолитов, тогда как расположенная по ее периферии Американская провинция заключала разнообразную граптолитовую фауну. Это позволило автору прийти к выводу, что Американская провинция занимала тропическую зону ордовикского времени (примерно между 30° с.ш. и 30° ю.ш.), тогда как Европейская – была расположена южнее 30° ю.ш. Обе провинции отчетливо выражены в раннем и среднем ордовике, но в позднеордовикское время сохранилась только Американская провинция, так как граптолиты исчезли из пространства ранее занятого Европейской провинцией, что объясняется наступившим похолоданием. С выделенными по граптолитам провинциями в общем согласуется распределение брахиопод, конодонтов и трилобитов. Однако на их размещение сильно влияли характер субстрата, наличие подводных барьеров и географическая изоляция.

В докладе Р. Форти (R. Fortey; Англия) и Ч. Барнса (Ch. Barnes) рассматривалась на примере Протоатлантики связь между распределением сообществ раннеордовикских трилобитов и окружавшей их средой. Условия, в которых существовали сообщества трилобитов, менялись от мелкого шельфа до глубоких частей континентального склона. Наиболее глубоководное сообщество, представленное оленеллидами, не отличалось большим систематическим разнообразием и было приспособлено к жизни в условиях недостатка кислорода. Его распространение определялось главным образом наличием благоприятного субстрата. Палеоширотная дифференциация не имела для этого сообщества существенного значения, так как на глубинах их обитания температура переставала быть доминирующим фактором. В более мелководных условиях влияние температуры на состав трилобитов в сообществе возрастало. Наиболее прибрежное сообщество (Illaenus, Cheirurus) ограничено в своем распространении платформенной частью Северной Америки и Восточной Сибирью. Оно состояло из видов, способных существовать в относительно ограниченных условиях, но по своему разнообразию оно превосходило сообщество оленеллид. Состав сообщества, ведшего пелагический образ жизни, отличался бедностью, однако широкая распространенность составлявших его видов представляет большую ценность для межконтинентальной корреляции. Аналогичным образом вели себя и конодонты, однако пелагических форм среди них было очень мало.

Распределению палеоширот в ордовике посвящен и доклад Ч. Уиндера (C. Winder; Канада), изучившего расположение рифовых построек этого возраста в Северной Америке. Расположение рифов, солей и гипсов указывает на то, что в ордовике экватор простирался с юго-запада на северо-восток от Калифорнии к Лабрадору. Примерно на 20° с.ш. находился крупный барьерный риф, протягивавшийся в Арктической Канаде с запада на восток на расстояние около 1300 км от Земли Мелвилла к Земле Элсмира. Известняки, слагающие риф, достигают мощности 260 м и заключают остатки кораллов, брахиопод и криноидей. Южнее известняки сменяются толщей гипсов и солей. Севернее расположены граптолитовые сланцы. Формирование барьерного рифа происходило на всем протяжении ордовика и продолжалось в силуре. Длина рифа составляла не менее 2/3 современного барьерного рифа Австралии. Перечислены и более мелкие рифы ордовика, встреченные в Северной Америке. Положение в ордовике тропического пояса, установленного по расположению рифов, хорошо согласуется с данными о размещении граптолитовых провинций, изложенными в одном из ранее рассмотренных докладов.

В сообщении А. Гордона (A. Gordon; Канада) рассмотрены общие тенденции, наблюдаемые в биогеографии ранне- и среднепалеозойских беспозвоночных. Отмечается, что для многих крупных групп (трилобиты, граптолиты, брахиоподы) в кембрии и ордовике намечается дифференциация на отдельные провинции, которые практически исчезают в силуре и вновь появляются в раннем девоне. Особенной космополитичностью отличаются брахиоподовые фауны в позднем девоне, равно как и фауна впервые появившихся аммоноидей.

Введением к докладам, посвященным перми, является сообщение Дж. Уотерхауза (J. Waterhouse; Австралия), касающееся схемы ярусного расчленения перми по данным изменения состава фузулинид, брахиопод и аммоноидей. В предлагаемую им стратиграфическую схему включены (снизу вверх): ассельский, сакмарский, байгенджинский, кунгурский, казанский, пенджабский, джульфинский и даращамианский ярусы. Подчеркивается, что много проблем связано с проведением нижней и верхней границы перми и, в частности, с тем, что в низах классического триаса (скифский ярус) обнаружены фауны пермского облика.

Рассмотрение вопросов пермской биогеографии следует начать с доклада Дж. Дикинса (J. Dickins; Австралия), посвященного климатическим изменениям на протяжении этого периода в Гондване. В начале перми ледниковые условия существовали на всем пространстве Гондваны, охватывавшей Южную Америку, Южную Африку, Индостан, Австралию и Антарктиду. Основное оледенение окончилось в позднесакмарское время, что вызвало эвстатическое повышение уровня моря. На протяжении остальной большей части пермского периода в Гондване отмечалось потепление климата, происходившее с неодинаковой интенсивностью в ее различных частях. В Южной Америке (Парана, Аргентина) умеренный климат сменился теплым в середине перми, тогда как в Южной Африке это произошло позднее, вероятно, начиная с отложения пестроцветной свиты Бофорт, заключающей богатую фауну рептилий. В Индостане холодный климат талчирского века уступил место умеренному, а последний сменился теплым только в конце перми или самом начале триаса (красноцветные отложения свиты Панчет, содержащие остатки Lystrosaurus). Подобные несовпадения можно было бы продолжить. Большую роль в наступлении более раннего потепления сыграла близость Тетиса. Так, в Соляном кряже, расположенном на краю Тетиса, улучшение климата наступило раньше, чем на п-ове Индостан. Аналогичную ситуацию мы находим в Западной Австралии, в которой потепление климата опередило во времени Восточную Австралию, что, видимо, также связано с большей близостью к Тетису первой из них. В Антарктиде холодный климат ранней перми сменился в поздней прохладным, тогда как теплые условия наступили только на границе перми и триаса. В это время даже на полюсе исчезла ледовая шапка. Большую роль в наблюдаемой неодновременности и неравномерности потепления климата тех или иных частей Гондваны, видимо, сыграли океанические течения. Трудно уловить отдельные флуктуации на фоне общего потепления, происходившего на протяжении пермского периода в Гондване, однако в средней части перми, видимо, происходило повсеместное охлаждение.

Второй доклад, касающийся климатических изменений в ранней перми Западной Австралии (бассейн Карнарвон), принадлежит Д. Томасу (G. Thomas; Австралия). В основании перми этого района залегает группа Лайонс (Lyons), представленная мелководными, морскими отложениями, сложенными чередованием алевритов, песчаников и валунных пород. Последние нередко заключают крупные глыбы. Предполагается, что эти отложения возникли в ледниковую эпоху, на что указывает наличие валунов и крайне бедная фауна, состоящая из двустворок, гастропод, брахиопод, редких мшанок и фораминифер (около 28 видов). Выше расположена формация Каллитхарра (Callytharra), представленная морскими карбонатно-терригенными образованиями, с богатой и разнообразной фауной беспозвоночных (около 140 видов). В нижней части формации обнаружен Uraloceras (Svetlanoceras) irwinense, указывающий на сакмарский возраст. Несмотря на региональное несогласие между отложениями группы Лайонс и формации Каллитхарры, присутствие в нижней части последней многих видов фауны, известных из отложений группы Лайонс, свидетельствует о незначительном перерыве в осадконакоплении. Строение разреза свидетельствует о потеплении климата в сакмарское время и связанном с этим исчезновении ледниковых отложений. В базальном конгломерате формации Каллитхарра еще встречаются отдельные глыбы, видимо, принесенные с области сноса отдельными льдинами.

Ч. Росс (Ch. Ross; США), рассмотрев распределение различных ассоциаций фузулинид в пермских отложениях Кордильер Северной Америки, пришел к выводу об их поясном распределении. Тропический пояс с фузулинидами, характерными

для Тетиса, и другой разнообразной и богатой фауной, захватывал центральную часть Британской Колумбии, Орегон и Северную Калифорнию. Пермские отложения этого пояса сложены массивными известняками, заключающими полосчатые кремни и вулканиты. Предполагается, что на месте этого пояса в перми простиралась вулканическая дуга с прилегавшим к ней барьерным рифом. Пояс с умеренным климатом был расположен где-то в центральной части Юкона. Однако появление богатой фузулиновой фауны непосредственно западнее заставляет предполагать наличие сильных перемещений, приведших в соприкосновение породы, заключающие ассоциации фузулинид, живших в различных температурных условиях.

В докладе Э. Гилмара (E. Gilmour; США) и Э. Снайдера (E. Snyder) рассказывалось об успехах, достигнутых в области изучения мшанок из верхнепермских отложений Запада Северной Америки. В казанских (гваделупских) отложениях упомянутой территории впервые обнаружено 17 родов мшанок, ранее здесь неизвестных, но описанных из одновозрастных отложений Русской платформы, Сибири, Монголии, Китая и Японии, а также Индонезии и Австралии. Большинство изученных видов пока известны только с запада Северной Америки, но некоторые имеют широкое географическое распространение, встречаясь и на Русской платформе, Дальнем Востоке, Японии и Китае. Подчеркивается, что дальнейшее исследование мшанок Северной Америки предоставит существенный материал для палеогеографической реконструкции пермского периода.

Среди докладов, касающихся мезозоя, два сообщения посвящено триасу, четыре – меловому периоду и ни одного – юрскому. Г. Риталлек (G. Retalleck; Австралия) сделал попытку реконструкции триасовой растительности Сиднейского бассейна. Ранний и начало среднего (анизий) триаса характеризовались широким распространением низкорослого плауновидного Pleuromeia longicaules, достигавшего около 0,5 м в высоту и образовывавшего моновидовые заросли по берегам лагун и морских заливов, которые можно сравнить с современными мангровыми зарослями. В глубь континента плевромеи быстро сменялись сообществом, в котором преобладали птеридоспермы и среди последних – Dicroidium zuberi. Песчаные участки заняты более ксерофильным птеридоспермом – Xylopteris. С середины среднего триаса (ладина) плевромеи исчезли, а Dicroidium zuberi уступил место Dicroidium odontopteroides. В Суратском бассейне, расположенном уже в Квинсленде, преобладала более ксерофильная Johnstonia.

С. Френекс (S. Freneix; Франция) и Ж. Эвиас (J. Avias) сообщили о выделении ими нового рода двустворок из семейства тригониевых – Caledogonia, происходящего из норийских отложений Новой Каледонии. Род представлен двумя видами Caledogonia globosa и C. cuneata. В отличие от большинства тригониевых, описанные двустворки обладают гладкими створками. Найденные ими раковины встречены в ракушняке, образовавшемся в мелководных условиях. Доклады В.А. Вахрамеева (СССР) и Дж. Дугласа (J. Douglas; Австралия) посвящены истории флор и климатических изменений соответственно северной части Тихоокеанского пояса и Австралии (штат Виктория). Сопоставление изменений климата этих двух удаленных районов показывает, что если для раннего мела фазы потепления (неоком) и похолодания (альб) совпадают, то для позднего мела совпадения нет. Так, для сенона в Южной Австралии, по данным Дж. Дугласа, происходит охлаждение климата, тогда как в северной части Тихого океана для середины сенона (сантон-кампан) намечается отчетливое потепление (В.А. Красилов). Наоборот, для дания (т.е. конца позднего мела-начала палеогена) в северном полушарии происходит почти повсеместное похолодание климата, тогда как для Австралии устанавливается потепление. Возможно, что эти несовпадения связаны с местными условиями и, в частности, с особенностями дрейфа Австралийского континента как части расколовшейся Гондваны в меловом периоде.

В. Шейбнерова (V. Scheibnerova; Австралия) сообщила об особенностях состава фораминифер в Австралийской биогеографической провинции. В ней распространены преимущественно бентоносные формы. Планктонные виды представлены скудно и только внетропическими формами. Среди раннемеловых планктонных форамини-

фер обнаружены Hedbergella, Whiteinella, Globigerinelloides. Среди позднемеловых установлены Rugoglobigerina, Hedbergella, Globigerinelloides и несколько видов Globotruncana, переносящих прохладные условия. Среди преобладающих бентосных форм доминируют агглютинированные, реже встречаются фораминиферы с известковой раковиной. Состав фораминифер свидетельствует об их обитании в прохладных внетропических водах. Выделено несколько типов фаций от фации открытого глубокого моря до прибрежной мелководной. Изучение фораминифер показывает, что Австралия в меловом периоде была расположена в умеренном климатическом поясе.

Обзор докладов, касающихся кайнозоя, начнем с сообщения Л. Фиска (L. Fisk; США), посвященного реконструкции палеоклиматической обстановки, существовавшей в эоцене на территории Иеллоустонского парка, богатого ископаемыми растительными остатками этого возраста. Систематический состав растений, входивших в состав лесной растительности, ранее устанавливался в основном по остаткам листьев. Ныне он значительно пополнился благодаря изучению ископаемых древесин, а также спор и пыльцы. Число обнаруженных видов достигает 200; эоценовая флора Иеллоустона становится богатейшей флорой этого времени в Северной Америке. Наибольшее сходство она обнаруживает с современными смешанными флорами Центральной Америки и особенно с флорой центрального нагорья южной Мексики. Обращает внимание гетерогенность эоценовой Иеллоустонской флоры, в составе которой присутствуют типичные субтропические элементы (Pandanus, Reevesia, Rhizophora, Triumfetta, Terminalia), наряду с умеренными (Abies, Alnus, Betula, Larix, Picea, Tsuga). Ранее считалось, что остатки эоценовой лесной растительности в Иеллоустоне были захоронены почти in situ; в этом случае обнаружение гетерогенности состава растительности едва ли могло получить удовлетворительное объяснение. Более тщательное изучение показало, однако, что эти остатки, в том числе пни и обломки деревьев, принесены почти одновременно из различных местообитаний в область полузатопленной сухопутной дельты, где они были захоронены продуктами вулканических извержений (брекчиями и пеплом), а также галькой, приносимой потоками. Подобный процесс повторялся неоднократно, в результате чего возник ряд горизонтов с растительными остатками. Многие из них выглядят так, как будто они захоронены в прижизненном состоянии.

Большой интерес для понимания климатических изменений в Австралии и Антарктиде на протяжении палеогена и неогена представлял доклад Э. Кемп (E. Kemp; Австралия). Выводы, сделанные ею, основаны на изучении спор и пыльцы из кернов скважин глубоководного бурения, расположенных в юго-восточной части Индийского океана. В эоцене дождевые леса, в которых преобладал Nothofagus, занимали всю южную часть Австралии, а также локальные участки в центре этого континента. Эоценовая растительность Антарктиды была менее разнообразной. Большое количество осадков, видимо, связано со значительным испарением с теплой поверхности океана. В олигоцене температура начала падать. С этим временем связывают начало оледенения Антарктиды. По данным изотопного анализа температура поверхности воды в южной части Индийского океана снизилась до 7°. Растительность Антарктиды и Южной Австралии становится в олигоцене однообразной и небогатой. В миоцене в Антарктиде продолжает разрастаться оледенение, хотя границы его остаются проблематичными. Растительность на этом континенте постепенно исчезает. В Австралии, продолжающей дрейфовать, климат на севере этого континента становится более аридным. Однако на общем фоне похолодания наблюдается временное потепление климата, приходящееся на конец раннего миоцена. Растительность Восточной и Южной Австралии указывает на обилие осадков в это время.

В позднем миоцене и раннем плиоцене похолодание усиливается, что хорошо документируется осадками, поднятыми со дна южной части Индийского океана. Центр антарктического оледенения смещается на север, вызывая распространение шельфового ледника Росса к северу от его современных границ. Это событие может совпадать с сокращением осадков в большей части Австралии, а также с исчезновением пыльцы Nothofagus ex gr. brassi из районов, расположенных западнее Большого Водораздельного хребта.

Рассмотрение этих же вопросов, но на материале, полученном при палинологическом изучении образцов третичных пород из южной части Австралии, продолжил в своем докладе А. Патридж (A. Patridge; Австралия). Возраст исследованных им проб устанавливался в разрезах, заключающих слои с планктонными фораминиферами или динофлагеллятами. Он отмечает, что первое появление новых форм пыльцы, как правило, бывает постепенным, тогда как ее исчезновение в разрезе происходит быстро. Климат на юге Австралии на протяжении палеоцена был, видимо, умеренным, однако это заключение не может быть твердо обосновано, так как споры и пыльца этой эпохи принадлежат исключительно вымершим формам, экологические требования которых остаются неизвестными. В эоцене появилась пыльца, указывающая на ее принадлежность к субтропической растительности. В эту эпоху наблюдается максимальное потепление Южной Австралии, климат которой приблизился к тропическому. На это указывают и находки пыльцы мангровых. Распространение прохладных дождевых лесов ограничивалось в это время горными районами. Значительное изменение климата, отмеченное резким возрастанием содержания пыльцы Nothofagus ex gr. brassi, происходит в начале среднего эоцена. При этом ее преобладание сохраняется до позднего миоцена. Заметное похолодание, отмеченное исчезновением ряда пыльцевых форм, связано с поздним эоценом. Олигоценовые спорово-пыльцевые комплексы характеризуются довольно однообразным составом, в котором преобладает пыльца Nothofagus, отражающим довольно стабильные температурные условия и постоянное количество осадков. В конце раннего миоцена происходит краткое потепление, отмеченное появлением некоторых пантропических форм. Однако на протяжении остальной части миоцена температура и количество осадков неизменно уменьшается. В позднем миоцене исчезает пыльца Nothofagus ex gr. brassi. В плиоцене и раннем плейстоцене доминирует пыльца Casuarina, Myrtaceae и Compositae. Наличие некоторых форм, характерных для дождевых субтропических лесов, заставляет предполагать, что в плиоцене климат был более теплым, чем в последнее время.

Сравнение данных, полученных в результате палинологического изучения кернов глубоководных скважин в юго-восточной части Индийского океана (Э. Кемп) и образцов из Южной Австралии (А. Патридж), показывает хорошее совпадение полученных результатов. Температурные максимумы в обоих случаях падают на конец раннего эоцена (главный) и раннего миоцена. Эти температурные пики в общем совпадают по времени с соответствующими пиками, наблюдаемыми в северной части Тихого океана (Япония, Советское Приморье).

В докладе М. Линдсея (M. Lindsay; Австралия) рассматривалась история развития фораминифер Южной Австралии на протяжении третичного времени на фоне температурных изменений в морском бассейне. Умеренные температуры в среднем палеоцене сменились более высокими в конце этой эпохи. Максимум потепления падает на эоцен, после которого происходило постепенное понижение температуры. Лишь для среднего миоцена отмечается потепление, на что указывает появление крупных фораминифер Lepidocyclina. Выделены фораминиферовые зоны. Схема зонального деления неогена западной части Тихого океана по планктонным фораминиферам представлена Н. Икебе, Япония (N. Ikebe). Ряд докладов касался более частных вопросов, а именно: истории черепах в Австралии, истории миоценовых млекопитающих южной части этого континента, причин вымирания крупных сумчатых в конце плейстоцена, палеогеографического значения полипротодонтовых сумчатых. Несомненно, что многие из кратко охарактеризованных здесь докладов могут быть использованы советскими палеонтологами и геологами для глобальных построений биогеографического характера, реконструкций климата, проверки возможностей климатостратиграфии и т.д. Работы, проводимые в этом направлении, неизменно расширяются, и материал, доложенный на палеонтологической секции, несомненно будет интересен и полезен.

И.О. Мурдмаа

МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Разнообразные проблемы морской геологии занимали большое место в работе XXV сессии Международного геологического конгресса, что отражает возросший за последние годы интерес широких кругов геологов разных стран к Мировому океану. В той или иной мере были представлены тектоника и геофизика дна океана, петрология его магматических и метаморфических пород, литология и стратиграфия океанских отложений, палеогеография и история развития океанов, учение о минеральных ресурсах Мирового океана. Достаточно сказать, что доклады, имеющие отношение к морской геологии, слушались по меньшей мере на 6 секциях и 10 симпозиумах конгресса, а общее число их превышает 100. Работала специальная секция 8 "Морская геология", которая провела частично – совместо с секцией 6Б ("Стратиграфия и седиментология") 5 заседаний. На них заслушано более 20 докладов. Кроме того, почти исключительно вопросам морской геологии посвящены заседания четырех симпозиумов: экономической геологии (геологии полезных ископаемых) морского дна (108.1; руководитель проф. Е. Зейболд), активных границ литосферных плит (108.2; руководитель проф. С. Уэда), морской геологии Циркум-Антарктического пояса (108.3; руководитель д-р Д.Е. Хэйс) и синтеза результатов глубоководного бурения в Индийском океане (108.4; руководитель д-р К.К. фон дер Борч); всего около 40 докладов. Большое внимание уделялось вопросам, так или иначе связанным с исследованием минеральных ресурсов Мирового океана: железо-марганцевым конкрециям и неконкреционным рудопроявлениям, в меньшей мере – вопросам нефтегазоносности акваторий, фосфоритам и прибрежным россыпям. Из этой группы докладов следует отметить сообщения французских ученых под руководством М. Дефроссе, западногерманских – под руководством Х. Гундлаха и новозеландских – под руководством Г. Глэсби, посвященных железо-марганцевым конкрециям разных ограниченных участков дна Тихого океана. Из докладов можно составить представление о значительном размахе исследований в указанных странах, где океанские многокомпонентные марганцевые руды определенно рассматриваются как потенциальные полезные ископаемые недалекого будущего. Проведены интересные, довольно детальные геохимические исследования конкреций и подстилающих осадков, применены новые статистические методы их обработки. Генетические выводы в этих докладах содержат мало нового. Выявлена определенная связь обогащенности конкреций железом, медью и никелем с зонами разломов, что, по мнению М. Дефроссе, говорит об эндогенном происхождении этих металлов.

Большой интерес вызвали детальные комплексные исследования современного гидротермального поля в рифтовой зоне Срединно-Атлантического хребта на 26° с.ш., результаты которых доложены П. Рона. В этом районе обнаружены и исследованы проявления марганцевого оруденения, рудные корки на базальтах и базальтовые брекчии, сцементированные гидроокислами марганца. Исключительно высокое содержание марганца и низкая концентрация других металлов – железа, никеля, кобальта, меди – отличает эти руды от океанских железо-марганцевых конкреций. Геохимическая специфика, по мнению автора, связана с большой скоростью роста рудных корок (170 см/млн. лет). В районе гидротермальных рудопроявлений обнаружены термальные, гидрохимические и магнитные аномалии. Два доклада И.М. Варенцова посвящены геохимии и экспериментальным исследованиям океанских железо-марганцевых конкреций и мелководным концентрациям марганца. В ряде докладов обсуждались вопросы о балансе марганца в океане, его источниках в связи с образованием конкреций и металлоносных осадков срединно-океанских хребтов (К. Ведепол, К. Бострэм). Исследователей по-прежнему занимает вопрос об относительной роли эндогенного и экзогенного поступления металлов, для решения которого привлекаются балансные расчеты с использованием статистических методов. К. Бострэм анализировал скорости накопления металлов, поступающих из терригенного, биогенного и вулканогенного источников, и вывел эмпи-

рические модели смешивания их в реальном процессе в разных фациальных областях океана. К. Ведепол в результате балансных расчетов пришел к выводу о большой роли диагенетической мобилизации марганца в создании его "избыточных" концентраций в океане. Любопытные новые данные о металлоносных осадках Красного моря привел М. Шолл. Д. Крерар с соавторами сообщил о своих наблюдениях над марганецконцетрирующими бактериями в докембрийских породах и современных водоемах, доказывая их морфологическое и функциональное сходство.

Во многих докладах по металлогении и рудообразованию в складчатых областях континентов, заслушанных на симпозиуме "Металлогения и новая глобальная тектоника", авторы использовали прямо или косвенно данные морской геологии, в частности, базирующиеся на этих данных реконструкции тектоники плит и актуалистические модели процессов, протекавших в океанской земной коре геологического прошлого. Вопросы накопления и трансформация органического вещества в осадках современных океанов и морей, в том числе в связи с проблемой нефте- и газообразования, рассматривались на секциях горючих ископаемых и морской геологии. Д. Горслайн с соавторами рассказал о скоростях накопления литогенного и органического компонентов в осадках котловин Калифорнийского бордерлэнда. В докладе Д. Мак-Кирди и П. Кука рассматривались результаты исследования преобразования органического вещества в плейстоценовых отложениях большой мощности в скважине 262 "Гломара Челленджера", пробуренной в Тиморском море. В докладе Дж. Вилкса и других излагались данные о консервации органического вещества и метана в современных шельфовых осадках. Мелководному осадкообразованию у побережий Австралии посвятили доклады Дж. Рингс, Р.Г. Спригг, Д.Е. Лок, Дж.Ф. Маршалл. Н.В. Логвиненко рассматривал фациальную позицию пляжевых и мелководных карбонатных осадков, а также проблему глауконитообразования в современном океане. Кроме того, докладчики на секции по морской геологии сообщили о результатах исследований генезиса оолитов (П. Дэвис и др.), о гравитационном перемещении осадков на континентальных склонах (Е. Зейболд, Р.В. Бэрн).

Палеонтологических и стратиграфических работ океанских отложений касались доклады Е. Болтовского о неогеновых глубоководных бентосных фораминиферах Индийского океана, Б.У. Хака и других о биогеографии известкового наннопланктона в миоцене Атлантического океана и некоторые другие. Обсуждение проблем геологической истории и палеогеографии океанских бассейнов, окружающих Антарктиду, а также Индийского океана на двух симпозиумах основывалось главным образом на результатах глубоководного бурения с борта "Гломара Челленджера" и на реконструкциях тектоники плит. В меньшей мере использовались данные геологии континентов. В целом эту большую группу докладов можно охарактеризовать как попытку синтезировать под палеогеографическим углом зрения и на основе теории тектоники плит скопившиеся за последние годы литологические, палеонтологические и геофизические материалы по огромному региону Южного полушария.

В докладах П. Эндрю, П. Баркера, Д. Барнса, Р. Филлона, Б. Тухоки и других рассматривалось влияние дрейфа континентов и последовательного образования между ними океанских бассейнов на обстановку осадкообразования, нашедшую отражение в литологии осадков и фациях. Особое внимание уделялось возникновению Антарктического кругового течения – мощнейшего потока вод во всем Мировом океане. Согласно гипотезе тектоники плит, оно образовалось в результате раздвигов по системе срединно-океанских рифтов и обусловленного ими дрейфа на север континентов Австралии и Южной Америки, прежде соединенных с Антарктидой. Открытие прохода между Австралией и Антарктидой и пролива Дрейка четко фиксируется в вертикальной смене фаций, появлении перерывов осадконакопления, размывов. Магнитные аномалии в сочетании с литологическими данными позволяют проследить ход горизонтальных тектонических движений, определить их скорости. Реконструкция движения Тихоокеанской и Индоокеанской литосферных плит для кайнозоя, представленная Г. Пэкхэмом, хорошо согласуется с палеогеографическими выводами из материалов бурения и данными геологии суши. В частности, обосно-

вано время погружения существовавшего континентального моста между Австралией и Антарктидой к югу от Тасмании около 40 млн. лет назад. Интерес представляет идея Б. Тухоки о выделении "акустических провинций" в океане – областей с однотипной картиной сейсмопрофилей, проиллюстрированная и генетически интерпретированная на примере района пролива Дрейка.

Вопросы тектоники дна океанов и морей затрагивались во многих докладах, посвященных построению моделей движения литосферных плит, развития активных континентальных окраин, геосинклинальных и орогенных поясов, дрейфу континентов. Провести четкую границу между морской (океанской) и континентальной тектоникой теперь вообще вряд ли возможно, особенно когда речь идет о новой глобальной тектонике. Расширение сферы влияния морской геологии в этом направлении особенно знаменательно на конгрессе.

В работе конгресса участвовала группа советских и зарубежных ученых – членов международной морской геологической экспедиции на научно-исследовательском судне "Дмитрий Менделеев" (17-й рейс) под руководством академика А.В. Пейве. Ими представлен коллективный доклад о предварительных результатах, только что проведенных морских геологических и геофизических исследованиях в Филиппинском море. Особое внимание уделено магматическим и метаморфическим породам офиолитовой ассоциации, добытым драгами из глубоководных желобов и зон разломов дна. Изложена новая концепция происхождения Филиппинского моря. Дальнейшее подтверждение получила концепция, согласно которой офиолиты континентов и островных дуг представляют собой океаническую земную кору геологического прошлого.

Г.Ф. Крашенинников

ЛИТОЛОГИЯ И НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЕЕ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Под "литологией" автор, как и многие другие ученые, понимает ветвь геологии, посвященную изучению состава, свойств и происхождения осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых, а также выяснению закономерностей их распределения в земной коре. В последние два десятилетия получил распространение, особенно за рубежом, термин "седиментология". По существу, как в этом легко убедиться, просмотрев работы, где употребляется этот термин, он соответствует изложенному пониманию литологии, поэтому оба эти термина можно рассматривать как синонимы. Такое же содержание вкладывается и в несколько устаревшее к настоящему времени выражение "петрография осадочных пород". Если обратиться к вопросу, с каким источником минерального сырья и энергетических ресурсов приходится больше всего иметь дело в настоящее время и каковы перспективы развития этих источников в будущем, то ответ на этот вопрос оказывается достаточно определенным. Уже больше 10 лет назад Л.В. Пустовалов наглядно показал, что большая часть месторождений полезных ископаемых связана с осадочным процессом [2]. Что же касается энергетических ресурсов, то все горючие ископаемые имеют осадочное происхождение, а уран большею частью также заключен в месторождениях осадочного или в метаморфизованных, но также первоначально осадочного происхождения. Впрочем, уран – очень специфический элемент, и это увеличивает сложность решения вопроса об условиях его локализации, в котором еще много неясных сторон [1]. Во всяком случае то, что большая часть известных в настоящее время видов минерального сырья, как и энергетических ресурсов, используемых сейчас и имеющих важное значение и в перспективе, связана с осадочными и вулканогенно-осадочными комплексами пород – формациями, является достаточно надежно установленным фактом. Изложенное показывает и место литологических проблем в современной геологии. Естественно, что это нашло выражение на прошедшей XXV сессии Международного геологического конгресса.

ЛИТОЛОГИЯ (СЕДИМЕНТОЛОГИЯ) НА XXV СЕССИИ МГК

Вопросы литологического профиля, в том широком понимании этой ветви геологии, как она определена в начале статьи, рассматривались на заседаниях ряда секций, подсекций и симпозиумов:

1) Морская геология (секция 8), проводившая заседания совместно с подсекцией "Седиментология" (6В).

2) Горючие ископаемые (5).

3) Полезные ископаемые (4).

4) Симпозиумы по геохимии марганца (104.3) и каолину (104.2), а также симпозиумы по континентальному литогенезу в аридных зонах (106.2), по карбонатонакоплению в мелководных морских и неморских условиях (106.3) и проблемам осадконакопления в подвижных поясах земли (106.4). Кроме того, литологические вопросы затрагивались в ряде докладов на других секциях: Геология докембрия, Стратиграфия, Геохимия, Геология четвертичных отложений, Инженерная геология. Широко обсуждались литологические проблемы во время геологических экскурсий, как однодневных и двухдневных, проходивших во время конгресса (в субботу и воскресенье, когда заседаний не было), так и во время более продолжительных экскурсий, проходивших как до, так и после конгресса (большинство советских участников конгресса попали в послеконгрессные экскурсии, причем экскурсия ЗС, в которой участвовал автор, целиком посвящена литологическим объектам и вопросам [5].

Основной секцией литологического профиля была секция "Морская геология" и подсекция "Седиментология" [3]. Объединенная работа этих двух подразделений происходила под общим заголовком, предусмотренным австралийскими организаторами XXV сессии: "Значение подводных исследований для понимания обстановок осадконакопления". Нужно заметить, впрочем, что не все доклады, заслушанные на этой секции, строго соответствовали такому заголовку. Эта объединенная секция имела заседания на продолжении 5 дней (с 17 до 23 августа за вычетом двух дней экскурсий), и в течение этого времени заслушано и обсуждено около 30 докладов. Заслушанные доклады сделаны представителями 7 стран, причем в количественном отношении они распределялись следующим образом: Австралия – 10 докладов, СССР представил 5 докладов, но из них заслушано только 3 из-за отсутствия двух докладчиков (доклады заслушивались только от присутствовавших членов конгресса), ФРГ – 4 доклада, США – 4 доклада, Канада – 3, Франция – 3, Англия – 2 и один доклад был интернациональным: от Новой Зеландии, США (Гаваи) и ФРГ. Касался этот доклад состава и распределения марганцевых конкреций в юго-западной части Тихого океана.

Все доклады касались процессов и продуктов современного и древнего осадконакопления в морских и океанических водоемах, что в общем соответствовало заранее разосланным австралийскими организаторами сессии рекомендациям. Правда, далеко не всегда из докладов вытекала та сравнительно-исследовательская сторона дела, которую австралийцы считали основной для докладов по данной секции. По более узким темам доклады приблизительно распределялись следующим образом ("приблизительно" приходится указывать по той причине, что некоторые доклады, охватывая довольно широкий круг вопросов, одновременно касались нескольких более частных тем): общие черты и характерные особенности накопления осадков в различных зонах морского дна – от шельфа до глубоководных впадин и желобов. Так, например, Орди и Кук (Австралия) рассказали об особенностях осадконакопления, главным образом о геохимической его стороне, в Тиморском желобе, где ими изучены известковые илы в колонке мощностью около 400 м и показана ведущая роль процессов бактериального разложения органического и минерального вещества до глубины около 250 м от морского дна. Это – новость, так как раньше считалось, что бактериальное разложение интенсивно захватывает лишь несколько метров от поверхности дна. В докладе Зейбольда (ФРГ) рассмотрен механизм переноса осадочного материала по континентальному склону в глубоководные области, материалом послужили данные по району Атлантического океана, примыкающему к Северо-Западной Африке. Альвинери с 4 соавторами (Франция) доложил о результатах палеоокеанографических исследований в Северо-Восточной Атлантике. Изучены позднечетвертичные отложения, причем оказалось, что в ледниковые эпохи роль турбидитов в сложении осадков больше, чем в межледниковые эпохи и т.п. Всего по этому направлению было 12 докладов.

Второе направление посвящено глубоководному накоплению марганца, главным образом железо-марганцевым конкрециям. Сходным вопросам посвящен и специальный симпозиум, на котором рассматривались различные аспекты геологии и геохимии марганценакопления, как на современном океаническом дне, так и в древних осадочных толщах (симпозиум 104.3). На этот симпозиум значительное количество докладов представлено со стороны Советского Союза (22 доклада). К сожалению, они далеко не все состоялись из-за отсутствия докладчиков. Кроме того, некоторые доклады этого симпозиума перенесены на секцию морской геологии (секция № 8). Значительный интерес к проблеме морского марганценакопления вызван тем, что в настоящее время уже вполне конкретно ставится вопрос о практической разработке глубоководных конкреций. При этом оказывается, что наибольшую практическую ценность представляют не столько марганец и железо в этих конкрециях, сколько некоторые другие металлы, которые также концентрируются в конкрециях, в том числе никель, кобальт и медь. В практику современного изучения этих образований введено даже особое понятие: "никелевый эквивалент", получающийся в результате складывания (суммирования) процентного содержания в конкрециях никеля, кобальта и половины содержания меди.

Если этот эквивалент больше 2,0, то конкреции считаются по этому показателю экономически благоприятными. Вследствие этого многие доклады по указанной проблеме посвящены вопросам геохимии конкреций и условиям формирования соответствующих параметров. Этому вопросу посвящен и доклад И.М. Варенцова, а всего по данной проблеме на секции 8 было восемь докладов. Другие направления представлены меньшим числом докладов. Так, вопросам, связанным с формированием структур и текстур морских осадков, посвящены три доклада, циклической седиментации в море – три доклада, по фосфоритам и глаукониту было заявлено три доклада, но состоялся только один (Н.В. Логвиненко – о аутигенном и аллотигенном глауконите на современном морском дне и о критериях их различия). Наконец, три доклада посвящены особенностям накопления древних морских толщ.

Обращаясь к общей оценке заслушанных докладов и вообще работы объединенной секции "Морская геология" и подсекции "Седиментология", нужно отметить, что работа прошла очень успешно. На заседаниях присутствовало в среднем от 50 до 100 человек, по всем докладам были многочисленные вопросы, а по некоторым – оживленные прения. При этом наиболее характерной чертой, общей и для докладов и для прений, было стремление осветить рассматриваемые вопросы с генетической точки зрения. Не было ни одного доклада, который был бы ограничен только описательной стороной дела. Докладчики стремились показать механизм формирования тех или иных признаков изученных отложений и динамику процесса. Естественно, что это очень сложное дело и именно этому в основном и посвящались прения. Вторая характерная и очень важная, на мой взгляд, общая черта докладов и обсуждения заключалась в том, что выступавшие подчеркивали сложность и многосторонность природных процессов – их особенность, которая не допускает легковесных решений. В этом можно усмотреть диалектическую сущность природы, к пониманию которой постепенно подходят ученые всех стран независимо от социального устройства. Так, например, в докладе француза Аурби, касавшегося исследования характера поверхности песчаных зерен кварца в осадках Ламанша, подчеркивалось, что в зависимости от деталей физических и геохимических условий на дне пролива поверхность зерен оказывается очень разной и поэтому для надежного использования этого метода в палеогеографических целях (что получило сейчас довольно широкое распространение благодаря работам другого французского литолога Кайе) нужны еще дальнейшие тщательные исследования. В докладе группы австралийцев (Девиса и других) подчеркнуто, что даже в тропической зоне Большого Барьерного рифа образование оолитов идет далеко не повсеместно и только в определенное время года, а именно, в январе и феврале (лето в Южном полушарии), что связано как с временем наиболее высоких температур морской воды, так и с режимом приливно-отливных течений. Наконец, третья общая характерная черта докладов – это значительное число коллективных работ. Из общего числа примерно тридцати докладов половина из них была от имени двух и более авторов. Это связано, вероятно, с двумя главными причинами. Во-первых, с тем, что круг интересов литологов расширился именно вследствие стихийного понимания взаимосвязанности, диалектического характера природных условий, что требует знания и охвата смежных отраслей науки. Во-вторых, это связано с усложнением методик исследования, требующего привлечения специалистов из разных областей, в том числе физиков, химиков, математиков.

Вопросы литологического профиля рассматривались и на заседаниях секции 5 "Горючие ископаемые". В частности, и доклад автора данной статьи стоял на этой секции и касался обстановок накопления угленосных формаций СССР. На этом докладе присутствовало около 100 человек, он вызвал значительный интерес, задано много вопросов, особенно со стороны австралийских геологов. Их повышенный интерес к ископаемым углям вызван тем, что в настоящее время угольная промышленность Австралии находится на подъеме благодаря большому спросу на уголь на мировом рынке. Австралийский уголь дешевле угля, вывозимого из Соединенных Штатов Америки, вследствие как более близкого расстояния к потребителям Юго-Восточной Азии, так главным образом благодаря широкому развитию в Австралии открытых (карьерных) разработок. Кроме того, этот доклад оказался в

общем русле большинства других докладов по угольной тематике (таких докладов на секции 5 было десять), большинство которых также либо непосредственно рассматривало генетические аспекты угленакопления, либо затрагивало эту проблему. Другие доклады на секции "Горючие ископаемые" касались вопросов нефтяной и газовой геологии и литологии, на рассмотрении которых в этой статье я останавливаться не буду. Кроме того, литологические проблемы широко обсуждались на заседаниях секции 4 (Месторождения полезных ископаемых), которая разделена на две подсекции: 4А (Происхождение стратиформных рудных месторождений) и 4В (Образование месторождений в поверхностных условиях). Как видно и из их названий, эти подсекции в основном занимались генетическими аспектами стратиформного и поверхностного, т.е. возникшего в зоне осадкообразования минерального сырья. Таким образом, секция 4 целиком укладывалась по профилю своей деятельности в тот генетический план, который столь характерен и для рассмотренных выше секций и симпозиумов XXV сессии конгресса. Отмечу, наконец, что ряд докладов литологического направления имел место и на многих других секциях. Так, например, на секции "Четвертичная геология" (12) были заслушаны такие доклады, как Н.Ф. Аллея "Возраст и происхождение латеритов и кремнистых кор и их связь с тектоническими движениями в Южной Австралии", Р. А. Калена "Минералогия глин и климат неогена в одном из районов Южной Австралии", Ж.Кудрей (Франция) "Влияние изменений климата на осадкообразование и диагенез рифовых и сопутствующих им отложений в четвертичной истории Новой Каледонии" и т.д. На секции 10 (Геохимия) был, например, доклад С.Р. Тейлора (Австралия) "Распределение редких земель в осадочных породах и эволюция земной коры", в котором сравнивалось распределение этих элементов в докембрийских, точнее, в архейских зеленых сланцах и в послеархейских осадочных породах, причем выявленные существенные различия объяснялись различиями в составе материнских пород-поставщиков редких земель. На секции 7 (Палеонтология) существовала специальная подсекция, посвященная обсуждению палеоэкологических вопросов и т.д. Таким образом, во время сессии вопросы литологического направления обсуждались весьма широко и разносторонне, при этом вполне отчетливо господствовало генетическое направление, что можно считать наиболее характерной чертой развития литологии на современном этапе. Вместе с тем можно отметить, что особенно выдающихся новых проблем в области литологии на сессии конгресса, на мой взгляд, поставлено и обсуждено не было. Все доклады касались сторон осадочного процесса, уже раньше в той или иной степени рассматривавшихся в литературе, и отмечали лишь новые стороны или конкретные особенности в тех или иных осадочных породах и вызывающих их или связанных с ними процессах. Именно стремление познать процесс – самая выразительная черта современной литологии, что очень ярко проявилось на XXV сессии.

Во время геологических экскурсий, как однодневных и двухдневных во время конгресса, так и многодневных до и после конгресса, литологические объекты показаны австралийскими геологами также очень широко, и соответственно имело место и широкое обсуждение аналогичных проблем. Мне удалось участвовать в трех однодневных экскурсиях в окрестностях Сиднея и в одной 8-дневной послеконгрессной экскурсии в юго-восточной части Квинсленда в бассейне Боуэн, являющемся угленосным, и Сурат – угленосным, а также нефтегазоносным (6). Не останавливаясь на общей геологической характеристике посещенных регионов, считаю своим приятным долгом отметить отличную организацию всех этих экскурсий, как, впрочем, и всего конгресса. Подготовка программ, путеводителей, объяснения по ходу экскурсии и разнообразие посещенных объектов – все это заслуживает только самой высокой оценки.

Во время экскурсий в окрестностях Сиднея, кроме их большой живописности, отмечена высокая степень практического использования всех имеющихся видов минерального сырья, в первую очередь строительных материалов. В частности, песчаники триасового возраста, залегающие почти горизонтально и образующие живописные обрывы в ближайших окрестностях города (рис. 1), местами, где они характеризуются наиболее благоприятными физико-механическими свойст-

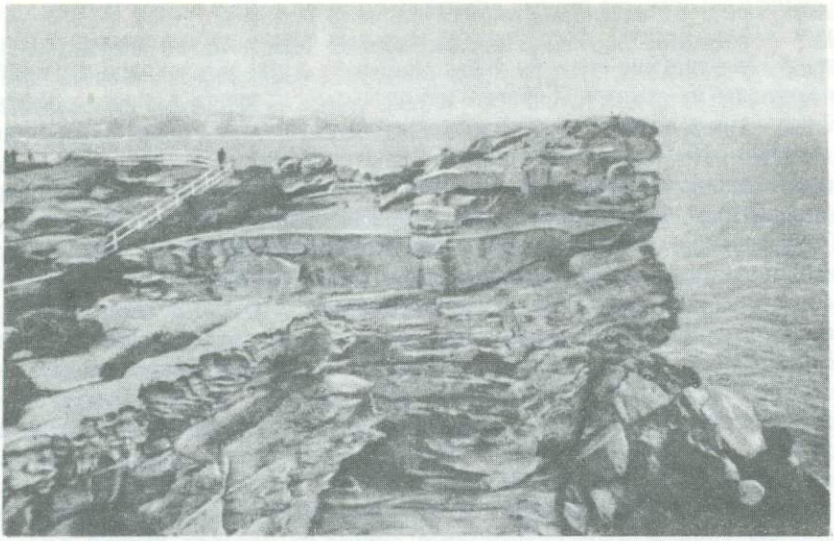


Рис. 1. **Выходы континентальных песчаников триасового возраста на южной окраине Сиднея. Фото автора**

вами, разрабатываются карьерами, причем уже на месте идет их распиловка на блоки любых размеров в зависимости от потребностей заказчика. Широко разрабатываются вулканические брекчии спорного возраста – скорее всего третичные, заполняющие трубковидные тела в триасовых песчаниках. Австралийские геологи называют эти тела некками, а заполняющие их брекчии сравнивают с кимберлитами [4]. Участников этой экскурсии очень удивила отчетливая слоистость в брекчии, вызванная чередованием слоев с обломками разной крупности, что трудно увязать с предполагаемыми условиями образования этих пород. Осмотрены карьеры базальтов, а также выдержанные на большие расстояния угольные пласты пермского возраста, хорошо обнаженные в береговых клифах и служащие предметом интенсивной разработки в районе Ньюкастла и других местах. Бассейн Боуэн, находящийся примерно в 1400 км севернее Сиднея, рассматривается австралийскими геологами в качестве единой тектонической структуры с Сиднейским бассейном, а соответственно и в характере угленосности этих двух бассейнов много общих черт. В настоящее время бассейн Боуэн является основным поставщиком коксовых углей высокого качества в Квинсленде, причем бóльшая часть этого угля идет на экспорт. В бассейне Боуэн прежде всего представляет интерес закономерная смена фаций угленосных отложений пермского возраста по мере движения по простиранию бассейна, с севера на юг. Оказывается, что в продуктивном развитии эти отложения развиты главным образом в северной и средней части бассейна, которая является относительно тектонически приподнятой зоной. Генетически продуктивные части разреза представляют главным образом аллювиальные и озерно-болотные обстановки осадконакопления. На юг происходит постепенное погружение структур, соответственно чему бассейн, имеющий в общем синклинальное строение, расширяется, а продуктивные угленосные горизонты континентального происхождения постепенно сменяются морскими горизонтами. Еще южнее, там, где пермская система скрывается под несогласно перекрывающие ее юрские и меловые отложения, этот регион носит название бассейна Сурат, пермские морские толщи являются нефтепроизводящими, а в юрских песчаниках концентрируются главные нефтяные и газовые залежи. Таким образом, в посещенном районе можно ясно видеть закономерную смену континентальных обстановок осадконакопления в приподнятых элементах тектонических структур на морские в более погруженных и в современном тектоническом плане структурах. Это один из ясных примеров унаследованного развития – типа развития, которое так настойчиво развивал во многих своих работах Н.С. Шатский.

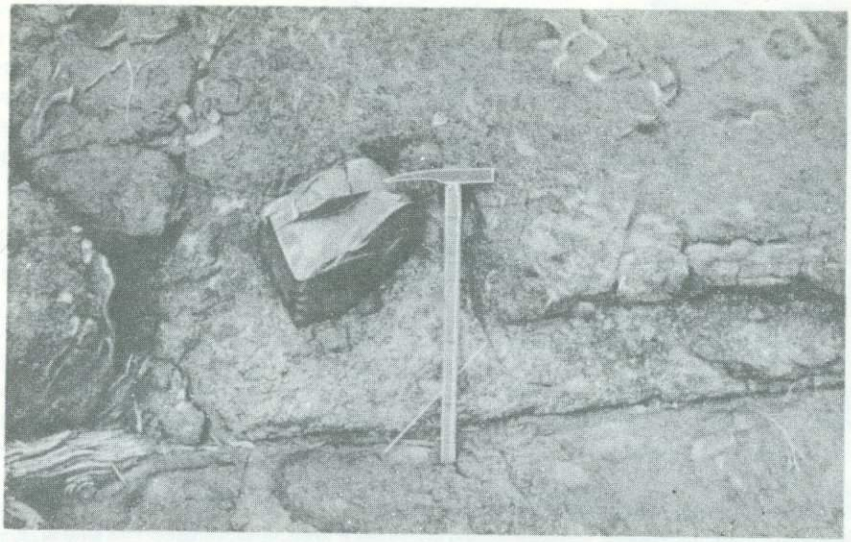


Рис. 2. **Эрратическая глыба в морских песчано-глинистых породах раннепермского возраста в северной части бассейна Боуэн. Фото автора**



Рис. 3. **Вермикулитовая структура тонштейна из прослоя в верхней части угольного пласта позднепермского возраста в бассейне Боуэн. Без анализатора, увел.50. Фото автора**

Другой любопытной литологической чертой пермских отложений в северной части бассейна Боуэн было ясно продемонстрированное участникам экскурсии присутствие в них грубообломочных отложений, которые очень правдоподобно австралийские геологи связывают с ледниковыми условиями. В частности, показаны крупные глыбы сланцев и магматических пород, заключенные в аргиллитах и песчаниках, морское происхождение которых ясно доказывается обильной фауной. Происхождение этих глыб, вероятно, связано с разносом плавающими льдами (рис. 2). В той же северной части бассейна Боуэн в одном из угольных карьеров показан прослой в верхней части угольного пласта, имеющий мощность всего 3–5 см и состоящий из слюдистого каолинита ("тонштейн"). Изготовленный уже в Москве шлиф из этой породы показал его ясное вермикулитовое строение (рис.3), как оно известно и в аналогичных прослоях в угольных пластах некоторых



Рис. 4. **Косослоистые песчаники раннеюрского возраста в южной части бассейна Боуэн. Южнее, в бассейне Сурат, эти песчаники погружаются под меловые отложения и служат главным нефтегазопроводящим горизонтом этого бассейна. Фото автора**

месторождений Советского Союза: в Донецком, Кузнецком бассейнах и др. Самой интересной особенностью этого прослоя в угле бассейна Боуэн является то, что он, по словам австралийских руководителей экскурсии, достоверно прослежен на 150 км, а предположительно – до 300 км по простиранию бассейна. В бассейне Сурат показаны различные породы мезозойского возраста (триас, юра и мел), принимающие участие в его строении, причем особенно интересны мощные обрывы нижнеюрских песчаников, имеющие континентальное происхождение и ясно выраженную косую слоистость (рис.4). Эти песчаники выходят в районе границы между бассейнами Боуэн и Сурат на поверхность, где и образуют живописные скалы, а дальше на юг они в соответствии с общей тектонической структурой бассейнов Боуэн и Сурат погружаются под покров меловых пород, достигнутых там только буровыми скважинами, и в районе г. Рома являются нефте- и газопроизводящими. В одном из районов на севере бассейна Сурат участникам экскурсии продемонстрированы в национальном парке Карнарвун наскальные изображения на этих песчаниках, оставленные некогда жившими там аборигенами.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЛИТОЛОГИИ

Прошедший конгресс и разнообразие обсужденных на нем литологических проблем дает возможность получить достаточно ясное представление о состоянии этой науки и о тенденциях ее развития. Общей и наиболее характерной чертой современного этапа развития литологии является, несомненно, генетический подход к решению стоящих задач. Прежде всего это касается закономерностей распределения полезных ископаемых и исследования факторов, управляющих изменением их количества и качества на площади и в глубину. Широкая, можно сказать глобальная, постановка таких вопросов неслучайна. В большинстве экономически развитых стран мира поверхностные ресурсы многих видов полезных ископаемых близки к исчерпанию или даже исчерпаны. Это касается таких важных видов минерального сырья, как коксовые угли, руды железа и марганца, рассыпные месторождения на суше и т.д. Поэтому в давно освоенных промышленностью районах, таких, как большинство западно-европейских стран, Европейская часть СССР и другие, стоят две основные в этом отношении задачи: во-первых, освоение на старых площадях глубоких горизонтов с коксовыми углями, железной рудой и т.д., а во-вторых, поиск и оценка слепых месторождений, не имеющих непосред-

ственного выхода на поверхность. В частности, как известно, и у нас в стране ведутся усиленные поиски, например, древних, погребенных мезозойских россыпных месторождений и залежей. Очевидно, что успешное осуществление этой задачи требует гораздо более полного и точного знания закономерностей распределения в недрах соответствующего вида полезного ископаемого, чем это необходимо при его залегании непосредственно на поверхности. Столь же очевидно, что эти закономерности определяются двумя категориями причин: во-первых, первичными условиями образования залежи, а во-вторых, ее последующей историей – тектоническими деформациями, вторичными преобразованиями вещества. Именно поэтому на конгрессе вопросы генезиса осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых поставлены и обсуждены так широко.

Вторая тенденция развития современной литологии тесно связана с предыдущей, а именно – широкий подход к решению генетических вопросов. Основным генетическим показателем остается и сейчас физико-географическая обстановка осадконакопления. Поэтому целый ряд докладов, притом на разных секциях, посвящен восстановлению этой обстановки для самых разных отрезков времени – от докембрия до четвертичного периода. Но эта обстановка понимается сейчас широко и включает не только распределение суши и моря, но и климат, рельеф суши, глубины моря, а также, что очень важно, рельеф морского дна, тектонический режим, динамические показатели среды, характер и распределение организмов, присутствие и количество вулканогенного материала в осадках, геохимические и другие показатели. Естественно, что при такой широте подхода возникает целый ряд специфических вопросов и задач и они обсуждались на ряде секций, непосредственно и не связанных с литологией, например, на секциях "Геохимия" или "Гидрогеология" и других. В этой связи приобретает особенно важное значение то генетическое понимание термина "формация", которое рекомендовано 2-й сессией Международного геологического конгресса в 1881 г. [5]. В самом деле, если генетическое изучение осадочных пород и их комплексов приобретает в настоящее время такое важное значение, то естественно, что и генетическая группировка пород и их комплексов также должна быть осуществлена и, во всяком случае, подвергнуться обсуждению. Вместе с тем в этом отношении наблюдается определенное несоответствие: генетическое исследование отдельных пород и конкретных регионов получило широкое признание, а принципы обобщенного анализа их комплексов разработаны еще далеко не достаточно. В частности, и понятие об осадочных формациях в генетическом смысле, призванное содействовать такой разработке, почти еще не получило признания в мировой геологической практике. Так, например, и в Австралии выражение "формация" используется широко, но только для обозначения единиц местной стратиграфической шкалы, как это было ясно видно и в ходе конгресса, и во время экскурсий. В этом отношении наши советские геологи и литологи стоят, я думаю, на более правильных и современных позициях. Поэтому есть основания рекомендовать, чтобы на следующей сессии МГК, которая должна состояться во Франции, советские геологи взяли на себя инициативу и подняли вопрос о восстановлении генетического подхода к понятию о формациях. Это тем более целесообразно, что именно во Франции президент национального геологического общества К. Прево в специальном докладе, представленном этому обществу еще в 1836 г., ясно рекомендовал пользоваться выражением "формация" только в генетическом смысле.

Еще одно направление современной литологии, которое отчетливо представлено на прошедшей сессии, это всестороннее изучение как современных морских осадков, так и лежащих под ними четвертичных и более древних отложений. Несомненно, что основной толчок для развития этого направления дан глубоководным бурением, в обработке данных которого принимают участие ученые многих стран, в том числе и Советского Союза. Кроме того, во многих странах, в частности, и в Австралии и в СССР, идет бурение в мелководных зонах. Полученные данные обсуждались как на секциях, так и на симпозиумах. Эти результаты, важные сами по себе, дают особенно ценный сравнительный материал для более точного понимания древнего морского осадконакопления, продукты которого широко представлены

на всех современных материках и с которыми связаны самые разнообразные виды полезных ископаемых.

Конечно, в современной литологии есть и другие аспекты, которые мало или совсем не прозвучали на прошедшей сессии конгресса. К ним относятся, например, современные новые методы исследования вещества осадочных пород, некоторые виды осадочных полезных ископаемых также практически не рассматривались, например фосфориты и т.п. Это и естественно, так как конгресс был в целом общегеологическим и поэтому особенное внимание уделено тем сторонам литологии, которые теснее связаны с другими ветвями геологии, а более специфические вопросы остались в тени. Тем не менее прошедшая сессия показала достаточно высокий уровень развития ряда сторон современной литологии. Поэтому нам нужно и в дальнейшем обеспечить высокий уровень развития литологии и, приняв во внимание опыт прошедшего конгресса, еще лучше планировать наши дальнейшие работы в этой области геологии. В заключение следует еще раз выразить большую признательность нашим австралийским коллегам за хорошо организованный и очень успешно проведенный конгресс и экскурсии и пожелать им дальнейших успехов. К этому у них есть и объективные возможности в виде значительных минеральных богатств Австралии – "острова-континента", как они зовут свою страну.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антропов П.Я.* Топливно-энергетический потенциал Земли. 2-е изд. М., 1976.
2. *Пустовалов Л.В.* О состоянии и основных направлениях дальнейшего развития геологической науки. – Сов. геология, 1964, № 9.
3. Abstracts. 25th Intern. Geol. Congr., Sydney, 1976, 1–3.
4. *Adamson C.L., Taylor G.H.* Excursion 14-B. Sydney, 1976.
5. *Jensen A.R., Exon N. F. et al.* Excursion guide N-3C. Canberra, 1976.
6. *Prevost C.* – Bull. Soc. géol. France, t. X. Paris, 1838–1839.

А.В. Пейве, В.Е. Хаин, А.Л. Книппер

ВОПРОСЫ ТЕКТОНИКИ

Вопросы тектоники рассматривались на конгрессе в секциях 3 "Тектоника и структурная геология", 1А "Эволюция областей развития архея" и на ряде симпозиумов:"Древнейшая архейская тектоника и магматизм", "Структурная характеристика тектонических зон", "Тектонические аспекты офиолитов", "Структура Австралии и вариации в тектоническом стиле", "Напряжения и смещения на окраинах континентов", "Распределение континентов в геологическом прошлом", "Корреляция геологических событий в некоторых орогенических поясах и их форландах", "Глобальная корреляция эпох складчатости", "Металлогения и новая глобальная тектоника" и некоторых других. Наибольшее внимание участников привлекли доклады на секциях 1А и 3 и на симпозиумах по архейской тектонике и магматизму, структурной характеристике тектонических зон, структуре Австралии, металлогении и новой глобальной тектонике. Общее число докладов по тектонической тематике, оглашенных на секциях и симпозиумах, превысило 150. Они касались самых разнообразных проблем современной тектоники и довольно трудно поддаются систематизации, подчеркивая своим числом большой удельный вес тектонических исследований в геологической науке наших дней и их тесное переплетение с другими геологическими дисциплинами: литологией, палеогеографией, петрологией, геофизикой, геохимией, металлогенией и др. Если все же попытаться провести некоторую систематизацию, то можно выделить следующие группы докладов.

Это прежде всего серия докладов, посвященных структуре Австралии, сделанных на специальном симпозиуме. Доклады эти, хорошо подготовленные и иллюстрированные, в сумме дали достаточно полную характеристику как древней Австралийской платформы, так и Тасманского палеозойского складчатого пояса и отдельных их подразделений. Освещено также строение подводной окраины Австралийского континента. Итоговым явился доклад К.А. Пламба "Тектоническая эволюция Австралии", сопровождавшийся серией мелкомасштабных палеотектонических карт. Другая большая группа докладов касалась тектоники раннего докембрия, в тесной связи с его магматизмом, метаморфизмом и геохимической эволюцией. В этой группе ряд докладов также основывался на австралийском материале, в особенности по Западно-Австралийскому щиту, к настоящему времени хорошо изученному, но целая серия докладов посвящена и другим древним щитам: Индостанскому, Южно-Африканскому, Канадскому. От Советского Союза заслушаны доклады Е.М. Лазько с соавторами и В.М. Моралева. Из сообщений зарубежных авторов остротой постановки вопросов отличался доклад А. Крёнера, который на материале Африки обосновал неправильность теории постепенного разрастания сиалических ядер, отметив, что в действительности разрастание сменялось периодической деструкцией континентальной коры, а также высказался против применения к докембрию Африки плитно-тектонических моделей, отметив интракратонный, эпсиалический характер докембрийских геосинклиналей.

В целом большинство докладчиков полагают, что кора сиалического типа создана уже в раннем докембрии. В интервале 3,2–2,7 млрд. лет в разных частях земного шара в результате дробления этого древнего основания происходит заложение зеленокаменных поясов, разрезы которых имеют много общих черт. Слагают их мощные толщи вулканогенных пород ультраосновного, основного и кислого состава. Породы зеленокаменных поясов расположены на более древнем сиалическом фундаменте, неоднократно метаморфизованном и ремобилизованном более молодыми гранитами. Большинство докладчиков с осторожностью подходят к возможности применения гипотезы тектоники плит для раннего докембрия. По всей видимости, действие этого механизма стало возможным лишь в позднем докембрии, когда постепенная стабилизация континентальной коры, связанная с процессами метаморфизма и гранитизации, привела к тому, что начиная с рубежа 1800 млн лет структура земной коры характеризовалась присутствием крупных континентов с их типич-

но континентальной корой, разделенных областями с корой океанического типа (океанами). Анализ фактического материала по Северо-Американскому континенту (Ф. Андерсон) приводит к выводу, что эти крупные структуры первого порядка сочленялись через систему островных дуг, окраинных морей и континентальных шельфов. Осадконакопление и магматизм в этих структурах имеют много общего с аналогичными структурами фанерозоя. Однако тектонические процессы в докембрии не столь активны, как в боле позднее геологическое время. Это связано с тем, что термальная и гравитационная дифференциация мантии, приводящая к поднятию мантийного материала и растяжению верхних горизонтов земной коры в горизонтальном направлении, не сопровождалась большими латеральными перемещениями в связи с высокой пластичностью коры (В. Кеди). Лишь с увеличением жесткости плит в процессе создания гранитно-метаморфической оболочки эти перемещения достигли громадных величин (в мезозойскую эру).

Следующая группа докладов, посвященная развитию идей глобальной тектоники, наиболее многочисленна. Если попытаться объединить представленные на конгресс тезисы докладов, касающиеся узко региональных проблем, и расположить их в логическом порядке, то можно получить ясное представление о процессе образования крупных тектонических структур в том виде, в каком его рисуют сторонники новой глобальной тектоники.

Развитие плейт-тектонического цикла начинается с рифтогенеза. Присутствие горячих точек и астеносферных струй приводит к возникновению магматического диапира, внедрение которого в верхнюю часть астеносферы порождает поднятие коры и ее растяжение, с образованием рифтов и грабенов (С. Баттачарджи, Г. Койце). Процесс рифтогенеза в начальной стадии сопровождается формированием структур типа Рейнского грабена (И.Иллие и Г. Трейнер). Более продолжительный и интенсивный процесс растяжения приводит не только к формированию базальтоидных серий, но и внедрению габброидных интрузий и комплекса параллельных даек (создание своеобразной габбровой коры), что наблюдается в Южных Андах (Ж.К. Висент; М.де Вит, Я. Диел (J. Dalziel), Ч. Штерн, Р. Брун). Рифтогенез в своей наиболее развитой форме сопровождается формированием коры океанического типа (Красное море, Л. Гамильтон). Этот же процесс может привести к формированию крупных изометрических структур, обладающих океаническим типом строения земной коры, что типично для Западного Средиземноморья (К. Хсю). Растяжение происходит с довольно большой, хотя и переменной, скоростью. Так, например, скорость раздвижения в системе южноафриканских рифтов равнялась 0,3 мм/год в плейстоцене и 5 мм/год в голоцене (П. Мор). Продолжающийся спрединг приводит к разъединению крупной континентальной плиты на плиты меньших размеров (континенты и микроконтиненты). Для доказательства существования крупного континента в конце палеозоя авторы докладов и тезисов используют разные аргументы.

Фациальный анализ и время проявления складчатых движений приводят Р. Бурруйля к выводу о том, что западная часть Средиземноморья в палеозое была частью Африканского континента. А. Броувер, используя те же принципы, утверждает, что Европа, Северная Америка, Северная Африка и Гренландия являются частями единого позднепалеозойского континента. Делается попытка установления абсолютных перемещений плит относительно оси вращения Земли на основании восстановления палеоклиматических зон как показателей географической широты (Х. Фор). Использование этой методики заставляет предполагать, что с позднего докембрия до каменноугольного периода средняя скорость перемещения плит составляла 2,5 см/год (7500 км за 300 млн.лет).

Для решения вопросов, связанных с горизонтальным перемещением плит, используется метод построения палинспастических карт (Дж. Гриффитс для юго-западной части Тихого океана). Данные палеомагнитного метода исследований говорят о том, что Новая Зеландия за последние 80 млн. лет испытала сильные горизонтальные перемещения, сопровождающиеся вращением (Г. Гриндли, Г. Веллман). Г. Веллман для Новой Зеландии и Ф. Сазерланд для Восточной Австралии пытаются связать фазы спрединга, во время которых произошло раскрытие Тасманова и Кораллового

морей, а также Южного океана, с эпохами магматизма, совпадающими по времени проявления с возникновением зон субдукции. С этим же процессом М. Шафикулла, П. Демон и Г. Пейрс связывают позднемезозойский магматизм штата Аризона и провинции Хребтов США. Для доказательства движения плит используются и другие методы. Так, например, морфоструктурный анализ территории Индии приводит Н.де Сузу к выводу, что выделенные им три крупные морфоструктурные области могли возникнуть только как следствие движений Индостанской плиты в северном направлении. А. Снелгроу, анализируя миграцию русел Нила, Тигра, Евфрата и Инда, считает, что их блуждание зависит от движения плит и ориентировка русел рек в каждый момент геологического прошлого грубо параллельна границе плиты. Анализ стрессовых напряжений в зонах сочленения плит, основанный на сейсмических данных и микроструктурном анализе (А. Шейдеггер), также подтверждает точку зрения мобилистов. В то же время замеры напряжений в рудниках дают в большинстве случаев противоречивые результаты. Процесс раскрытия океанов в основном рассматривается на материалах мезозойско-кайнозойской истории.

Палеомагнитные данные, изложенные в докладе Д. Валенсио, говорят о раскрытии Южной Атлантики в позднемеловое время. По мнению этого исследователя, в раннем мелу (баррем-апт) на месте этой части Атлантического океана существовал рифт, отделявший Южно-Американскую плиту от Африканской. Раскрытие Тихого океана, по мнению Ж. Авиаса, началось в конце перми – начале триаса. При этом восточная граница Азиатской плиты совпадала с восточной границей Океании, очертания которой грубо параллельны западной границе Северо-Американского и Южно-Американского континентов. Возникновение бассейнов с океанической корой в пределах Океании связано с мезозойской и кайнозойской эрами (Ж. Авиас; Ф. Дуглас и его соавторы).

Растягивающие тектонические напряжения, сопровождающие раскрытие океанов, сменяются сжимающими усилиями во фронте двигающихся плит, что приводит к закрытию более древних океанических бассейнов. Эти напряжения приводят к формированию складчатых зон, возникших в результате нескольких, накладывающихся друг на друга эпох складчатости, которые могут быть объединены в крупную фазу, соответствующую фазе раскрытия того или иного океанического бассейна. Соответственно можно говорить о фазе раскрытия Атлантики, сопровождающихся складчатыми движениями в Тетисе (Ж. Обуэн), и фазе раскрытия Тихого океана, вызвавшей складчатые движения на востоке Австралийского континента (А. Лейнг). В этот же момент происходит частичное или полное закрытие более ранних бассейнов с корой океанического типа, во время которого фрагменты этой коры надвигаются на прилежащие к ним борта континентальных масс или островных дуг. Этому этапу посвящено большинство докладов (о. Тимор – Д. Картер и его соавторы; А. Рибейро и Ж. Ленге; пояс Антлер, Невада – Р. Коатс; Индонезия – А.Кростелла; Борнео – Ж.П. Женьо и его соавторы; а также многие другие работы, посвященные другим складчатым областям). В зависимости от временных соотношений между явлениями субдукции и столкновением плит Ж. Обуэн выделяет два типа складчатых поясов: Средиземноморский, в котором сначала произошло столкновение, а затем уже и субдукция, и Андийский, где эти явления происходили в обратном порядке. В то же время, однако, северная часть Средиземноморского пояса имеет андийский характер. Столкновение континентов приводит не только к образованию покровов, но и к возникновению крупных сдвигов, связанных с вращением микроконтинентов. Эти палеосдвиги имеют большое значение для понимания структуры Альп (Р. Трюмпи). По мнению некоторых исследователей, офиолитовый комплекс формируется не только в условиях палеоокеанов, но и в крупных линейных сравнительно узких рифтах, как это считает А. Грубич для Вардарской зоны Югославии и М. Рухи для Загросской зоны.

Еще одна группа докладов затрагивала вопросы тектоники океанов, главным образом ближайших к Австралии – Индийского и юго-западной части Тихого океана. Приходится отметить, что удельный вес этой группы значительно меньше, чем следовало ожидать, учитывая важное значение океанской тематики. Наибольший интерес вызвал доклад А.В. Пейве "Новая модель структуры Срединно-Атланти-

ческого хребта", в котором изложены новые представления о строении Срединно-Атлантического хребта, основанные на присутствии в его разрезе регионально метаморфизованных и сильно дислоцированных пород – амфиболитов и зеленых сланцев. Эти породы входят в состав третьего слоя океанической коры, имеют дотретичный возраст и покрываются неметаморфизованными базальтами. Их происхождение предположительно связано с процессом складчатости (скучивания) и метаморфизма в условиях океанической коры. А.В. Пейве пришел к выводу, что блоки океанической коры современных океанов имеют сложную многоцикличную геологическую историю и структуру, что противоречит представлениям сторонников спрединга.

Из докладов, заслушанных по этой и близкой тематике, все более четко вырисовывается удивительно закономерная и однообразная картина эволюции подводных окраин континентов и собственно океанических пространств в течение позднего мезозоя и кайнозоя, с последовательными стадиями рифтообразования, заполнения рифтов континентальными обломочными осадками, затем накопления эвапоритов (бассейн типа Красного моря), далее темных битуминозных глин в бассейне эвксинского типа и, наконец, пелагических и все более глубоководных собственно океанских осадков с формированием современных шельфов и континентальных склонов по периферии. Очень любопытно, что стадии этого процесса протекали синхронно на огромных площадях.

Меньше всего на конгрессе уделено внимания континентальным платформам в целом, которым по существу посвящен лишь один достаточно значимый доклад – А.Л. Яншина и А.Е. Шлезингера "Тектонические типы платформ", заслушанный с большим вниманием. К сожалению, не состоялся доклад Л.Л. Слосса, известного исследователя Северо-Американской платформы. Проблемой связи тектонических деформаций и метаморфизма специально занималась подсекция 3В. Доклады на этой подсекции касались главным образом частных примеров и отдельных сторон проблемы. Более общий интерес представляли доклады о механизме образования кливажа (Д.В. Дарней), милонитов (С. Уайт), меланжа (Р. В. Копф и Э.Б. Бейли), динамометаморфизма (О. Кумпера и др.).

На симпозиуме по тектоническим аспектам офиолитов продемонстрированы макеты карт к Атласу офиолитов, составляемому по проекту "Офиолиты", входящему в Международную программу геологической корреляции. С интересом встречено сообщение Н.А. Богданова и других о предварительных результатах 17-го рейса НИС "Дмитрий Менделеев"в юго-западной части Тихого океана, проведенного по этому же проекту. На симпозиуме по другому проекту МПГК "Глобальная корреляция эпох складчатости" обсуждался вопрос о критериях выделения таких эпох и фаз. Ж. Гогель (Франция) высказал сомнения в реальности существования и целесообразности их выделения вообще, но другие докладчики посвятили свои выступления уточнению этих понятий и признакам проявления фаз тектогенеза как в складчатых системах (Р. Трюмпи, М. Сандулеску, Э. Шайднер, В.Е. Хаин и Ю.Г. Леонов), так и на платформах (Г. Даутч, В.Д. Наливкин). При этом наметился двоякий подход к вопросу: широкий, с учетом всех проявлений тектонической активности и более узкий, когда в расчет принимается лишь складчатость, связанная с общим тангенциальным сжатием.

Небольшое число докладов заслушано по общим закономерностям и механизму тектогенеза. Помимо упомянутых докладов А.Л. Яншина и А.Е. Шлезингера по платформам и Ж. Обуэна – по геосинклиналям, а также несостоявшегося доклада В.В. Белоусова об эндогенных режимах континентов, к этой категории можно отнести лишь еще четыре доклада: Х. Фора об абсолютных движениях плит, А.Е. Шайдеггера о сравнительном анализе древних и современных полей тектонических напряжений, А.Р. Кроуфорда о новой тектонической гипотезе и У.М. Кэди об изменении механизма тектонических процессов в ходе геологического времени. Наибольший интерес представлял доклад У.М. Кэди, в котором обосновано положение о существенном различии характера тектогенеза на трех основных этапах геологической истории – в раннем докембрии, в позднем докембрии и палеозое и в мезозое – кайнозое. По мнению докладчика, спрединг дна океанов и тектоника

плит характерны лишь для последнего этапа. Большое значение придается западному дрейфу плит под влиянием ротационной инерции или твердых приливов. А. Шайдеггер привел в своем докладе некоторые данные о древних и современных полях напряжений, отметив, что современная картина согласуется скорее с новой глобальной тектоникой, чем с представлением о глобальной контракции. Х. Фор представил обзор методов установления абсолютных движений плит – по смещению климатических зон, палеомагнитным данным, проекции горячих точек и мантийных струй, а также астеносферных вздутий, миграции центров осадочных бассейнов, континентальных рифтов и др.

С новой гипотезой развития Земли (тектоника турфанского типа) выступил А. Кроуфорд. Он обратил внимание на некоторые узловые точки земной коры, расположенные, по его мнению, на пересечении круговых (большие круги) линеаментов. Наиболее важной из таких точек является Турфанская впадина в Центральной Азии, а другие расположены в устье р. Лены, в Атлантике – между Исландией и Ян-Майеном и в Аляске. Если принять эти точки за полюса и провести соответствующие экваторы, то на последних окажутся расположенными некоторые крупные интрузивные комплексы типа Бушвельда и Седбери, рассматривающиеся как астроблемы, но являющиеся, по мнению автора, взрывными теллурическими структурами. Признавая расширение Земли, следует принять тенденцию увеличения длины экваториальных кругов и вследствие этого раскрытие океанов с полюсами в районе узловых точек. Сами узловые точки возникли в результате сильных метеоритных ударов на заре земной истории, а большие круги – следы дробления вследствие этих ударов.

Подавляющая часть региональных докладов основывалась, как и следовало ожидать, на идеях тектоники плит. Следует отметить, однако, что эти идеи отнюдь не пользовались монополией на данной сессии конгресса. В ряде докладов (А. Крёнера, У. Кэди и др.) высказывалось убеждение, что для раннего докембрия плитно-тектонический механизм движений неприменим. В докладах А. Кростелла по Восточной Индонезии и Ж. Авиаса по юго-западной части Тихого океана указывалось, что история этих регионов лучше согласуется с представлением об общем расширении Земли. В некоторых докладах, например, интересном докладе Я. Диела (J. Dalziel) по южной оконечности Анд и М. Рухи по юго-западному Ирану указывалось на недостаточность обычной плитно-тектонической модели для объяснения материала полевых наблюдений. Определенные сомнения в приложимости этой модели к Гималаям высказаны индийскими геофизиками М.Н. Куреш и В.Р. Варзи. Вместе с тем трудно назвать доклады, авторы которых придерживались бы чисто фиксистских позиций, за исключением докладов В.Н. Шолпо и А.М. Борсука по Кавказу, незаслушанных докладов В.В. Белоусова и Д.Г. Резвого и, возможно, немногих других. Упомянем, однако, что на секции 3А заслушан сверх программы доклад австралийского геофизика В. Анфилова, специально посвященный критике концепции тектоники плит.

Подводя некоторые итоги, следует отметить, что XXV сессия МГК отразила в целом господство в современной тектонике идей неомобилизма в его плейт-тектоническом варианте. Многими геологами гипотеза новой глобальной тектоники воспринимается как законченная теория, не требующая ни дополнительных исследований, ни подтверждения ее фактами. В то же время часть исследователей, оставаясь на позициях мобилистических концепций, старается преодолеть некоторые узкие моменты гипотезы тектоники плит, возвращаясь к регионально-геологической тематике. Можно думать, что новый геологический материал, который будет накоплен в результате исследований как континентов, так и океанов к 1980 г., т.е. к XXVI сессии МГК, позволит внести много нового в представления о тектоническом развитии нашей планеты.

В.А. Магницкий

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОФИЗИКИ

Постановка геофизических проблем на сессиях Международного геологического конгресса стала в настоящее время уже традицией. При этом рассматриваются не только проблемы прикладной – разведочной геофизики, но в большей или меньшей мере также и проблемы физики нашей планеты в аспекте их взаимосвязи с основными проблемами современной геотектоники, петрологии, вулканологии как в масштабах региональных, так и с точки зрения основных представлений о путях развития Земли.

На XXV сессии МГК также работала секция геофизики с двумя подсекциями: Исследования в области геофизики твердой Земли и геодинамики и Разведочная геофизика. Следует, однако, отметить, что в силу ряда причин (полевой сезон в северном полушарии, географическая удаленность места проведения конгресса от многих геофизических исследовательских центров) вопросы большой, глобальной геофизики в их связи с проблемами геодинамики на данной сессии МГК представлены заметно скромнее, чем, например, на предыдущей сессии в Монреале в 1972 г. Тем не менее в работе секции было немало интересного. Это подчеркивалось еще тем, что в работе секции геофизики широко представлены результаты работ австралийских исследователей, что вместе с возможностью ознакомиться с постановкой исследований в Австралии позволило с возможной полнотой ознакомиться с этим важным участком нашей науки. К сказанному следует добавить большой интерес к развернутой во время конгресса выставке геофизической аппаратуры и представлению геофизических матéриалов, из которых особенно хочется отметить великолепную гравиметрическую карту Австралии, розданную участникам конгрессса.

Эта карта составлена по огромным материалам с очень большой оперативностью и дает исключительно полное представление о гравитационном поле Австралии. Карта позволяет наметить основные черты региональных особенностей глубинного строения территории , в частности, различие в строении Восточной части континента и остальной более древней области, возможности прослеживания главных структурных особенностей под прилегающие акватории. Для советского читателя будет, вероятно, особенно интересно подчеркнуть большую роль советских гравиметристов при подготовке материалов для карты. Именно советско-австралийская совместная экспедиция построила опорную сеть пунктов от Тасмании на юге до Новой Гвинеи на севере, которая послужила опорой для установления масштаба всех гравиметрических данных.

При обзоре вопросов общей геофизики на XXV сессии МГК отметим, что в основном рассматривались проблемы, хотя и очень существенные, но все же имеющие частный характер, а также некоторые региональные исследования. Несколько неожиданным было появление группы докладов, в которых подчеркивались известные трудности, встающие перед гипотезой тектоники плит в связи с данными геофизических наблюдений. Так, Д.В.Кинг, продолжая свои предыдущие исследования, обращает внимание, на то, что по сейсмологическим данным крупные региональные особенности строения земной коры прослеживаются глубоко в мантию, существенно глубже слоя астеносферы, отчетливо до глубин 400 км и несколько слабее до 700 км, т.е. практически на всю верхнюю мантию. Данные гравиметрии и сейсмологии по австралийскому щиту показывают отсутствие заметного слоя астеносферы в данном регионе и, следовательно, затруднена и локализация подкоровых токов на глубинах 100–200 км (Дж.К. Дуули).

По данным гравиметрии и некоторым тектоническим соображениям вопрос о применимости тектоники плит к Гималаям ставят в своем докладе М.М. Кереши (Индия) и В.Р.К. Варси (США). Наконец, отмечается, что основные магнитные аномалии в Новой Зеландии не всегда показывают заметные латеральные смещения (Т.М. Хант).

Как известно, Австралия считается практически асейсмичным континентом, но в прилегающих акваториях и на соседних островах землетрясения – частое явление. Таким образом, в Австралии создана сеть сейсмологических станций, которая позволила дать сейсмическую характеристику и самой Австралии. Составленные карты сейсмичности оказались весьма интересными с точки зрения распределения эпицентров и их интенсивности.

Особенно интересной оказалась связь сейсмической активности с зонами повышенной электропроводности, что позволило высказать несколько гипотез о причинах такой связи, в которых основную роль играют раздробленность литосферы и проникновение в нее в одних случаях воды, в других – каких-то подвижных компонентов из глубоких недр.

В разделе общих докладов следует отметить доклад группы советских и индийских ученых о глубинном сейсмическом зондировании в Южной Индии. В результате плодотворной совместной работы получен глубинный разрез этого интересного региона, вскрывший, в частности, большую роль блоковой тектоники. К группе общих докладов следует также отнести и доклад о карте тепловых потоков в Австралии, хотя этот доклад формально и был отнесен в подсекцию разведочной геофизики.

Переходя к работе секции разведочной геофизики, следует отметить гораздо большее число докладов, хотя явно преобладающими все-таки были доклады австралийских коллег. Надо заметить, что ни в области обработки материалов, ни в области их интерпретации особых новинок на сессии представлено не было. Были очень интересные конкретные примеры применения различных методов и их комбинаций, интересные технические приемы повышения производительности, особенно благодаря широкому внедрению автоматизации и методов машинной обработки.

Хотелось бы обратить внимание советских читателей на некоторые аппаратурные разработки. Заслуживает внимания аэромагнитный градиентометр, разработанный и представленный Геологической службой Канады. Этот прибор устанавливается на легком двухмоторном самолете и ведет непрерывное измерение первой вертикальной производной полного магнитного поля. Он состоит из двух измерительных самоориентирующихся устройств с рубидиевыми парами. Расстояние между устройствами 1,5 м. Съемка ведется, как правило, на высоте 150 м.

Основные преимущества и назначения градиентометра:

– четкое картирование вертикальных контактов;
– высокая разрешаемость эффектов от близко расположенных аномалиеобразующих объектов;
– аномалии от близповерхностных объектов резко подчеркнуты по сравнению с аномалиями от глубоко лежащих тел;
– региональные градиенты и суточные вариации исключаются автоматически. Прибор предназначен для картирования в масштабах 1: 50 000 и крупнее. Прибор прошел удачное испытание в областях развития докембрия. Кроме описанного градиентометра представлено еще несколько приборов для производства электромагнитных съемок. Однако эти приборы хотя и обладают рядом небольших усовершенствований, тем не менее особых преимуществ перед известными не имеют.

Очень интересной чертой докладов, представленных в разведочной подсекции, является подавляющее преобладание докладов, посвященных группе электромагнитных методов, отчасти электрических и магнитных. Все остальные методы представлены единичными докладами. Вероятно, это вызвано особенностями австралийских условий, где явно преобладают различные электромагнитные методы, такие, как методы наведенной магнитной поляризации, различные варианты электромагнитной съемки, магнитно-теллурическое зондирование, метод переходных процессов и др.

Особенно заслуживает внимания широкое внедрение в Австралии метода переходных процессов, который практически целиком заимствован у советских геофизиков как в смысле методики, так и аппаратуры. Все первоначальные ис-

следования велись на полученном из СССР приборе МПП-1. Однако в настоящее время у австралийцев имеются и свои приборы.

Общее впечатление о геофизических работах в Австралии сводится к тому, что проводится линия на концентрацию усилий на нескольких (немногих) методах, которые считаются наиболее эффективными в условиях Австралии, но эти отобранные методы разрабатываются уже как следует, с размахом. Все другие методы рассматриваются лишь как вспомогательные. Подход сугубо практический, коммерческий. Считается, что в настоящее время такой подход себя оправдывает. Другая характерная черта: практически не ведутся разработки и поиски принципиально новых методов, берутся методы уже известные, но на их усовершенствование и повышение эффективности сил не жалеют. Подводя итоги работы геофизической секции, следует отметить, что несмотря на упоминавшиеся скромные масштабы ее работ, она организована очень хорошо и дала очень полное представление о состоянии в этой отрасли деятельности на таком интересном участке, как континент Австралии и прилегающие к нему территории.

А.А. Трофимук, Н.А. Еременко

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

Программой пятой секции МГК предусматривалось заслушать 32 доклада. Из них 12 – доклады советских специалистов (37,5%). Всего на пяти секциях МГК заслушано 17 докладов по проблемам геологии нефти. Основной задачей, стоящей перед работой пятой секции "Горючие ископаемые" XXV Международного геологического конгресса, являлось изучение генетических связей углеводородов. В программе работы этой секции выделены следующие вопросы: химия и геохимия нефти, угля и карбонатного вещества в породах в связи с особенностями условий осадконакопления и последующего влияния уплотнения, тектонических и термальных факторов; влияние исходного органического вещества на конечное состояние горючих ископаемых; региональное соотношение нефтяных и угольных месторождений; происхождение нефтяных сланцев. Учитывая, что доклады советских ученых опубликованы до конгресса, ниже приводится лишь самая краткая характеристика докладов с целью определения их положения по научной значимости в заседании пятой секции МГК. Далеко не все поставленные задачи освещены в заслушанных докладах. Наибольшее число докладов (8) посвящено вопросам происхождения нефти. В докладе А.Э. Конторовича и А.А. Трофимука "Литогенез и нефтегазообразование" доказывается тесная генетическая связь литогенеза с генерацией газовых и жидких углеводородов на стадии диагенеза и катагенеза. Показано, что основная масса углеводородов возникает в процессе катагенеза осадков. Здесь формируются верхняя и нижняя зоны газообразования и главная зона нефтеобразования. Интенсивность нефтегазообразования хорошо коррелируется с распределением по глубинам запасов. В докладе обосновывается возможность сохранения в придонной части морей и океанов углеводородов биохимического происхождения, которые могут накапливаться за счет создания покрышки, состоящей из газогидратов.

Идея о возможности сохранения газообразных углеводородов в морских осадках высказана также в докладе Г. Вилис, М.А. Рашид (G. Vilks, M.A. Rashid; Канада); "Сохранение органического материала и метана в осадках субарктического континентального шельфа". Ими обнаружено присутствие метана в количестве до 22,000ppm в осадках некоторых районов Канадского шельфа Атлантики. По данным акустики авторы предполагают нахождение газа в виде пузырьков[1]. Главным фактором сохранения метана в осадках авторы считают быстрое захоронение органического вещества под осадками (на несколько метров) и изоляцию его от богатых кислородом придонных вод. Осадки, содержащие метан, богаты хорошо сохранившимися фораминиферами и органическим веществом. Общее содержание углерода в форме высокомолекулярных тяжелых гуминовых кислот доходит до 0,5–2,0%. Как правило, в таких осадках отмечается высокое содержание хлорофилла и феофитина.

В докладах иностранных ученых рассмотрение проблемы проводилось, как правило, более узко. Доклады построены или на рассмотрении возможности образования нефти в какой-либо конкретной свите или в основу положены лишь ограниченные геохимические показатели.

В докладе Р.У. Галлоис (R.W. Gallois; Англия) "Происхождение нефтяных сланцев в кимериджских глинах Европы" отмечается появление нефтяных сланцев на разных стратиграфических уровнях мезозоя. Наибольшим распространением и максимальной мощностью характеризуются нефтяные (вероятно, лучше говорить "битуминозные") сланцы кимериджа. Эти сланцы простираются от Южной Англии до Восточной Гренландии, захватывая большую часть Северного моря. Вероятно, здесь они являются основной нефтематеринской толщей. В сланцах содержание ке-

---

[1] По мнению авторов этой статьи, не исключена возможность, что эти газы находятся в осадках в форме газогидратов.

рогена иногда достигает 40% по весу, что позволяет рассчитывать на получение из них нефти в размерах до 60 галлонов (США) на 1 т сухого сланца. Сланцы содержат обильные остатки фауны и флоры, но наиболее богаты они кокколитом (остатки одноклеточных водорослей Coccolithophraceae). Содержание кокколита местами достигает 30–50%. Образование битуминозных сланцев связывается с мелководной зоной шельфа. В докладе К. Гоулд, Я. Смит (R.W. Gould, J.W. Swith; Австралия) "Изотопические доказательства микробиологического происхождения нефти на острове Барроу" рассматривается соотношение стабильных изотопов углерода в карбонатах нефтеносных толщ мезозоя. Изменение состава нефтей предполагается за счет окисления Н-алканов микроорганизмами, что приводит к сдвигу изотопного равновесия углерода в углекислоте. На основании этого можно судить о роли микроорганизмов в преобразовании нефтей.

В другом докладе австралийских геологов Г.П. Краус, К.А. Паркер "Геохимическая эволюция залива Бонапарт Тиморского моря в Северо-Западной Австралии" на основании анализа керна из 70 разведочных скважин анализируется распространение органического углерода в породах и степень их диагенеза. Осадочный бассейн залива Бонапарт заложился в раннем палеозое вследствие образования рифта. В течение раннего кембрия – позднего девона накапливались кластические осадки, эвапориты и карбонаты рифового происхождения. Затем последовало несколько трансгрессивных и регрессивных циклов, приведших к накоплению мощной толщи осадков нижнего карбона – средней юры. Геохимические данные по осадкам от раннего кембрия до ранней перми крайне ограничены. Осадки поздней перми и средней юры селективно могут рассматриваться как нефтематеринские для данного района. В пермских осадках встречены газопроявления. Благоприятная обстановка для накопления нефтематеринских толщ складывалась в течение верхней юры – верхнего мела. В образовавшемся здесь песчано-глинистом разрезе нефтематеринский потенциал характеризуется от слабого до хорошего. Перекрывающие верхний мел терригенные породы представлены карбонатами с низким содержанием органического углерода. Несколько циклов поднятий, размывы осадков и внедрения в них поверхностных вод сильно ограничивают перспективы сохранения в этом районе потенциальных ресурсов углеводородов. Австралийские геологи М. Шибиока, И. Сахлу, Д. Тейлор (M. Shibaoka, S.D. Saxly, T.X. Taylor) представили доклад на тему "Факторы, контролирующие происхождение нефти в бассейне Гипсленд и некоторых других". Органическое вещество и уголь формации Латроба (эоцен–палеоцен) исследовались химически и с помощью люминесцентного микроскопа из керна 14 скважин. Содержание органического вещества в породах, относимых к материнским, достигает 28%. По мнению авторов, образование нефти в бассейне Гипсленд проходило из органического вещества преимущественно растительного происхождения на глубинах более 4000 м при температуре выше 130°С. Вследствие технического крекинга при таких температурах из экзинита (лейптинита) образуется нефть, а из витринита – газ. Различие нефтей бассейнов Гипсленд и Купер объясняется различием в типе исходной органики, условиях осадконакопления и температурных режимах.

Чилийские геологи Б. Дидн и Б. Симонейт (B.M. Didyn, B.R.T. Simoneit) сделали сообщение на тему "Органическая геохимия чилийской парафиновой грязи". Ранее предполагалось, что нахождение парафиновой грязи на поверхности следует связывать с проникновением парафиновых нефтей из залежей на поверхность. По мнению авторов, образование "парафиновой грязи" объясняется микробиальными процессами у газовых источников и, таким образом, они являются косвенными признаками наличия газовых углеводородов в осадочной толще. А. Конбар (Франция) сделал сообщение о нахождении ртути в углеводородах. Ш.Ф. Мехтиев в докладе "Геохимическая характеристика нефтей среднего плиоцена Азербайджана" привел подробную геохимическую характеристику нефтей среднего плиоцена и остановился на особенностях их геологического залегания. В докладе Ал.-Шамлан (A.A. Al-Shamlan; Кувейт) "Микрофации и петрографический анализ формации Моадут (Mauddud) в Кувейте и прилегающих регионах" дана схема корреляции осадков на основании изучения в пяти скважинах петрографии карбонатов. Выделено девять

микрофаций. В основу выделения формаций положено изучение петрологии, содержания органических остатков, текстуры и вторичных изменений наряду с химическими анализами. В докладе М.Х. Башат (М.Н. Bahsat; Кувейт) "Комбинация геохимической и геофизической техники для установления гидрохимических характеристик вод нефтеносных формаций при исследовании подземных резервуаров" сделано сообщение об изучении вод, подстилающих нефть, на месторождении Бурган. Отмечается большая радиация этих вод, возрастающая во времени.

Н.А. Еременко, А.А. Геодекян, Л.И. Лебедев, Л.Э. Левин, Я.П. Маловицкий, Г.П. Ованесов и В.В. Федынский представили доклад "Перспективы поисков крупных скоплений углеводородов в окраинных и внутренних морях". В этом докладе окраинные и внутренние моря рассматриваются как важный резерв для поисков скоплений нефти и газа. Из общего объема осадочной толщи около 400 млн. км^3 во внеорогенных областях континентов и Мирового океана в рассматриваемых акваториях Средиземного и Тихоокеанского подвижных поясов залегает 120–130 млн. км^3 осадочных пород. В осадочных толщах морских бассейнов выделены районы с оптимальными условиями для сохранения залежей нефти и газа. Большая часть дна Мирового океана и ряд окраинных морей отнесены к районам малоперспективным и бесперспективным. Большое внимание привлек к себе доклад В.Д. Наливкина, В.С. Лазарева и Т.П. Сверчкова "Влияние геологических условий на размещение углеводородов в осадочных бассейнах". В докладе дан анализ 35 нефтегазоносных бассейнов с целью выявления влияния различных факторов на концентрацию углеводородов. Исследованы зависимости удельных запасов углеводородов от пористости и объема осадков, залегающих глубже 2 км, максимальных мощностей отложений, выполняющих бассейн, от доли карбонатных осадков и песчаников, участвующих в сложении бассейна, а также от типа осадочного бассейна.

В докладе Е.А. Ласковского (E.A. Laskowski; США) "Методы корреляции палеоморских обстановок для разведки на нефт" сделана попытка обосновать возможность стратиграфической корреляции осадков различных бассейнов путем изучения распространения в них микрометеоритов (космический дождь). Предлагается новый геохимический метод "Spectrochemical fingerpinting" (в переводе звучит как взятие отпечатков пальцев спектрохимическим методом). Сообщение носит рекламный характер. Судя по ответам на вопросы, можно заключить, что речь идет о корреляции разрезов по соотношению некоторых элементов (ванадий, никель и др.), определяемых спектрометрически. Связь этих элементов с "космическим дождем" представляется весьма сомнительной. Вместо одного из пропущенных докладов М. Терман (США) сделал сообщение на тему: "Тектоническая обстановка и нефтяной потенциал Китайской Народной Республики". Территория Китая, по утверждению докладчика, в мезозое была разбита на несколько тектонических блоков, которые передвигались с востока на запад. Под влиянием глобальной тектоники углеводороды, возникавшие в этих осадках в районе Желтого и Восточно-Китайского морей, мигрировали в блоки фундамента. Докладчик предостерег нефтяные фирмы от увлечения поисками углеводородов в акватории этих морей, так как, по его мнению, в результате миграции значительного количества углеводородов здесь не сохранилось. Г.Е. Мурей (G.E. Murray; США) сделал сообщение на тему "Гватемала и Северо-Восточная Мексика – новая нефтяная провинция". Новая нефтяная провинция открыта в географической области Мексики и Гватемалы. Нефтяные горизонты приурочены к нижне- и среднемеловым карбонатным породам. В региональном геологическом плане вновь открытая провинция относится к Табаско-Чиапас-Петен (Tabasco-Chaipas-Peten) – бассейну Мексиканского залива. Юкатанское карбонатное плато ограничивает провинцию с севера и поднятие Майя – с юга. Разрез сложен позднепалеозойскими филитовыми сланцами и песчаниками, известняками и эвапоритами мела (неоком и кампан), глинами, мергелями, песчаниками и конгломератами маастрихта и миоцен-плиоценовыми туфогенными глинами, дельтовыми песчано-глинистыми породами. Предполагается появление в разрезе юрских и киммерийских пород, обнажающихся в Сиере-Мадре. Общая мощность

Доказанные запасы нефти и газа по Австралии

Бассейн	Возраст продуктивных горизонтов	Начальные запасы			
		нефть, млн. т	конденсат, млн. т	жидкие углеводороды, млн. т	газ, млрд. м^3
Боуен-Сурат	Юра Триас Пермь	2,97	0,09	3,047	6,966
Эйдевейл	Девон	–	–	–	0,589
Гиппсленд	Палеоген Мел	247,255	58,017	305,272	266,421
Купер	Пермь	6,071	24,426	30,497	101,765
Перт	Юра Триас Пермь	0,414	0,008	0,422	14,028
Карнарвон	Мел	35,8	0,320	36,12	17,789
Дампьер	–	–	37,827	37,827	410,113
Амедьес	Кембро-ордовик	8,22	1,35	9,57	53,963
Всего на 30.IX 1973 г.		300,717	122,038	422,755	871,634
Всего на 1.I 1976 г.		313,99	109,86	423,85	876,9

осадков предположительно оценивается в 4–6 км, из которых около 4 км, вероятно, перспективны для поисков нефти и газа. Пока обнаружено два месторождения различного структурного типа. Соляной купол Лас-Тортугас и антиклиналь Рубелсонта, вероятно, разбиты разрывами. Переслаивание карбонатных осадков с эвапоритами приводит авторов к мысли о возможности образования нефти в этих же толщах и к вероятности обнаружения стратиграфических (литологических в нашей терминологии) ловушек.

Как видно из изложенного, на пятой секции МГК большинство докладов зарубежных ученых касалось частных проблем геологии и главным образом геохимии горючих ископаемых или заключало описательно-информационный материал. Практически отсутствовали обзорные доклады. Особенно досадно отсутствие такого доклада по Австралии – стране, принимавшей участников XXV Международного конгресса. К сожалению, по ряду, по-видимому, объективных, причин не состоялись экскурсии в основные нефтегазоносные районы страны. Одна из экскурсий в бассейны Боуен и Сурат предусматривала лишь ознакомление с несколькими мелкими газовыми и нефтяными месторождениями района Рома. Нефтяные и газовые месторождения бассейнов Боуен-Сурат, хотя и являются наиболее старыми в стране, играют весьма незначительную роль в добыче нефти и газа и обладают незначительными доказанными запасами нефти и газа. В таблице показано распределение добычи и запасов углеводородов по различным районам Австралии на 1973 г.

На конец 1975 г. в Австралии общие доказанные запасы составили по нефти 318,7 млн. т, по газу 855 млрд. м^3. Добыча нефти за 1975 г. – 20,5 млн. т, газа – 5,2 млрд. м^3. Разведочное бурение до 1961 г. было ничтожно малым, составляя всего порядка 30 тыс. м в год. Максимального развития разведочное бурение достигло в 1969 г., когда было пробурено порядка 650 т. м. В 1975 г. пробурено всего 20 разведочных скважин, всего 41275 м. Невольно возникает вопрос о том, в какой степени столь слабый разворот разведочного бурения соответствует перспективам нефтегазоносности континента? По оценке Moody (доклад на IX Мировом нефтяном конгрессе в Токио, 1975 г.), прогнозные запасы нефти составляют 6500 млн. т, в том числе в пределах суши всего 2000 млн. т. Если принять даже эту, на наш взгляд, весьма заниженную оценку, то разведанность составит по нефти всего порядка 4–5%. Вместе с тем можно считать доказанной нефтегазоносность многих осадочных бассейнов континента: Гипсленд, Большой Артезианский бассейн (включая Боун-Сурат), Перт, Карнарвон, Амадиес, Кэпнинг, Отуэй, Бонапарт-Галф (Тимор-

Суммарная добыча				Текущие запасы			
нефть, млн. т	конденсат, млн. т	жидкие углеводороды, млн. т	газ, млрд. $м^3$	нефть, млн. т	конденсат, млн. т	жидкие углеводороды, млн. т	газ, млрд. $м^3$
2,6	0,009	2,609	1,322	3,363	0,081	0,444	5,644
–	–	–	0,009	–	–	–	0,58
46,632	2,5	49,132	4,162	200,623	55,517	256,14	262,259
–	0,037	0,037	3,440	6,071	24,389	30,46	98,325
–	0,007	0,007	1,317	0,414	0,001	0,415	12,711
12,105	0,001	12,106	1,693	23,695	0,319	24,014	16,096
–	–	–	–	–	37,827	37,827	410,113
–	–	–	–	8,22	1,35	9,57	53,963
61,332	2,554	63,886	11,943	239,385	119,484	358,87	859,691
105,9	8,97	114,87	23,10	211,37	100,9	312,28	855,173

ский). Возьмем в качестве примера наиболее крупный по площади и, вероятно, наиболее перспективный на суше Большой атрезианский бассейн. Промышленная нефтегазоносность здесь доказана в девоне (Гильмор), перми, триасе, юре. В то же время отмечается тот факт, что разведочные работы концентрировались либо в краевых суббассейнах (Боуен-Сурат), либо охватывали в наиболее погруженных частях бассейна лишь верхнюю часть разреза (преимущественно до нижнего мела включительно). Там, где скважинами опробовались нижние перспективные горизонты, в них, как правило, наблюдались проявления нефти и газа либо даже их промышленные притоки (Гильмор, нижний девон, суббассейн Купер, нижняя пермь). В пределах суббассейна Боуен-Сурат, где открыто довольно много мелких месторождений нефти и газа, в пермских и триасовых отложениях развиты континентальные угленосные фации, малоперспективные для поисков нефти и газа. Область перехода их в морские фации к погруженным частям бассейна практически не изучена. Существующее представление об отсутствии здесь коллекторов выглядит очень неубедительно из-за крайне ограниченного количества скважин, вскрывших эти отложения в фациально благоприятных условиях. Таким образом, по мнению авторов, открытие основных промышленных запасов нефти и газа в Австралии следует ожидать в недалеком будущем.

И.М. Варенцов

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ МАРГАНЦА

В наблюдающемся с течение последних лет существенном прогрессе наук о Земле успехи в изучении геологии и геохимии марганца и ассоциирующих тяжелых металлов занимают заметное место. Об этом свидетельствуют открытия крупнейших месторождений марганцевых руд на территории Австралии, Африки, Южной Америки, выявление грандиозных накоплений марганца, никеля, кобальта, меди и других металлов, имеющих серьезное экономическое значение, в определенных районах Мирового океана. Следует подчеркнуть, что открытие ранее неизвестных значительных ресурсов марганца и ассоциирующих тяжелых металлов связано с развитием новых глобальных концепций в геологии. Успехам геологии, геохимии марганца и ассоциирующих тяжелых металлов в немалой степени способствовал общий подъем смежных с геологией наук: физики, химии и технологический прогресс. Развитие смежных областей науки, оснащение исследований по геологии, геохимии марганца современной аппаратурой, высокоточными, производительными инструментальными методами химического, физического анализа, вычислительной техникой привело к накоплению обширной информации, которая по своему качеству в основном отвечала требованиям современной науки и практики. Однако информация о результатах исследований по геологии марганца и ассоциирующих металлов в течение последних 15–20 лет появлялась преимущественно в виде отдельных статей в научных периодических изданиях, трудах конференций и сборниках, освещающих относительно узкие вопросы этой проблемы. Первый Международный симпозиум по широким аспектам геологии, в меньшей мере минералогии и геохимии марганца состоялся во время XX сессии Международного геологического конгресса (1956 г., Мексика).

В 1970 г. на заседании Комиссии по марганцу Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (ИАГОД; Токио-Киото) принято решение о проведении в 1976 г. в рамках XXV МГК Международного симпозиума по геологии и геохимии марганца и издания соответствующей монографии – Трудов симпозиума. Главной задачей 2-го Международного симпозиума по геологии и геохимии марганца являлось рассмотрение кардинальных работ, отражающих успехи в данной области геологии, минералогии, геохимии за двадцатилетний период после XX конгресса. На сессиях ИАГОД, проводившихся в течение этого периода: 1972 г. – Монреаль, 1974 г. – Золотые Пески, Варна, Болгария – обсуждались вопросы подготовки симпозиума и монографии. Принято решение о проведении заседаний по трем главным проблемам-секциям: 1) геология месторождения марганца на континентах; 2) вопросы геохимии и минералогии марганца; 3) марганец на дне современных бассейнов.

Наглядной иллюстрацией прогресса работы ИАГОД может быть неуклонное возрастание числа докладов и повышение их научной значимости на трех сессиях.

1970 г., Токио-Киото, Япония: обсуждено 6 докладов, представленных специалистами из 5 стран. Тезисы и доклады опубликованы в Трудах совещания ИМА–ИАГОД, Япония.

1972 г., Монреаль, Канада: обсуждено 8 докладов специалистов из 4 стран. Тезисы и доклады опубликованы в Трудах XXIV сессии Международного геологического конгресса (1972 г.).

1974 г., Золотые Пески, Варна, Болгария: представлено 13 докладов специалистов из 5 стран. Тезисы докладов напечатаны в Трудах симпозиума, доклады опубликованы в специальном издании.

В процессе подготовки симпозиума проводилась работа по координации программы с другими подразделениями Международного геологического конгресса: после соответствующих согласований с Комиссией по морской геологии, МСГН (проф. Е. Зейболд, Университет, гор. Киль, ФРГ) намечено проведение объединенных заседаний Симпозиума по геологии и геохимии марганца (ИАГОД) и Симпозиума по месторождениям полезных ископаемых на дне Мирового океана. В под-

готовке 2-го Международного симпозиума основная роль принадлежит Комиссии по марганцу (ИАГОД):

Д. Грасселли, проф. президент (Венгрия);

И.М. Варенцов, ст. н. сотр., ученый секретарь (СССР);

С. Рой, проф., вице-президент (Индия);

Д. Кронэн, д-р., сопредседатель секции (Англия);

Р. Серем, проф., сопредседатель секции (США);

Р. Джиованоли, д-р, сопредседатель секции (Швейцария);

Р. Бэрнс, проф., сопредседатель секции (США).

Руководство и актив Комиссии по марганцу (ИАГОД) вошли в состав редакционной коллегии международной монографии – Трудов симпозиума. В рамках симпозиума также проходили организационные заседания комиссии и учредительное собрание проекта Международной программы геологической корреляции: "Генезис марганцевых месторождений".

НАУЧНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

На Симпозиуме по геологии и геохимии марганца представлено 57 научных докладов из 13 стран мира, в том числе 22 доклада советских специалистов. Для оглашения и обсуждения отобраны 36 докладов, освещающих кардинальные вопросы геологии, геохимии и минералогии марганца, среди которых два доклада советских геологов (Ф.В. Чухров и И.М. Варенцов). На секции "Геология месторождений марганца на континентах" заслушано и обсуждено 11 докладов, в которых представлены результаты исследований месторождений марганца Австралии, Центральной Африки, Южной Америки, Японии, Индии, а также материалы по синтезу имеющихся данных, с целью выявления общих закономерностей распределения марганцевых руд в земной коре. Большой интерес вызвали доклады по геологии, минералогии марганцевых месторождений Северной территории Австралии (месторождение Грут Эйландт), Центральной и Западной Африки (месторождение Моанда, Республика Габон, месторождение Нэута, Гана). Данные месторождения принадлежат к малоизвестному типу: латеритное обогащение изначально убогих накоплений, приводящее к формированию крупнейших месторождений высококачественных руд марганца, запасы которых оцениваются в сотни миллионов тонн. Эксплуатация этих месторождений существенно изменила соотношения ресурсов марганцерудного сырья в капиталистических странах. Значительную научную ценность представлял доклад профессора Калькуттского университета С. Роя: "Некоторые генетические проблемы марганцевых месторождений". В этой работе дана типизация марганцевых месторождений на основе обобщения новейшего, нередко малоизвестного материала по недавно открытым рудоносным районам Индии, Африки, Южной Америки. Заслушанные доклады будут опубликованы в международной монографии по геологии и геохимии марганца.

На заседаниях секции "Геохимия и минералогия марганца" обсуждено 15 докладов по главнейшим вопросам. Из минералогических работ наибольший интерес представляли сообщения Р. Бэрнса (Массачусетский Технологический институт, США), Р. Джиованоли (Университет, Берн, Швейцария), Ф.В. Чухрова (ИГЕМ АН СССР) и Р. Сорема (Вашингтонский университет, Пуллмэн, США). Указанные выше исследования знаменуют новый этап в изучении крайне сложных соединений – окисных, гидроокисных минералов марганца и железа и связанных с ними тяжелых металлов. Работы выполнены на уровне современных структурно-кристаллохимических исследований с широким использованием совершенной физической аппаратуры. Вопросам геохимии посвящены доклады К.Х. Ведеполя (Университет, Геттинген, ФРГ), К. Бестрема (Университет Лулеа, Швеция), К. Лалу (Радиологическая лаборатория, Жиф на Иветте, Франция), Дж. Миллса (Компания Брокен Хилл, Австралия) и др. Характерной особенностью заслушанных докладов по геохимии является использование данных, полученных методами высокоточного инструментального анализа по большому числу компонентов и их форм нахождения в природных фазах для решения вопросов формирования руд, познания природных процес-

сов. Наряду с этим в ряде докладов отчетливо проявилась тенденция к построению общей глобальной системы геохимических особенностей распределения марганца и других тяжелых металлов. Так, в работе К. Бестрема показано, что значительная роль в аккумуляции руд марганца в Мировом океане принадлежит явлениям вулканизма срединных океанских хребтов и разломных зон. Особый интерес вызвало сообщение К. Лалу, показавшее с использованием радиоизотопного датирования по торию (230) и углероду (14), что скорость формирования конкреций в абиссальных областях Тихого океана и Атлантики на несколько порядков выше, чем это определено раньше работами У. Брокера и др. Эти выводы позволяют объяснить существование колоссальных накоплений промышленного значения, сформировавшихся по полученным данным в течение четвертичного времени, либо, точнее, голоцена. Научное и практическое значение представленных геохимических работ состоит в том, что впервые в изучении процессов формирования марганцевых руд предприняты попытки создания генетической схемы, достаточно адекватно отражающей реальные природные явления во всем их многообразии. Совершенно очевидно, что, располагая такой научной основой, понимая главные факторы, контролирующие рудообразование, геологи в недалеком будущем смогут выделять районы Мирового океана, перспективные для поисков, эксплуатации руд марганца, никеля, кабальта и других металлов.

На секции симпозиума "Марганец на дне современных бассейнов" обсуждено 10 докладов. Работа секции проводилась как совместное заседание с симпозиумом "Полезные ископаемые на дне современных бассейнов". Задача этой секции заключалась в том, чтобы обсудить обзорные доклады, в которых подводятся итоги состояния изученности полезных ископаемых, за исключением нефти, газа, угля, на дне современных морей, Мирового океана. Рассмотрены сообщения о прогрессе в изучении крупнейших накоплений железо-марганцевых конкреционных руд в океане (Р.Д. Джерард, Э. Дж. Дэш, США), о металлоносных илах и рассолах Красного моря (Ш. Шоелл; ФРГ), о происхождении, условиях залегания мелководных марганцерудных накоплений, в сопоставлении с глубоководными разностями (И.М. Варенцов, ГИН АН СССР), о сопоставлении процессов концентрирования экономически ценных металлов в металлоносных илах и конкрециях (Н. Бекер, ФРГ, Д.С. Кронэн; Англия), о технических проблемах добычи руд в океане (Дж. П. Ленобль и Г. Пото; Франция). Рассматривались также обзорные доклады по геологии и происхождению россыпных месторождений в море, в частности, на восточном побережье Австралии, и оловоносные залежи Таиланда и Индонезии, вопросы генезиса фосфоритов на дне океана. Представленные доклады и их обсуждение убеждают в том, что в Мировом океане разведаны грандиозные месторождения руд черных, цветных металлов. Опытная эксплуатация этих месторождений начата в настоящее время, и в недалеком будущем горнорудные компании индустриально развитых стран смогут разрабатывать с существенной экономической эффективностью богатые залежи абиссальных областей. Созданная в 1975 г. Ассоциация по разработке минеральных ресурсов океанского дна, включающая 37 компаний из главных капиталистических стран, в сентябре 1976 г. приступила к разведке залежей марганцевых конкреций к юго-востоку от Гавайских островов на площади более 90 тыс. км^2 и глубинах около 5000 м [1]. Таким образом, оценивая научное и практическое значение докладов, заслушанных и обсуждавшихся на симпозиуме, можно отметить, что в них подведены итоги за 20-летний период изучения широких аспектов геологии марганца. Особенно существенным представляется выпуск международной многотомной монографии – Трудов симпозиума, что позволит ознакомить широкие круги геологов мира с важнейшими итогами этого раздела наук о Земле [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Thomson A.* Gr. Manganese. – Mining Annu. Rev., 1976, p. 74–75.
2. *Varentsov I.M.* Report on the 2nd Intern. Symp. Geology and Geochemistry of Manganese. Letters of the Commission of Mangenese (IAGOD). – Acta mineral.-petrogr. Szeged, 1976, 22/2, p. 371–380.

В.Л. Барсуков, А.И. Тугаринов

ГЕОХИМИЯ

Геохимия на XXV сессии МГК представлена целым рядом направлений. В данном обзоре мы останавливаем внимание читателей на двух аспектах, приобретших наибольшую популярность в силу оригинальности подхода к явлениям и вскрытию новых особенностей геологических закономерностей. Один из них заключался в новой постановке геохимических исследований по изучению особенностей архейских пород и их отличий от более молодых образований земной коры. Этот раздел исследований возник из-за поставленного дискуссионного вопроса о времени формирования сиалических глыб континентов. Был ли этот процесс одноактный с последующим раскалыванием и опусканием части архейских блоков, либо формирование континентов происходило длительно за счет разрастания древних платформ на океанической коре? Инициатором первой точки зрения выступил А. Крёнер – геолог, длительное время проработавший в Африке. От утверждал, что процессы переработки и реювенации более древнего материала первичной коры создавали иллюзию более молодых орогенов, якобы окружавших древние "ядра" щитов. По мнению А. Крёнера, вероятный дрифт частей раздробленного единого кратона Африки начался лишь в катангинское время – 600 млн. лет назад, в период так называемого панафриканского тектогенеза. Предшествующие ему эпохи эбурнейской (2000 млн. лет назад) и кибаринской (1100 млн. лет назад) выразились лишь в развитии отдельных линейных структур в древнем щите некогда единой Африки. Однако этому взгляду противоречили многие геохимические данные, указывавшие на принципиально иные геохимические характеристики древних архейских образований по сравнению с более молодыми образованиями. Изучение тонкостей геохимического распределения элементов в породах стало, таким образом, мощным механизмом выяснения происхождения континентов. В связи с этим на сессии были, помимо секции "Эволюция архейских пород", заслушаны также доклады симпозиума "Геохимия архея". Краткие итоги этих сообщений сводятся к следующему.

Купер и Несбит отмечали характерные для тоналитов района Агню-Леулера с возрастом более 2600 млн. лет характерные отношения $^{87}Sr/^{86}Sr = 0{,}70145$, не повторявшиеся в более молодых породах. Излагая геохимию спинифексов архея Австралии, Несбит обратил внимание не преобладание в их составе магния (до 32%), а также заметное возрастание отношения иттрия к цирконию и т.д. Арндт в своем докладе "Коматиты и толеитовые лавы в Мунро-Тауншип (Канада), на прекрасно выполненном материале показал, что в основании потоков силлов всегда накапливаются богатые форстеритом разности пород. Коматиты образуют верхнюю часть лавовых потоков, характеризующихся спинифексовой структурой. Главное их отличие от обычных и щелочных серий подобных пород – это низкое отношение железа к магнию и малые содержания окиси титана при высокой концентрации окиси никеля и хрома. Такая характеристика коматитов является обычной для древних формаций любого из континентов. Бисуик на основании 300 анализов образцов архейских зеленокаменных фаций из района Онтарио также подтвердил их специфичность, выразившуюся в низком содержании калия и преимущественно кальциево-натровом типе пород, резко отличающем их от аналогичных вулканитов более молодых областей. Арчибальд и Биннс также отмечают, что древние гнейсы в районах восточного Голдсфилда Западной Австралии отличаются более высоким натрово-калиевым соотношением, не характерным для молодых складчатых областей. Доктор Накви, проведя тщательную характеристику геохимии архейских пород Индии, выявил значительное обогащение древних осадков зеленокаменных поясов (более 3,2 млрд. лет) никелем, кобальтом, хромом, магнием при заметном снижении в них калия. При этом он отметил, что, по-видимому, эта характеристика распространяется и на все изверженные породы (области сноса) в момент их формирования. И лишь гораздо позже, а именно, начиная с куддапаха (1,7 млрд. лет) соотношение этих элементов начинает приближаться к современным.

Ламбертом изучены распределения иттрия и рубидия в архее Шотландии. Он показал, что отношение рубидия к иттрию является индикатором возрастания кремнекислотности и убывания основности пород. Сравнительно низкие концентрации рубидия, установленные им для льюизианских пород (Скури и т.д.), свидетельствуют так же, как и для Гренландии (породы старше 3,6 млрд.лет), об их преимущественном перед остальными континентами происхождении из гранатсодержащего субстрата мантии. Тейлором изучены редкие земли в осадках в ходе эволюции земной коры. Его выводы основаны на том, что хондриты содержат редкие земли с отчетливой положительной аномалией в распределении европия и отличаются сравнительной обогащенностью (по сравнению с Землей) тяжелыми редкими землями. Зеленокаменные породы архея отличаются в меньшей степени, чем хондриты, тем же эффектом. По составу редких земель они стоят ближе к среднему содержанию редких земель в земной коре. Зеленокаменные толщи архея, содержащие в своем составе толеитовые базальты, фельзиты и существенную долю андезитов, аналогичны по своему составу островным дугам. Последующие осадки показывают утрату раннего состава редких земель и приближение их к обычному гранодиориту. Короче говоря, используя тонкие закономерности распределения элементов, геохимики смогли уловить постепенное и необратимое изменение состава вновь образуемых частей континентов на протяжении их геологической истории.

Вторым аспектом приложения геохимических исследований явился вопрос о генезисе стратиформных месторождений. Данная тема, которой посвящены работы специальной секции конгресса, вызвала большой интерес собравшихся и привлекла многочисленных слушателей. Разбирая происхождение такого типа залежей, ряд докладчиков широко использовал геохимические данные для доказательства их сингенетического происхождения. Так, например, Д. Эйрес, характеризуя месторождения свинца, цинка и меди Уидлоун, представляющие массивные руды с тонкой полосчатой структурой осаждения металлов, высказал мнение, что минерализующим флюидом были морские воды, проникавшие в вулканический аппарат и там нагревавшиеся. При определенных условиях, выщелачивая рудные компоненты, они превращались в рудоносный флюид, поднимавшийся и взаимодействующий с поверхностными водами. Объектом острой дискуссии явилось месторождение Мак-Артур, крупнейшее в мире (25 млн. т меди, цинка и свинца). Бинненкамф и другие обращают внимание на то, что месторождение приурочено к пиритовым сланцам формации Берней-крик, той же, что и месторождение Маунт-Айса и Хилтон. Осаждение металлов шло явно из вышележащего столба воды. Однако поступление металлов он связывает с выносом их из подстилающей толщи подымавшимися растворами в данный бассейн. Д. Оллер, изучавший это же месторождение, подтвердил, что минерализация Мак-Артур представлена тонкими пластами мелкозернистого сфалерита и галенита в углистом доломитовом и пиритовом сланце. Всего в месторождении выделено 8 пластов рудных залежей.

Рудное тело № 8 содержит небольшие округлые образования и тонкие фрагментарные слои мощностью до 5 мм черного сланца (шерта), содержащего микроископаемые. Характерно, что эти фрагменты окружены сфалеритом и несколько реже — галенитом. Петрографические исследования шерта показали, что он состоит из коллоидальных выделений кремнезема, сохранявшихся в гидропластическом состоянии в течение долгого времени, прежде чем наступала их окончательная литификация, и что сфалерит и галенит откладывались в течение всего этого времени. В целом в черных сланцах наблюдаются хорошо сохранившиеся скопления бактериальных и водорослевых ископаемых. Преимущественная пиритизация бактерий показывает, что эти организмы обитали в анаэробной среде в глинистых илах, обогащенных сульфидом железа в условиях бассейна, в котором шло накопление осадков. Пиритизация протекала сравнительно быстро после смерти организмов благодаря сульфат-редуцирующим бактериям. Механизм осаждения металлов бесспорен. Остается нерешенным вопрос о способе привноса металлов в водный бассейн. С другой стороны, Н. Вильямс, изучавший минеральный состав Мак-Артура, обратил внимание, что галенит и сфалерит относятся ко второй фазе минерализации, позже пирита I, и указал, что это плохо увязывается с осадочным происхождением руд.

В докладе Кэмпбела по поводу месторождения Суливан (Британской Колумбии) приведено 200 изотопных анализов серы, как из самого Суливана, так и ряда рудопроявлений той же провинции, показавшие разброс $\delta\ ^{34}S$ = от −10 до +5‰. Доктор Форд, разбирая проблему генезиса Миссисипских месторождений свинца и цинка, отверг магматическо-ювенильные концепции и остановился на выщелачивании метаморфогенными водами металлов из известняков карбона и отложении их по мере охлаждения вод до 100°С. В качестве осадителя служили серобактерии и углеводороды, насыщающие вмещающие породы месторождения. Петтола Э. привел веские доказательства происхождения месторождения Оутокумпу, возникшего в прибрежных условиях, в которых шло накопление черных сланцев. Изотопы серы показали обогащение руд легким изотопом, значительный разброс значений $\delta\ ^{34}S$ в них и их послойную повторяемость, что свидетельствовало об исходном осадочном происхождении руд, подвергшихся в дальнейшем складчатости и дизъюнктивным деформациям.

* * *

В качестве итога работ этой секции послужили наблюдения участников сессии конгресса, которые они могли сделать самостоятельно в ходе экскурсии на месторождение Маунт-Айса. Данный объект как нельзя более удачно продемнстрировал посетителям особенности первоначально осадочного месторождения, подвергшегося впоследствии метаморфизму. Исключительная стратиформность залегания Pb–Zn залежей, перемежаемость их с пропластками туфов и эффузивов, строгая общая зональность месторождения Cu–Pb–Zn, совпадение во времени образования вмещающих толщ и оруденения на основании изотопных данных, значительное обогащение рудных тел органическим веществом – все эти и подобные другие факты свидетельствовали о накоплении металла в пределах мощной толщи протерозоя данного района. И совершенно иным делом была последующая история существования данного месторождения, изобиловавшая переотложениями и метаморфизмом.

Ф.В. Чухров

МИНЕРАЛОГИЯ

Современные минералогические исследования характеризуются не только широким разнообразием проблематики, но и резко возросшими методическими возможностями. Это продемонстрировано на очередном собрании Международной минералогической ассоциации, приуроченном к сессии МГК (август 1976 г.). Программа заседаний подготовлена Р. Уилкинзом и Дж. Макэндрю. Ее недостатком следует считать отсутствие четко сформулированных проблем и в общем частный характер отдельных сообщений. Тем не менее представленные доклады содержат большой новый или малоизвестный материал, который представляет интерес для многих специалистов, проводящих минералогические исследования или использующих данные минералогии для решения различных задач. Доклады, представленные на собрании ММА, можно разбить на несколько групп.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Плодотворность использования оптического метода при изучении непрозрачных минералов продемонстрировали О.И. Абдаль-Ааль и Дж.М. Холл (Канада), которые установили, что в базальтах из районов гидротермальной активности на Азорских островах, в Исландии и Андах магнетит, титаномагнетит и ильменит представляют первичные минералы, как и сульфиды железа (пирит, пирротин). Изучение изотопного состава кислорода показало, что после захоронения базальты подверглись воздействию термальных растворов. Р.А. Арайя (Чили) и его соавторы Дж. Ф.У. Боулз и П.Р. Симпсон (Англия) изучили в отраженном свете минералы ряда теннантит–тетраэдрит из месторождения медно-порфировых руд Эль-Тениенте (Чили) и сделали вывод об их принадлежности к разным стадиям минерализации. В докладе также приведены данные детального изучения вертикальных и базальных срезов кристаллов халькопирита из названного месторождения. Эти данные согласуются с полученными ранее советскими исследователями Л.Н. Вяльсовым и М.С. Бессмертной. Новые результаты оптического изучения ковеллина освещены в докладе П.Р. Симпсона (Англия), А. Лопес-Солера (Испания), М.Дж. Коупа (Англия), М. Вендрелл-Саса (Испания) и Х. Пилера (ФРГ). Эти авторы показали, что в наклонных сечениях кристаллов ковеллина можно наблюдать двупреломление иного знака, чем в вертикальных сечениях. Оптические свойства природных железа, сульфидов железа и его окислов охарактеризовали М. Вендрелл-Сас, Х.М. Ногес-Карула и М. Фонт-Альтаба (Испания); докладчиками продемонстрированы кривые дисперсии отражения в воздухе, глицерине и масле. Г.Х. Мо (ФРГ) провел детальное изучение в отраженном свете сульфидов германия и олова, обратив особое внимание на их микроскопические срастания и структуры распада твердых растворов. Для интерпретации особенностей микроструктур выполнены экспериментальные исследования. Одним из результатов этой работы является указание на существование в природе молибденсодержащих станнинов, молибден- или вольфрамсодержащих блеклых руд (в блеклой руде из Тсумеба содержится 5% вольфрама); в рудах месторождения Кипуши обнаружен тунгстенит (очень мелкие пластиночки), содержащий рений.

М.Ф. Кэрмэн, Х.У. Уиллэйн, У. Питер и А. Гиргис (США) показали возможности комплексного использования оптического, рентгеновского и электронно-микроскопического методов для выяснения особенностей криптопертитов. Изученные образцы происходят из микросиенитовой интрузии в Западном Техасе. Следствием работы является вывод о существовании серии криптопертитов – от почти гомогенных до состоящих из четко разграниченных натриевой и кальциевой фаз; вторая из них отличается структурной неупорядоченностью вдоль оси *a*. В других докладах, посвященных криптопертитам (Н. Моримото, Япония; А.Юнд, США), подчеркнуто,

что по данным электронной микроскопии пластинки натриевой и кальциевой фаз – продуктов распада твердого раствора – ориентированы параллельно плоскости минимальных упругих напряжений между пластинками. При медленном охлаждении криптопертитов происходят укрупнение составляющих их пластинок, двойникование и другие изменения.

Изучение плагиоклазов в электронном микроскопе, как указал А.К. Макларен (Австралия), позволило в большинстве изученных образцов видеть сложное сочетание доменов, отличающихся по степени упорядоченности атомов алюминия и кремния. В оптическом микроскопе эти домены различимы далеко не всегда из-за их малой величины. Х. Моримото (Япония) убедительно проиллюстрировал огромное значение электронной микроскопии высокого разрешения для непосредственного наблюдения сверхструктур в минералах. Значительный интерес представляют данные этого исследователя о существовании в некоторых плагиоклазах повторяющихся границ антифаз, несколько отличающихся по составу от основной массы. Подобные структуры рассматриваются как результат разложения или превращения высокотемпературных форм в низкотемпературные. Образование антифазовых границ оценивается как показатель разложения или трансформации (создание буферных зон). Помимо плагиоклазов, антифазовая доменная структура установлена в пижонитах.

В сообщении Ж. Разумной, А.М. Бассета и Г.А. Дейша (Франция) содержались сведения об использовании электронной микроскопии для изучения полостей в минералах и искусственных продуктах. Сделан вывод о зависимости величины, формы и распределения полостей от степени нарушения кристаллогенетического равновесия в период зарождения и роста кристаллов. О применении электронного микроскопа с высоким разрешением (3,2 Å) для изучения сверхструктур искусственного титаната галлия и соединений со структурой голландитового типа сделал сообщение Л.А. Бурсила (Австралия); выявлено много новых типов дислокаций, каналов и срастаний. С. Уайт (Англия) привел данные о преимуществах высоковольтного (1000 кВ) электронного микроскопа по сравнению с обычным (100 кВ) электронным микроскопом. К числу этих преимуществ относятся: а) возможность изучать более толстые препараты; б) меньшее деструктивное воздействие электронного пучка на отдельные минералы (кварц, альбит); в) возможность изучения кинетики реакций при высоких температурах и давлении 1 атм.

Применение для изучения конституции минералов метода мессбауэровской спектроскопии продемонстрировано Г. Амтхауэром (ФРГ) на примере гранатов. Подробно охарактеризованы квадрупольное расщепление и изомерный сдвиг для ионов двух- и трехвалентного железа. Привлекает внимание сообщение Д. Бринкмана (Швейцария) о расширении возможностей ядерного магнитного резонанса в минералогии в результате использования двойных резонансных методов; например, для изучения позиций кислорода в рубине и рутиле применен метод ядерной поляризации (уточняются позиции атомов кислорода, кальция, магния, кремния). Сочетание метода динамической ядерной поляризации с используемой в обычном ЯМР техникой охлаждения позволило наблюдать сигналы кальция во флюорите. Использование метода ЭПР для изучения парамагнитных примесей в минералах рассмотрел Ж.М. Гэт (Франция). Этот автор применил методику, разработанную им совместно с р. Мишулье; для исследований использовались монокристаллы. Установлено, что в диопсиде Fe^{3+} находится только в позициях M_1 со слабым искажением, а Mn^{2+} – в позициях M_1 и M_2, из них позиции M_2 искажены сильнее. В моноклинном бадделеите Fe^{3+} не вызывает искажения позиции, а окружение Gd^{3+} имеет псевдосимметрию Zr^{4+} тетрагонального ZrO_2.

И.Д.Р. Маккиннон, К.Кафф и Л.Ф. Пауэр (Австралия) использовали для изучения распределения катионов в метакристаллах пироксенов и амфиболов из базальтов Квинсленда методы нейтронографии и рентгенометрии. Это исследование дало основание для вывода о зависимости распределения катионов по неэквивалентным структурным позициям от температуры образования и состава минералов. В определенных случаях коэффициенты распределения могут служить для установления термической истории пород. В эффузивах вследствие быстрого охлаждения

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

Экспериментальное изучение возможности образования самородного золота гидротермальных кварцевых жил из хлоридных растворов выполнил Т. Фуджии (Япония). Докладчик отметил, что при низких температурах и давлениях коллоидные растворы золота могут быть получены из растворов $HAuCl_4$ при добавлении к ним растворенного кремнезема в отсутствие специфических восстановителей. Дж.Б. Джонс (Австралия) и О.В. Флорке (ФРГ) на основании экспериментов указали, что между так называемыми некристаллическими формами кремнезема, полученными разными способами, имеются структурные различия, определяемые природой исходного материала. К. Лангер, П. Анастасиу и И.Абс-Вурмбах (ФРГ) синтезировали и изучили Mn^{3+} - содержащие силикаты: пьемонтит, виридин, браунит. В докладе приведены подробные данные об условиях синтеза и свойствах полученных минералов. Р.М. Хэйзен (Англия) изучил воздействие давления в 50 кбар на ряд минералов (периклаз, форстерит, фаялит, гортонолит, альбит, джиллеспит, титанит, пироп, халькозин) и показал, что сжимаемость координационных полиэдров возрастает с увеличением координационного числа более крупного катиона или валентности менее крупного катиона. Во всех изученных силикатах величина кремнекислородных тетраэдров не менялась при давлении до 50 кбар. Что же касается октаэдрических позиций магния и двухвалентного железа в периклазе, форстерите, гортонолите и фаялите, то они при указанном давлении подверглись объемному сжатию (до 3,5%). Большие катионы щелочных и щелочноземельных металлов (Na в альбите и В в джиллеспите) показали значительно бóльшую полиэдрическую сжимаемость. К. Виллэм (Франция) отметил, что деформационные структуры, которые могут возникать в щелочных полевых шпатах, должны отвечать механическому двойникованию по альбитовому или периклиновому законам в триклинных кристаллах и системе скольжений в триклинных и моноклинных кристаллах. Л.Б. Маршалл и А.С. Маклaрен (Австралия) подчеркнули, что аналогичные природным деформации вызваны воздействием на полевые шпаты давления в 10–15 кбар при температуре 800° С.

ГЕНЕЗИС И НАХОЖДЕНИЕ МИНЕРАЛОВ В ПРИРОДЕ

И. Костов (Болгария) рассмотрел влияние различных факторов на морфологические особенности минералов. Им выделены следующие типы кристаллов минералов: а) аксиальные (цепочечные), планарные (слоистые), псевдоизометричные и изометричные. Аксиальные кристаллы (пироксены, амфиболы, полевые шпаты, волокнистые цеолиты, минералы с рутиловой структурой, антимонит, киноварь, апатит и др.) обнаруживают тенденцию к переходу от укороченных индивидов к удлиненным при постепенном возрастании скорости кристаллизации. Та же тенденция считается вероятной для планарных кристаллов (слюды, каолинит, листоватые цеолиты, апофиллит, молибденит и др.). Облик изометричных кристаллов (флюорит, пирит, гранат, шпинель и др.) зависит от их симметрии и от особенностей среды. Во многом облик кристаллов минералов зависит от их примесей, в том числе от слагающих эпитаксиальные слои. Б.М. Шмакин (СССР) изложил представления о зависимости структурных и текстурных особенностей метаморфических пород от кристаллизационного давления. В частности, сделан вывод о связи с ним текстур типа снежных шаров (снежков) у гранатовых порфиробластов и изгибов кристаллов кианита в метаморфических породах.

С.К. Саксена (США) обосновал возможность использования двухпироксенового геотермометра (ортопироксен и пижонит). С помощью этого геотермометра определены температуры образования шведских чарнокитов (800°), основных чарнокитов Индии (875°), Бушвелдской интрузии (915–950°) и хондритовых пироксенов (785–990°).

Весьма обстоятельная характеристика минералов из группы селенидов, встреченных в гидротермальных месторождениях Чехословакии, дана Ф. Чехом (ЧССР). Отмечена ассоциация этих минералов с урановой смоляной рудой или коффинитом.

Усиление внимания к проблеме образования минералов свободного кремнезема в последнее десятилетие нашло отражение в нескольких докладах. Общий обзор опубликованных работ сделан Ш.Мизутани (Япония) и Дж. Х. Эдером (Австралия). В докладе Д.Б. Джонса и Э.Р. Сегнита (Австралия) приведена общая характеристика опалов, которые разделены на четыре группы: 1) биогенные, 2) выделения в аридных внутриконтинентальных районах Австралии, 3) накопления в областях вулканической активности, 4) отложения озерных и морских бассейнов. Проблема образования кремнистых корок, или силкретов на выходах различных пород Австралии рассмотрена Дж.Т. Хаттоном, К.Р. Туайдэйлом и А.Р. Милнз (Австралия). Установлено, что некоторые из таких корок обогащены титаном (анатаз). Предполагается, что кремнезем силкретов является привнесенным из других пород или реликтовым. Возраст силкретов по-видимому, раннекайнозойский. Австралийскими учеными (Г.С. Керфилд, Э.Р. Сегнит) подробно охарактеризована также окремнелая древесина. Оказалось, что окаменяющий материал состоит из халцедона или опала СТ, реже – из опала А или кварца.

Г. Шибуйя и Ф. Хироватари (Япония) обрисовали условия нахождения манганомагнетита (0,41% MnO) в японском месторождении Санотаке. Образование флогопита при пегматитизации ультраосновных пород Австралии освещено в докладе А.Ф. Уиксона (Австралия); пегматиты с флогопитом содержат сапфирин, образовавшийся путем замещения шпинели, гедрита и раннего флогопита. По шпинели и флогопиту образовался также цинковый хёгбомит.

Большой интерес вызвал доклад Ч.Милтона (США), в котором дано обобщение результатов изучения минералов уникальных ассоциаций эоценовой формации Грин-Ривер в США, включающих серию необычных для нормально-осадочных образований минералов (щелочные полевые шпаты, пироксены, амфиболы, редкоземельно-урановые карбонаты, цирконо- и титаносиликаты, флюорит, криолит). Отложения формации Грин-Ривер наблюдаются в трех бассейнах. Условия их формирования до сих пор остаются дискуссионными. Наиболее признанная концепция, сформулированная впервые У.Х. Брэдли, предполагает существование длительного периода (сотни тысяч лет) седиментации в замкнутых, достаточно глубоких бассейнах.

ПРИКЛАДНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

Драгоценные камни. Специальное заседание общего собрания ММА посвящено драгоценным камням. А.М.Бассетт и Г.А. Дейша (Франция) рассмотрели черты сингенетических и эпигенетических полостей в драгоценных камнях. Обзор имеющихся данных привел докладчиков к выводу о невозможности проводить различие между генетически различными полостями во многих образцах. Нередко эпигенетические трещинки пересекают первичные полости и каналы, сливаясь с ними. Перекристаллизация минералов еще более осложняет определение природы включений. Весьма важным прибором для изучения полостей в драгоценных камнях и породообразующих минералах оказался сканирующий электронный микроскоп. Генезис и природа драгоценного опала явились главными вопросами в докладе австралийских ученых П.Дж. Даррагха и А. Дж. Гэскина. Эти исследователи нашли, что причинами характерных для благородного опала дифракционных эффектов являются величина и способ укладки микросферических частиц кремнезема, а также величина и степень заполнения промежутков между микросферами.

Важными предпосылками образования коллоидных растворов кремнезема являются его концентрация и наличие полостей, в которых могут происходить без действия нарушающих факторов образование микросфер и их спокойная седиментация, за последней следуют дегидратация слоя кремнезема и выделение его новых порций между микросферами (образование цемента микросфер). Отложение кремнезема из грунтовых вод приводит к образованию микросфер с концентрической слоистостью. Эта особенность не свойственна опалам вулканических областей, вероятно, вследствие более быстрого отложения кремнезема при повышенных температурах. В синтетических опалах микросферы, полученные гидролизом органосиликатов, также не имеют концентрически-слоистой структуры. Между микросферами в таких опалах содержится коллоидный раствор кремнезема. Соображения о генезисе благородного опала в районе Тинтенбара (Новый Южный Уэльс) изложены И.А. Маммом и Р.А. Боллом (Австралия). В указанных районах благородный опал наблюдается в миндалинах третичного базальта наряду с халцедоном и кварцем. По мнению докладчиков, источником значительной части кремнезема явились диатомиты, подвергавшиеся воздействию горячих растворов.

И.Н. Дуглас и У.А. Рунсимэн (Австралия) обратили внимание на возможности использования нового спектрального метода изучения дефектных центров в алмазах – метода спектроскопии магнитного кругового дихроизма. Теория метода создана Стивенсом в 1974 г. Для получения спектров использованы спектрополяризатор "Кэри-61" и специальный магнит фирмы "Оксфорд Инструментс". Л. Моне-Робердо, Х.М. Бош-Фигероа и М.Фонт-Альтаба (Испания) сообщили об итогах исследования, задачей которого было изучение микроморфологии поверхности алмазов в отраженном свете. Новым явилось применение в качестве матрицы для изучаемых алмазов металлического индия, что позволило легко устранять загрязнение изучаемых поверхностей. Задачей доклада П. Рибба (США) явилась характеристика полиэдрических цепочек в структуре драгоценных представителей минералов группы ортосиликатов, большинство из которых, благодаря значительной твердости и высоким показателям преломления, представляют интерес как полудрагоценные камни. К ортосиликатам с плотнейшей упаковкой кислорода или фтора принадлежат оливин (гексагональная плотнейшая упаковка), кианит и ставролит (кубическая плотнейшая упаковка), топаз (сочетание гексагональной и кубической плотнейших упаковок с чередующимися монослоями кислорода и фтора с кислородом). Другие ортосиликаты, дающие полудрагоценные разности, не имеют плотнейшей упаковки (циркон, гранаты, титанит).

М и н е р а л о г и я в р е ш е н и и т е х н о л о г и ч е с к и х з а д а ч. В докладе Р.Д. Хагни (США) отмечено возрастающее значение минераграфии в разработке методов обогащения руд; обращено внимание на значение тесной кооперации исследований минералогов и обогатителей. Особенно важны для последних точные данные о величине выделений минералов и их срастаний в рудах. К.Дж. Хэнли (Австралия) подробно доложил о содержании работы по минералогическому изучению исходных и конечных продуктов обогащения в специализированных лабораториях Австралии. Соответствующие исследования включают определение: количества рудных и жильных минералов и содержания металлов в первых; величины частиц рудных минералов и характера их срастаний; распределения рудных минералов по различным фракциям. В основном минералоги обогатительных фабрик изучают продукты дробления, обычно в области размеров от 2 мм до 10 мкм (после разделения на фракции). Для идентификации минералов используются разные приборы, включая рентгеновский микроанализатор. Дж.Д. Хамилтон (Австралия) указал, что в последние годы у горнопромышленных компаний Австралии резко возрос интерес к минералогии сырья и продуктов его переработки. Большая работа в этой области проделана Отделом химии минералов Австралийского научного центра, где велось изучение комкования и спекания пылеватых железных руд, например, из месторождений района Роб-Ривер. При добавке в качестве флюса карбоната кальция связывание частиц руды начинается при температурах 600–800°С, когда при реакции окиси кальция с компонентами глинистого вещества и окисью железа образуются геленит, анортит, монокальциевый феррит и дикальцие-

вый феррит; однако эти реакции не приводят к образованию прочных комков. Выше 1000°С указанная ассоциация замещается силико-ферритной и пироксеновой ассоциацией, что, видимо, также не приводит к значительному упрочнению комков. Эффект упрочнения создается обжигом при температуре выше 1250°С, когда вследствие разложения силикоферритной и пироксеновой составляющих образуется стекловатая масса (агломерация и увеличение прочности продукта).

Минералогия продуктов импульсного плавления халькопирита нашла освещение в докладе Ф.Р.А. Джоргенсена и Э.Р. Сегнита (Австралия). Процесс осуществляется после введения тонкоизмельченной сульфидной массы в верхнюю часть шахтной печи, где она быстро сжигается. Модельные эксперименты показывают, что при низких температурах существенных изменений в халькопирите не происходит. Окисление не имеет места до начала плавления (600°С). При 800°С большинство зерен плавится и дает при охлаждении сферические частицы. Некоторые из них полностью оказались состоящими из шпинели типа магнетита, другие сложены халькопиритом с каемками магнетита или из магнетита с выделениями сульфида в интерстициях его кристаллов.

Дж. Джаст (Австралия) сообщил об использовании минераграфии при изучении обогатимости сульфидных никелевых руд недавно открытых месторождений Персеверанс и Спарговилл в Западной Австралии. Показано, что из 80 минералов, встречающихся в рудах, 20 представляют интерес для металлургов. Минеральный состав продуктов флотации при переработке хвостов (3% свинца, 4% цинка) рудника Саут-Майн в Брокен-Хилле охарактеризовал Н.А. Трюмэн (Австралия). Три стадии флотации дают возможность последовательно получать концентраты, состоящие из галенита, сфалерита и англезита с церусситом. Частичная потеря свинца объясняется содержанием в рудах коркита и пироморфита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доклады, представленные на общее собрание ММА, прежде всего свидетельствуют о дальнейшем расширении возможностей изучения кристаллической структуры минералов, их конституции и свойств благодаря появлению более совершенных приборов. Вместе с тем несомненно усиление внимания к экспериментальным исследованиям, создающим важную основу для все более обоснованных выводов о генезисе минералов. Быстрыми темпами идет накопление новых данных о минералах, представляющих интерес для широкого круга специалистов. Усиливается роль минералогии в разработке вопросов образования руд и их отдельных минералов. Непрерывно развивается прикладная минералогия; растет интерес к минералам – драгоценным и поделочным камням. Все более необходимыми становятся детальные минералогические исследования для разработки эффективных схем переработки руд.

О.А. Богатиков, Н.Н. Перцев

ПЕТРОЛОГИЯ

Научная программа секции "Петрология" посвящена магматизму и металлогении островных дуг, проблемам магматических пород, ассоциирующих с вулканизмом островных дуг; изменению состава, типа и места вулканической деятельности во времени и пространстве на островных дугах; природным процессам, происходящим как под островными дугами, так и внутри них; генезису магм; магматическим рудным месторождениям.

Проблема островных дуг в настоящее время чрезвычайно актуальна, поскольку с ней связано исследование магматизма океана, зарождение океанической коры, образование месторождений полезных ископаемых (в том числе стратиформных) и т.д. В Советском Союзе эволюция островных дуг параллелизуется с эволюцией геосинклиналей и предполагается, что зарождение современных островных дуг, развитие их, зрелость и отмирание отражают различные этапы геосинклинального процесса. Такой подход к проблеме островных дуг является, безусловно, прогрессивным, позволяющим сблизить теорию геосинклиналей с теорией новой глобальной тектоники (тектоника плит) или по крайней мере снять часть противоречий, возникающих между этими направлениями геологической науки.

Научную тематику петрологической секции конгресса можно разделить на три части.

1. Геология и магматизм. В докладах приведен фактический материал по геологическому положению и специфике магматизма Алеутских, Антильских, Гебридских и других островов, Исландии, Новой Зеландии и т.д. Главное внимание докладчики уделяли геохимии (распределению микроэлементов, изотопии). Впечатляла насыщенность докладов геохимическими данными, включая изотопные исследования кислорода, стронция, аргона, свинца. В области радиологической геохронологии в зарубежных докладах чувствовалось ослабление интереса к K/Ar датировкам, или, по крайней мере, проверка K/Ar данных другими радиологическими методами. Несколько докладов на конгрессе посвящены механизму возникновения магм. Проблема магмогенерации в этих докладах рассматривалась с позиции тектоники плит, поэтому сам подход к проблеме предопределил выводы. Новых идей высказано не было.

2. Экспериментальная и теоретическая петрология. Ведущие выступления по этому разделу принадлежали советским петрологам. Определенной новизной в экспериментах и термодинамических расчетах исследователей явился учет сложного состава флюида и его влияние на магматические процессы.

3. Полезные ископаемые в связи с магматизмом. В рамках секции "Петрология" рассматривались только месторождения полезных ископаемых, связанные с офиолитовыми сериями и известково-щелочными интрузиями островных дуг. Главное внимание уделено порфировой медной минерализации в связи с эволюцией магматических очагов, рассмотрены петрографические критерии локализации оруденения. Доклады безусловно представляли для советских специалистов определенный интерес, поскольку касались месторождений, обусловленных современным или очень молодым магматизмом, аналоги которых на территории СССР еще недостаточно выявлены и изучены. Серьезные петрологические работы по эволюции магматизма, связанного с развитием островных дуг выполнены японскими геологами. На примерах развития системы островных дуг, Японских островов и отдельных зон, входящих в них, показана тесная взаимосвязь эволюции тектонических движений и магматической активности. Так, в докладе С. Иги (S. Igi) "Магматическая активность в позднепалеозойских геосинклинальных областях Японских островов" дана подробная характеристика особенностей развития магматизма в палеозойской геосинклинали Хонсу (Чичибу), на геосинклинальном комплексе которой как на фундаменте развились более поздние геосинклинали Японских островов. В геосинклинали Хонсу в силуре шло мощное накопление основных вул-

каническихпород, сопровождаемое сравнительно небольшим количеством связанных с ними плутонов основного и ультраосновного состава. Последние иногда называют офиолитами. Однако типичных офиолитов здесь почти нет, за исключением маломасштабных проявлений в районе Микабу во внешней зоне геосинклинали. Интенсивная вулканическая деятельность основного состава имела место также в карбоне до средней перми, но здесь главное развитие получили щелочные и толеитовые серии. Габбро и гранитные плутоны этого возраста ассоциируют с небольшим количеством ультрамафитов (дунит-верлитовой серии). Плутонические ассоциации рассматриваются как связанные с вулканическими породами группы майзуру (пермь), имеющими мощность около 1 км. К – Ar возраст роговообманкового габбро 250–270 млн. лет подтверждает это. Автор доклада считает, что основные вулканиты и плутоны могут образовываться из одной родоначальной магмы, хотя этот вопрос и нельзя еще считать окончательно решенным.

Характер основного магматизма в неогене в японской островной дуге (дуга Хонсу) освещен в докладе К. Чихары (K. Chihara). Дуга Хонсу, как свидетельствуют палеомагнитные данные и геотектонические построения, в позднем мезозое – палеогене смещалась в восточном направлении. В это время кислый магматизм проявился во внутренней зоне в юго-западной части дуги. В неогеновое время на Японских островах вулкано-тектонические пояса развиты дискордантно зональности преднеогеновой коры. Особенно ярко дискордантность проявлена в пяти поясах зеленых туфов на северо-востоке Хонсу. В раннем миоцене магматизм зоны зеленых туфов характеризуется базальт-трахит-андезит-дацит-риолитовой ассоциацией несколько повышенной щелочности. Щелочные базальты, хотя и присутствуют в некоторых районах, играют в общем незначительную роль. В среднем миоцене высокая вулканическая активность характерна для всей зоны зеленых туфов. Здесь сначала проявился вулканизм ассоциации андезит-дацит-натровый риолит. Базальты образовались в южной части пояса Фосса-Магна, где они главным образом толеитовые, но есть также и щелочные. Затем в среднем миоцене возник мощный региональный базальтовый вулканизм (толеиты). Характерен пиллоулава-палагонитовый комплекс. В позднем миоцене в северо-восточной части пояса Хонсу широко развиты подводные извержения и долеритовые интрузивы западной части. В эту стадию состав магм варьирует от щелочных базальтов и долеритов (Хонсу) до толеитов Японского моря и Тихого океана. В плиоценовое время на Японских островах проявились раздельно щелочные базальты (пояс Санин) и известково-щелочные базальты (северо-восточный пояс Хонсу). Латеральные вариации состава вулканитов сходны с зональностью четвертичных лав. Наиболее четко зональность проявлена в позднемиоценовых базальтах и долеритах. Это подтверждает гипотезу о том, что генезис магм и поддвиг тесно связаны между собой в среднем – позднем миоцене. Ранние стадии развития и магматизм пояса зеленых туфов могли быть связаны с глубинными разломами, которые возникли при расширении, вызванном дрифтом на восток и юг соответственно северо-восточной и юго-западной дуг Хонсу.

Эволюция магматизма на Японских островах в кайнозое освещена в докладе М. Симазу (M. Chimazu) "Кайнозойская магматическая активность на Японских островах и ее отношение к западному Тихоокеанскому поясу". Тектонические движения и интенсивная магматическая активность в мезозое и кайнозое в Тихоокеанском кольце и развитие системы островных дуг Японских островов тесно генетически взаимосвязаны. Центральный пояс юго-западной Японии и большие площади северо-восточной Японии заняты кислыми вулканическими и плутоническими породами позднего мезозоя (ларамийская складчатость). Миогеосинклиналь Симанто, напротив, сложена позднемеловыми и палеогеновыми осадками, где роль вулканитов основного состава незначительна. Эвгеосинклиналь Эзо (на северо-востоке Японских островов) заполнена осадками и основными вулканитами мезозоя. В поясах Хидако и Камуикотан развиты интрузивы ультраосновных пород и гранитов (альпийская орогения). В раннем миоцене во внешней части дуг Хонсу, Изу-Шичито, Рюкю образовалось большое число депрессий проседания, давших начало эвгеосинклинали. Здесь проявлена интенсивная вулканическая активность (пояс Зеленых

туфов) с образованием андезитов и дацитов известково-щелочной серии, в других частях это толеиты и даже щелочные вулканиты.

Тектонические движения и вулканизм после плиоцена или раннего плейстоцена имеют свои особенности. Преобладают блоковые тектонические движения, которые рассматриваются некоторыми геологами как движения, определяющие современную систему островных дуг. Сравнение эволюции вулканизма Японских островов с таковой на Филиппинах и Новой Гвинее показывает, что на последних нет интенсивной вулканической деятельности в раннем и среднем миоцене. Однако тектонические движения и вулканизм после плиоцена были такими же, как на Японских островах. Японские острова имеют много общего в геотектоническом строении и петрологии с Папуа.

Много внимания японские петрологи уделяют изучению физико-химической эволюции магм и магматических очагов, процессам дифференциации магм. Анализу интересных магматических пород посвящен доклад К. Тазаки (K. Tazaki) и М. Иномата (M. Inomata) "Малые интрузии ультраосновных пикритовых базальтов из тектонического пояса Минеока, п-ов Босо, Центральная Япония". В тектоническом поясе Минеока палеогеновая толща сложена чередующимися песчаниками, аргиллитами и основными и ультраосновными изверженными породами, такими, как оливиновые толеитовые пиллоулавы, пикритовые базальты, щелочные оливиновые базальты и перидотиты (дунит-гарцбургитовая серия). Небольшие выходы габбро (до диоритов) тесно пространственно связаны с перидотитами. Ультраосновной пикритовый базальт не содержит кумулятов и не показывает расслоенности. В нем присутствуют оливиновые фенокристы, а основная масса состоит из богатого титаном авгита, плагиоклаза и титаново-хромовой шпинели. По химическому составу эта порода богаче MgO, Al_2O_3, TiO_2 и CaO, чем так называемые альпинотипные перидотиты. Расплавные эксперименты при атмосферном давлении показали, что полное плавление ультраосновного пикритового базальта при $\lg f_{O_2} = -9;\ -10$ происходит при 1610°С. Это и принимается за верхний предел температуры базальта.

Эволюция строения вулканического аппарата рассмотрена на примере одного из вулканов северо-восточной Японии (доклад Т. Уи (T. Ui), К. Накамура (K. Nakamura) и К. Сибахаси (K. Shibahashi) "Активность вулкана Чокаи. Северо-Восточная Япония"). Это стратовулкан, расположенный в 60 км западнее вулканического фронта Восточно-Японской островной дуги. Он сложен гиперстен-авгитовым андезитом и оливинсодержащим (или роговообманковым) авгит-гиперстеновым андезитом известково-щелочного покрова. Высота вулкана 2 км, а диаметр в основании 20×15 км. Богатый материал по движениям, энергетике, объемам продуктов вулканической деятельности получен во время извержения 1974 г.

Исследования австралийских петрологов также посвящены выяснению связи развития тектонических движений с эволюцией магматизма. Они подтверждаются данными радиологических возрастов, палеомагнитными и другими геофизическими измерениями, геохимическим анализом распределения характерных элементов. Интересные данные приведены в докладе М.Дж. Аббота (M.J. Abbott) и Ф.Х. Чемелона (F.H. Chamelaun) "Геология и геохронология плиоценового вулканизма на Аторо и Экусс, Тимор". Сравнение вулканитов о. Аторо (внутренняя часть вулканической дуги системы Банда) с вулканизмом на Экуссе (северный берег Тимора) показало их существенные различия. Вулканы Аторо сложены пирокластикой от агломератов до туфов, лавы редки (роговообманковые и риолитовые андезиты). Они перекрыты коралловыми террасами. К–Ar возраст 3,1–3,2 млн. лет. Все извержения подводные. После прекращения эруптивной деятельности подъем острова продолжался. На Экуссе пиллоубазальты и агломераты мощностью 1,1 км интрудированы многочисленными долеритовыми дайками. Свежая долеритовая дайка имеет К–Ar возраст 6,2 млн.лет. Химические анализы вулканитов Экусса сходны с толеитами островных дуг. Палеомагнитные измерения указывают, что вулканиты Экусса повернуты относительно Австралийской плиты. Это могло быть вызвано надвиганием вулканитов на Австралийскую плиту. Приняв среднюю скорость дрифта плиты на север равной современной (3,7 см/год), авторы предполагают, что

расстояние между Аторо и Тимором 3 млн.лет назад могло быть на 110 км больше теперешнего (30 км). После прекращения активного поддвига Аторо и Экусс "приварились" к Австралийской плите.

Древняя известково-щелочная серия вулканитов на Австралийском материке охарактеризована в докладе Н.Ван-Вана (N.Van Van) и Б. Нашар (B. Nashar) "Тектоническая обстановка образования нижнекаменноугольной вулканической известково-щелочной серии в Хантер-Велли, Новый Южный Уэльс". Сравнение петрографических, минералогических и геохимических данных с материалами по современным островным дугам и континентальным окраинам указывает, что вулканиты формировались на континентальной окраине. Они представлены кальциево-щелочными андезитами, дацитами, риодацитами и риолитами. На графиках отношений $(Na_2O+K_2O) - SiO_2$, K – K/Rb, Rb–Sr, $K_2O–SiO_2$ видно, что андезиты попадают в поле континентальных окраин, что подтверждается и низким содержанием Al^{IV} в роговых обманках из андезитов.

Палеовулканические исследования в докембрии Австралии выявили сходство древнего вулканизма северной части материка с кайнозойским вулканизмом Анд (доклад И. Уилсоне "Вулканиты предположительно андийского типа в протерозое северо-западного Квинсленда"). Обширная протерозойская вулканическая провинция простирается более чем на 3000 км от Дарвина до Брокен-Хилла. Древнейшие породы в ней – метаморфизованные кислые и средние вулканиты, прорванные гранитными до тоналитовых батолитами. Эти породы перекрываются менее метаморфизованными основными лавами и игнимбритовыми риолитами и дацитами. Выше залегают базальты и андезиты. Эти основные вулканиты сменились песчанистыми, пелитовыми, карбонатными осадками с незначительными проявлениями кислого и основного вулканизма, кислым магматизмом и региональным метаморфизмом фации зеленых сланцев и низов амфиболитовой. В большинстве метаморфизованных вулканитов сохранились характерные структуры. Математическая обработка 70 силикатных анализов этих метавулканитов и данных содержания в них 20 малых элементов показала большое сходство с кайнозойскими вулканитами. Главное сходство с андийским типом состоит в широком распространении риолитовых игнимбритов, перекрывающих более древние известково-щелочные вулканиты, в близости химических составов покровов, в удлиненности гранитных тел, ассоциирующих с вулканитами, в особенностях тектонических движений, в присутствии сравнительно мощной континентальной коры под каждым покровом. Предполагается, что вулканическая последовательность Квинсленда развивалась после стадии, аналогичной стадии современных Анд.

Описанию вулканитов и их эволюции в плиочетвертичное время в Южных Андах посвящен доклад Б. Дерулла (B.Deruelle, Франция). Здесь южнее 18° ю.ш. развиты три разобщенные ассоциации вулканитов: известково-щелочная, шошонитовая и щелочная. Каждая из них соответствует определенной зоне. Зоны простираются параллельно глубоководному желобу. Они образуют в пространстве и времени островную дугу. Однако зона развития шошонитовой ассоциации выклинивается к югу от 26 параллели. Там известково-щелочная и щелочная ассоциации противопоставлены друг другу.

Известково-щелочная ассоциация связана с зоной Беньофа. Средние химические составы лав известково-щелочных серий позволяют предполагать андезитовую природу родоначальной магмы. Содержания SiO_2 49–71%. Количества K, Rb, Li и Ba повышаются, а Sr понижаются с повышением содержания SiO_2 и увеличением глубины зоны субдукции. Содержание Rb повышается от известково-щелочных к шошонитовым лавам. Отношение K/Rb колеблется между 180–370.

Шошонитовая ассоциация больше связана со стабилизированной зоной окраины континента. Она соответствует самым глубоким частям землетрясений средней глубинности, шошониты петрографически довольно однородны. SiO_2 50,5–68%, содержание Al_2O_3 высокое, Fe_2O_3 – низкое, K_2O – высокое, независимое от SiO_2. Концентрация TiO_2 меньше, чем в щелочных лавах, содержание Ba – высокое, Sr – низкое, корреляция Ba – Sr заметна, а Sr–Rb положи-

тельна. Отношение K/Rb ниже, чем в высококалиевых андезитах, что согласуется с лавами островных дуг.

Щелочные вулканиты в северной части принадлежат континентальной зоне. На юге, где глубина зоны Беньофа не превышает 100 км, щелочная ассоциация прямо соприкасается с известково-щелочной. Щелочные вулканиты сложены щелочными полевыми шпатами, клинопироксеном. Содержание SiO_2 составляет 43–67%. Они обогащены K_2O, который коррелируется прямо с содержанием SiO_2. Содержания Na_2O колеблются в интервале 1–7%. Отношение K_2O/Na_2O меньше 1. В известково-щелочных лавах обратная корреляция Sr/Rb и SiO_2 и уменьшение отношения K_2O/Rb при дифференциации по направлению к шошонитовым лавам. Это позволяет предполагать, что фракционирование, возможно, связано с отсутствием глубоко- или среднефокусных землетрясений под вулканами известково-щелочной ассоциации. Значительное прогибание коры в присутствии больших объемов кислых лав в одних и тех же зонах свидетельствует в пользу частичного плавления в нижних частях коры. Генезис известково-щелочных и шошонитовых лав может быть более сложным.

Анализу связи тектонических движений с кайнозойским вулканизмом Новой Зеландии посвящен доклад "Андезиты ,центральной вулканической области, Норт-Айленд" Дж.У. Коула (J. Kole; Новая Зеландия). Вулканиты позднего кайнозоя образуют здесь две цепи, ограничивающие Центральную вулканическую область. Они представлены лавами андезитов до дацитов (восточная цепь) и андезитов до бедных SiO_2 андезитов (западная цепь). Андезиты западной цепи были, по-видимому, выплавлены из пород опускающейся литосферной плиты и принадлежат вулканической дуге. Вулканическая дуга, вероятно, до 1 млн. лет назад была параллельна Нортленду, Короманделу и западной цепи Центральной вулканической зоны. Магма поднималась в вышележащий резервуар и частично фракционировала, образуя нормальную кумулятивную (обедненную SiO_2) часть. В последнем миллионе лет вулканизм был связан с дугой северо-запад-юго-восточного направления, лежащей на южном продолжении дуги Тонга-Кермадек. Это вызвало проявления вулканизма восточной стороны Центральной вулканической области. Растяжения между двумя дугами привели к образованию вулканической зоны Таупо с бимодальной риолитовой высокоглиноземистой базальтовой вулканической ассоциацией.

Связь тектоники плит с образованием офиолитов Новой Зеландии рассмотрена в докладе Р.Н. Бразерса и М. Далалойе (R.N. Brather; Новая Зеландия, M. Dalaloye; Швейцария) "Выходы офиолитов в Северном Окленде".

Мощная аллохтонная пластина эвгеосинклинальных отложений занимает в Нортленде значительную площадь. Внутри этой пластины крупные осадочные пачки интенсивно дислоцированы и часто тектонически перемещены. Аллохтон включает крупные массивы офиолитов, ограниченные тектонически. На основе изучения некоторых конкретных массивов выявлена следующая последовательность отложений:

1-й слой. Кремнистые и известковые осадки с микрофауной от верхнего мела до верхнего олигоцена; принят абсолютный возраст 100–26 млн. лет.

2-й слой. Пиллоу-лава с прослоями красных глинистых сланцев, кремнистых пород и известняков с микро- и макрофауной нижнего мела; принят абсолютный возраст 130–100 млн. лет (К– Ar возраст 113–12 млн.лет, мел–миоцен).

3-й слой. Микрогаббро, габбро, долеритовые гранофировые интрузии и комплекс параллельных вертикальных даек (К–Ar возраст 100–24 млн. лет, верхний мел – верхний олигоцен).

4-й слой. Плутонический комплекс с ультрамафитами, кумулятами, долеритами, диоритами и габбро (К–Ar возраст 56–39 млн. лет, палеоцен–эоцен).

Магматические породы принадлежат серии, толеитовой по своей природе, но необычайно обогащенной щелочами. Они представлены серпентинизированными гарцбургитами, верлитами, лерцолитами, оливиновыми горнблендитами, лимбургитами, оливиново-гиперстеновыми и роговообманковыми габбро, тешенитами, эвкритами, диоритами, гранофирами, авгитовыми, гиперстеновыми и олигоклазовыми базальтами и долеритами, камптонитами. Проявлен метаморфизм низких ступеней – от

цеолитовой до пренит-пумпеллиитовой и пумпеллиит-актинолитовой ассоциаций. Известны небольшие рудопроявления тяжелых металлов. Они обычно ассоциируют с красными глинами (пирит-халькопирит-сфалерит-марказит). Определенно устанавливается, что тектоническое становление этого комплекса отложений и офиолитов произошло в начале миоцена. Так как самые молодые отложения этого комплекса относятся к верхам олигоцена, а перекрыт он с несогласием фаунистически охарактеризованными отложениями нижнего миоцена и пронизан многочисленными ненарушенными дайками известково-щелочных пород миоценового возраста (по K/Ar – 16–18 млн. лет). Механизм появления аллохтона объясняется широтным гравитационным скольжением с востока на запад, вызванным обдукцией океанической коры и осадков по границе между Индийской и Тихоокеанской плитами.

Очень интересный доклад о минералогической и химической эволюции Тонга-Кермедек-Ново-Зеландской островной дуги представили А. Еварт с соавторами (A. Ewart et al; Австралия, Новая Зеландия). Эта островная дуга четко делится на три части: острова Тонга, Кермедек и Таупо (вулканическая зона в северной части Новой Зеландии). Глубина зоны Беньофа, питающей действующие вулканы, по данным этих авторов, составляет 100–180 км (Тонга), 200–260 км (Кермедек) и 120–150 км (Новая Зеландия).

В Ново-Зеландской части преобладают риолитовые пирокласты и лавы ($\sim$ 16000 км^2), в меньшем количестве развиты базальты и андезиты, редко встречаются экструзии высокоглиноземистых толеитов и дацитов. Эти породы относятся к известково-щелочному типу. В Кермедекской части островной дуги преобладают толеиты и базальтовые андезиты, в подчинении находятся андезиты и дациты. На островах Тонга преобладают базальтовые андезиты с локальным развитием андезитов и дацитов. Химически Тонга-Кермедекские лавы относятся к так называемой островодужной толеитовой серии. Большинство пород рассматриваемой островной дуги имеет свою геохимическую специфику. Так, новозеландские андезиты (по сравнению с андезитами Тонга-Кермедека) обогащены K, Rb, Sr, Ba, редкими землями, V, Th, Zr и Pb. Они также содержат больше радиогенного Sr и Pb. Большинство базитовых андезитов Кермедека в химическом отношении являются более примитивными (обеднены K, Rb, Ba и др.), чем ассоциирующие с ними толеиты. Это указывает на то, что эти андезиты не являются результатом фракционной дифференциации родоначальной толеитовой магмы.

По мнению авторов доклада, родоначальная магма большинства пород островной дуги имела состав базальтового андезита и возникла при плавлении пород в зоне Беньофа. Дальнейшая эволюция этой магмы дала андезиты и дациты, которые развиты в зоне Тонга–Кермедек. Толеитовая магма, характерная для зоны Кермедек, по-видимому, является результатом селективного плавления верхней мантии под хребтом Кермедек на ранней стадии развития островной дуги. Минералогическое изучение базальтовых андезитов Тонга показало, что они кристаллизовались в условиях насыщения водой. Риолитовая магма островов Тонга – Кермедек имела температуру 710–910°C, риолиты кристаллизовались при общем давлении 1–4 кбар, а амфиболсодержащие разности при $P_{H_2O} = P$ общее.

Вулканизм Алеутской островной дуги в докладе американского ученого Р. Кея (R.W. Kay) также рассмотрен с позиции тектоники плит. Согласно этому автору, третичный вулканизм Алеутской островной дуги подчинен трем тектоническим стадиям движения плит: растяжения, сжатия и внутриплитной. Петрология и геохимия магматических пород, с позиций автора доклада, явились отражением этих тектонических стадий. Толеитовые базальты срединно-океанического хребта юга Алеутской дуги образовались на стадии растяжения, толеитовые базальты Камчатского бассейна северо-западной части Алеутской дуги – на стадии спрединга. Базальты стадии растяжения имеют низкую концентрацию большинства литофильных элементов и характеризуются низким отношением радиогенного к нерадиогенному Sr и Pb. Скорее всего их составы соответствуют родоначальному расплаву. Обогащенные щелочами базальты внутриплитной стадии эруптированы через континентальную кору островов Прибылова, севера Алеутских островов и через океани-

ческую кору основания юга Алеутских островов. Для этих базальтов характерно высокое отношение радиогенного к нерадиогенному Sr и Pb.

Петрология острова Амбрим (Новые Гебриды) освещена в докладе П. Стефенсона (P. Stephenson; Австралия). Этот остров находится в центральной части активных вулканов островной дуги Новых Гебридов. Среди вулканических пород этого острова преобладают толеитовые базальты и их дериваты, среди которых выделяются порфиритовые базальты, оливиновые базальты и базальтовые андезиты. В докладе приведены детальные данные по петрохимии вулканитов острова. В зависимости от содержания K_2O и P_2O_5 и их соотношений с SiO_2 и MgO автор выделил две серии вулканитов, что подтверждается также отношением в этих сериях Rb/Ba.

Доклад, чрезвычайно насыщенный аналитическими данными, представлен двумя исследователями – И. Нихоллсом из Австралии (I. Nicholls) и Д. Витфордом из США (D. Witford) и посвящен изучению богатых калием вулканических пород островной дуги Сунуда, Ява, Индонезия. В центральной части дуги Сунуда богатые калием вулканические породы развиты в двух соседних регионах северной и центральной Явы – Гунунг, Унгаран и Бунунг Мурна, под которыми зона Беньофа находится на глубинах 240 и 360 км. На основании большого количества петрохимических и изотопных данных авторы доклада пришли к выводу, что родоначальная магма района Унгаран скорее всего образовалась при парциальном расплавлении перидотитового материала в поднимающихся диапирах вдоль зоны Беньофа. Источник материала был изначально обогащен К, калиевой группой редких элементов и легкими редкоземельными элементами при незначительном влиянии гидратизированного слоя океанической коры. Родоначальная магма района Мурна могла быть продуктом парциального плавления перидотитового материала из мантии низкоскоростных зон. Этот источник материала обогащен К и родственными ему элементами при их переносе вверх в гидрофлюидной фазе в конечную стадию дегидратации верхнего слоя поддвигающейся океанической коры на глубине более 300 км.

В докладе Х. Пухелта (H. Puchelt; ФРГ) приведены исчерпывающие сведения по геохимии и петрологии пород островов Санторин, Христиан и Коломбос и сопоставление этих данных с данными по известково-щелочному вулканизму островных дуг. Согласно автору доклада, зона Беньофа находится под островом Христиана на глубине 135 км (породы содержат 1,68% K_2O и 60% SiO_2), под островом Санторин – на глубине 145 км (1,84% K_2O), под островом Коломбос – на глубине 165 км (2% K_2O и 60% SiO_2). Распределение редкоземельных элементов, Cr, Ni, Th, Zr, Hf, Ba, Rb также четко коррелируется с глубиной залегания зоны Беньофа под островами.

Доклад Р. Джонсона и др. (R. Johnson et al.; Австралия) посвящен позднекайнозойскому вулканизму, ассоциирующему с поддвигом границ плит (Индо-Азиатской и Тихоокеанской) в Папуа-Новой Гвинее. Теоретический доклад о механизме магмагенерации в островных дугах при поддвиге плит представлен А. Сан Мигелем и Ж. Аморосом (A. San Miguel, I.L. Amoros; Испания). Авторы попытались рассмотреть процессы вулканизма в зависимости от геодинамики, которая, по их мнению, тесно связана с тектонофизикой и физико-химией планет.

Экспериментальное исследование по образованию магм островных дуг выполнено группой советских петрологов (В.А. Жариков, Р.А. Ишбулатов, Ю.А. Литвин). Они выступили с докладом "Эксперименты высокого давления по генерации магм островных дуг". В результате этого исследования установлено, что в серии известково-щелочных пород при давлении 25–45 кбар в сухих условиях минимумы ликвидуса и солидуса соответствуют составу между андезитом и дацитом (~ 65вес. % SiO_2) с различным порядком кристаллизации в андезитах (первым выделяется клинопироксен) и в дацитах (первым выделяется кремнезем). Положение этих минимумов в исследованном интервале давлений практически не зависит от давления. Между составами базальтов и андезитов имеется температурный барьер (максимум на T–X кривых ликвидуса и солидуса при ~ 52% вес. SiO_2). Этот максимум разделяет поля кристаллизации кварцсодержащих и бескварцевых пород.

Положение максимума существенным образом зависит от щелочности. Известково-щелочные расплавы кристаллизуются в двух-, одно- и редко трехминеральные эклогитовые ассоциации (± калишпат) при 35–45 кбар. Клинопироксен при этом может содержать до 17 вес. % Al_2O_3 и до 8% избыточного SiO_2.

В присутствии воды температурный барьер не устраняется, только происходит общее понижение ликвидуса и солидуса и смещение минимума в более кислую область (основность расплава повышается при растворении в нем воды). CO_2 также не влияет на термальный барьер, однако ее растворение в расплаве смещает минимумы в сторону меньших содержаний SiO_2 относительно сухих расплавов. Это смещение обратно влиянию воды и не столь значительно, как при растворении воды. Эксперименты проливают свет на генезис магм островных дуг. Наиболее вероятным представляется их мантийное происхождение. Переход от бескварцевых к кварцсодержащим эклогитам мог вызываться удалением щелочей (до 30% от первоначального содержания) восходящими потоками флюидов. Это приводит к трансформации сложных пироксенов и освобождению из них SiO_2 с заметным понижением температуры плавления породы. Объемные соотношения, специфические особенности эволюции магматизма островных дуг зависят от состава и плавления мантийного материала, процессов дифференциации и особенностей истории магматической камеры.

В докладе Л.Л. Перчука "Термодинамический режим магматизма и метаморфизма на ранних стадиях развития островных дуг" даны теоретические расчеты изменения температуры, давления и фугитивностей летучих компонентов в процессах магматизма и метаморфизма для начала эволюции островных дуг. Согласно автору доклада, ранние стадии развития островных дуг охватывают все этапы формирования офиолитовых поясов и начальные (доскладчатые) стадии накопления кремнистых осадков в областях развития океанических желобов с последующим метаморфизмом этих магматогенно-осадочных комплексов. Температуры солидусов для пород главных формаций островных дуг вычислены автором различными способами.

А. Дунит-гарцбургитовая формация 1180–1350°С;
сопряженные оливиновые толеиты 900–1150° С.

В. Перидотит-верлитовая формация 1100–1200°С;
сопряженные оливиновые базальты 875–1050°С.

Ориентировочно можно полагать, что глубины генерации для формации А соответствуют 10–30 кбар, а для формации В – 20–40 кбар. Толеитовые базальты и ультраосновные интрузии дунит-гарцбургитовой формации характеризуют самую раннюю стадию заложения и развития островной дуги. Магматизм отличается высокими температурами, существенно водно-водородным составом флюидов и малоглубинностью заложения. Более поздние излияния высокоглиноземистых базальтов и интрузии магм перидотит-верлитового ряда характеризуются более низкими значениями температуры и более глубинным заложением магматических очагов. Более низкотемпературный характер данного магматизма объясняется высоким давлением газов ($H_2O + H_2 + CH_4 + CO_2$).

Термодинамический режим метаморфизма осадочных пород островных дуг рассчитан автором доклада по термодинамическим данным для равновесий минералов из пород цеолитовой, кварц-пумпеллиитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма. Дальнейшая эволюция метаморфических комплексов офиолитовых формаций сопряжена с возрастанием температуры при относительно устойчивом или слабо возрастающем режиме давления. Наиболее высокие значения давления ($P = 10 \pm 2$ кбар при 350–450°С) достигаются в глаукофановых поясах. Дальнейшая эволюция метаморфизма протекает на фоне спада давления и некоторого возрастания температуры вплоть до образования гранатовых амфиболитов. Термодинамический режим магматизма и метаморфизма, рассчитанный Л.Л. Перчуком для ранних стадий развития островных дуг, достаточно хорошо отражает их геотектоническую эволюцию. Проблема связи магматизма и оруденения на секции "Петрология" рассматривалась на примере меднопорфировых месторождений. Для решения петрологических вопросов здесь также широко использовались данные геохимии и гео-

тектонические реконструкции. Так, в докладе Д.Р. Мэзона (D.R. Mason; Австралия) "Геохимические взаимоотношения между известково-щелочными магматическими комплексами и ассоциированной с ними минерализацией меднопорфирового типа в регионе Папуа-Новая Гвинея – Соломоновы острова юго-запада Тихого океана" рассмотрены геохимические особенности третичных и более молодых интрузий трех различных геотектонических зон: 1) внутриокеанических островных дуг, 2) австралийской континентальной окраины (новогвинейский подвижный пояс), и 3) австралийского континентального блока. Меднопорфировая минерализация известна во всех зонах. Низкокалиевые, нормальные и высококалиевые комплексы встречаются как в первой, так и во второй зоне, тогда как низкокалиевые не встречаются в 3-й зоне. Наименьшее содержание калия отмечается в комплексах 1-й зоны, а наибольшее – в 3-й зоне. Меднопорфировая минерализация ассоциирует с породами более поздних, низкокалиевых комплексов, интрудировавших высококалиевый комплекс. Предложены две модели, объясняющие эту закономерность. Первая модель предусматривает частичное плавление мафического материала в едином источнике в основании коры с удалением прогрессивно обедняющихся калием порций магмы. Вторая модель предполагает частичное плавление в геохимически различных источниках, находящихся на разных уровнях в основании коры.

Связи магматизма с меднопорфировой минерализацией посвящен доклад А.Р. Чиваса (A.R. Chivas; Австралия) "Магматическая эволюция и меднопорфировая минерализация комплекса Колоула, Гвадалканал". Плейстоценовый магматический комплекс Колоула, примыкающий к желобу Сан-Кристобал, прорывает базальты и андезиты олигоцен-нижнемиоценовые вулканиты. Магматический комплекс разделен на три возрастные группы: дорудную, внутрирудную и пострудную. Дорудная группа представлена лейкогаббро, оливиновым пироксенитом, роговообманковым диоритом и биотит-роговообманковым гранодиоритом. Внутрирудная группа характеризуется диоритом, кварцевым диоритом, тоналитом, гранодиоритом, дайками кварцевого монцонита и тоналитовым порфиром, образующими зональный плутон (кроме тоналитового порфира). Отмечено два этапа меднопорфировой минерализации: ранний, непосредственно за внедрением даек кварцевого монцонита, и поздний, после тоналитового порфира. Пострудная группа представлена дайками андезита. Первые две группы относятся по составу к известково-щелочной серии, причем рудная группа обеднена калием. Биотит в породах внутрирудной группы показывает прогрессивное увеличение отношения Mg/(Mg+Fe) в более поздних фазах и от ядра зерен к периферии. Количество магнетита в породах также уменьшается в более поздних фазах. Это говорит о достаточно высокой фугитивности кислорода во время кристаллизации магмы. Окисление магматической системы можно объяснить отделением водной фазы от магмы при кристаллизации, сопровождаемой диссоциацией и потерей водорода. Эта водная фаза представляет ранние гидротермальные флюиды, насыщающие породы внутри рудной группы и привносившие по крайней мере часть меди. Включения этих флюидов имеют высокую концентрацию солей и гомогенезируются при 500–700°С. Роговые обманки внутрирудной и двух других возрастных групп магматических пород показывают обратные соотношения в изменении состава зон от центра к периферии зерен. По-видимому, условия кристаллизации во внутрирудной группе отличались от таковых в дорудной и пострудной группах.

Особенности типоморфизма породообразующих минералов меднопорфировых месторождений освещены в докладе С.А. Уильямса (S.A. Williams; США) "Петрографические критерии, специфичные для меднопорфировых месторождений". Широко проявленные процессы изменения в меднопорфировых месторождениях не являются специфичными. Они характерны и для других типов месторождений и далеко не всегда сопровождаются рудами. На материале 77 меднопорфировых месторождений найдено, что характеристичным минералом является рутил, образующийся как при раннем изменении материнского интрузива, так и присутствующий в кварц-серицитовых зонах и в зоне вторичного биотита. Он наблюдается также в присутствии кальцийсодержащих минералов. Сам по себе рутил тоже имеет типоморфные особенности. Отношение $c:a$ в нем необычайно мало (около 1,5). Его красный

цвет связан с присутствием меди (0,01–0,05%). Рутил характеризуется к тому же необычно высокими отношениями V/Nb и Cr/Nb.

Не менее специфичен апатит. Он встречается в жилах с сульфидами, а также присутствует как в измененных интрузивных, так и вмещающих породах, обнаруживая там черты коррозии или роста кристаллов. Минерал образует ритмично-полосчатый ореол от продуктивного порфира (как ядра), уходящий во вмещающие породы на сотни и тысячи метров. Этот апатит обогащен хлором и отличается еще от апатитов оловянно-порфировых и молибдено-порфировых месторождений, карбонатитов и гранитов. Однако внешняя кайма зональных зерен апатита обогащена фтором (вероятно, вследствие разложения биотита). Необычно также высокое содержание церия и лантана в апатитах меднопорфировых месторождений.

Попытка приложения некоторых новых идей, развиваемых в металлургии сплавов, к анализу структур меднопорфировых месторождений предпринята в докладе П.С. Грю (P.C. Grew; США) "Стресс-коррозионное растрескивание и меднопорфировая минерализация". Стресс-коррозионное растрескивание вызывается докритическими напряжениями в условиях агрессивной среды. Большинство порфировых месторождений показывает интенсивное гидротермальное изменение, указывающее на коррозионность флюидной среды. В них проявлены структуры, свидетельствующие о напряжениях, и широко распространенное растрескивание пород. Разнообразие структур меднопорфировых месторождений, объясняемое обычно тектоническими движениями, вулканическими взрывами, контракцией при остывании, гидроразрывом, ретроградным кипением и другими причинами, может быть понято в терминах концепции стресс-коррозионного растрескивания.

* * *

Таким образом, XXV Международный геологический конгресс показал большой интерес геологов к проблеме островных дуг. К сожалению, в докладах, оглашенных на конгрессе, звучала односторонняя идейная направленность этой проблемы. Идеи тектоники плит в связи с магматизмом островных дуг сняты с обсуждения и принимались в качестве постулата. Богатейший фактический материал, приведенный в докладах, подавался как иллюстрация новой глобальной тектоники, а факты, противоречащие ей, просто не обсуждались.

На конгрессе совершенно отсутствовали доклады, посвященные палеоостровным дугам континентов, не проводилось сопоставлений и выявления специфики магматизма островных дуг различных этапов развития.

В.А. Жариков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МИНЕРАЛОГИИ, ПЕТРОЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И УЧЕНИЯ О РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Результаты экспериментальных исследований в области минералогии, петрологии, геохимии и учения о минеральных месторождениях освещены на двух специальных симпозиумах конгресса: 102.2 – Экспериментальная петрология крайних условий метаморфизма; 104.6 – Экспериментальная геология и генезис рудных месторождений, а также в отдельных докладах на секциях: петрологии, геохимии, минералогии и планетологии. Общее число докладов невелико – 18 (тезисов, опубликованных в сборниках к конгрессу, несколько больше – 21), однако это существенно меньше, чем на XXIV сессии Международного геологического конгресса в Канаде (39 докладов). Тематика докладов очень разнообразна и разнохарактерна. Только на симпозиуме 102.2 доклады сконцентрированы вокруг одной (хотя и достаточно широкой) проблемы и могут служить в какой-то мере показателем уровня и направлений исследований. Во всех других секциях (хотя экспериментальная тематика специально объявлена на симпозиуме 104.6 и в секции XIV "Минералогия") доклады подобрались в значительной мере случайно.

Доклады, заслушанные на симпозиуме 102.2, отличались высоким научным уровнем. Любопытно отметить, что все зарубежные лидеры экспериментальной петрологии (П. Уайли, Д. Грин, В. Шрейер и др.) выступали с обзорами в основном уже опубликованных материалов, нередко в популярном изложении. В этом отношении практически только наши доклады содержали в большом количестве новые оригинальные данные. Научный уровень докладов, включенных в повестку дня других секций и симпозиумов, был очень неровным. Наряду с докладами, отражающими последние достижения экспериментальной минералогии и петрологии, сообщены и результаты достаточно примитивных исследований. Большинство докладов освещало актуальные, но уже в какой-то мере традиционные направления экспериментальной петрологии: плавление пород и систем при высоких давлениях в связи с проблемами глубинного (в том числе мантийного) магматизма, исследование минеральных равновесий в силикатных и других системах в условиях высоких температур и давлений, синтез и определение стабильности минеральных фаз особой петрологической значимости (глаукофан, виридин и др.) и т.д. Вместе с тем следует обратить внимание на проявленный зарубежными исследователями интерес к новым проблемам экспериментальной петрологии и геохимии. Среди таких следует указать на роль кинетических факторов в низкотемпературном минералообразовании (Д.Рикарди; Швеция), на вопросы взаимодействия раствор – порода и его значение для рудогенеза (Ф.Диксон; США, А. Элисс; Новая Зеландия). Обе эти проблемы достаточно успешно разрабатываются в Советском Союзе. Методический уровень и техническая (аппаратурная) оснащенность лучших исследований очень высоки. Но и среди них выделялось сообщение об уникальной установке сверхвысоких давлений типа алмазных наковален с окнами и лазерной системой для нагревания и калибровки по давлению (доклад оон-Валькенбурга; США, секция "Геохимия").

В докладе указывалось, что установка позволяет проводить эксперименты при температурах до 2500°С и давлениях до 1500 кбар. Демонстрировались результаты пробных опытов при температуре до 1700°С, давлении 800 кбар. Установка такого же типа разработана П. Белл и Х. Мао, по их данным, она рассчитана на T до 2000–2500°С и P до 500 кбар. Следует подчеркнуть использование в этих установках в качестве датчиков давления смещения двух полос флюоресценции рубина (с длинами волн 0,6928 и 0,6942 мкм). Описанная конструкция позволит осветить фазовые состояния и переходы до глубин, отвечающих внешнему ядру

Земли. Доклад фон-Валькенбурга так и назван: "Окно в ядро Земли". Установок именно такого типа в геологических учреждениях Советского Союза нет, хотя мегабарные диапазоны давлений уже достигнуты (ИГиГ СО АН СССР и др.).

Советская экспериментальная минералогия и петрология представлены на конгрессе двумя докладами В.А. Жарикова с соавторами (на симпозиуме 102.2 и на секции "Петрология") и опубликованными тезисами И.Я. Некрасова (секция "Минералогия"). Охарактеризуем кратко главные научные результаты, обсуждавшиеся на XXV Международном геологическом конгрессе в области экспериментального освещения эндогенных процессов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПЕТРОЛОГИЯ КРАЙНИХ УСЛОВИЙ МЕТАМОРФИЗМА

Симпозиум 102.2 под указанным названием организован комиссией по экспериментальной петрологии при высоких температурах и давлениях Международного союза геологических обществ. Доклады были заказными и преследовали цель обсуждения на основе новейших экспериментальных данных физико-химических условий метаморфизма, крайних по значениям температур и давлений ("extreme metamorphism"). Кроме того, в повестку дня включены доклады, освещающие приложение экспериментальных данных к истолкованию условий метаморфизма вообще и конкретных регионов (доклады А. Уайта "Ультраметаморфизм и генезис гранитоидов", Ф. Блэка "Региональный метаморфизм высоких давлений Новой Каледонии", А. Рахейма "Региональный метаморфизм высоких давлений и метаморфическая зональность Западной Норвегии"; этот доклад не состоялся). Вместо несостоявшихся также докладов А.Томсона "Анатексис и генерация магм" и Н.Гоуса "Экспериментальное плавление гнейсов высоких ступеней метаморфизма и граниты Гималаев" включен доклад австралийского аспиранта из Японии Т. Мори "Равновесие двух пироксенов при высоких T и P" (не по теме симпозиума).

Заседания открылись вступительным словом конвинера симпозиума Д. Грина (Австралия), охарактеризовавшего тематику симпозиума, оттенившего сложность и значимость поднимаемых вопросов. В докладе П. Уайли (США) "Анатексис и его отношение к глубинному коровому магматизму" в броской форме и обобщенном виде изложены результаты работ, опубликованных им совместно с В. Хуангом и С. Стерном, по условиям плавления естественных и искусственных (смесь $NaAlSi_3O_8 + KAlSi_3O_8 + SiO_2$) гранитов и тоналитов в присутствии воды (с избытком и при различных содержаниях H_2O). Среди главных результатов и полученных зависимостей необходимо отметить следующее.

Охарактеризовано положение ликвидуса и солидуса естественных и искусственных гранитов в сухой системе и под давлением паров воды в диапазоне 5–35 кбар. Кривые солидуса и ликвидуса сухого гранита имеют положительный наклон ($dT/dP > 0$), который увеличивается при появлении фаз высокого давления (жадеит, коусит). Кривые солидуса и ликвидуса насыщенных водой гранитов имеют отрицательный наклон ($dT/dP_{H_2O} < 0$) в области малых и не очень больших давлений, который меняется на положительный при появлении фаз высоких давлений (жадеит, кианит и др.)[1]. Возрастание давления приводит к перемещению эвтектического минимума в направлении полевошпатовых минералов. В присутствии избытка воды при высоких давлениях (30 кбар) это перемещение меньше, чем в сухой системе. Охарактеризованы также положения ликвидуса и солидуса насыщенных водой естественных тоналитов. Особое внимание в докладе уделено характеристике последовательности кристаллизации минералов при различном содержании воды в гранитных расплавах (при постоянном общем давлении). Показано, что различная зависимость dT/dP_{H_2O} для разных минералов, особенно отличающаяся для водных минералов (биотит и др.), приводит к изменению последовательности кристаллиза-

[1] Положение точки излома линии ликвидуса насыщенного водой естественного гранита и фазовые соотношения в ней точно не определены.

ции минералов. Например, при общем давлении 2 кбар последовательность кристаллизации минералов в недосыщенных водой гранитах: $L + Pl \rightarrow L + Pl + Ksp \rightarrow L + Pl + Ksp + Q \rightarrow L + Pl + Ksp + Q + Bi$ (при содержании H_2O до 1 вес.%) $L + Pl \rightarrow L + Pl + Ksp \rightarrow L + Pl + Ksp + Bi \rightarrow L + Pl + Ksp + Bi + Q$ (при содержании воды 1–3 вес.%) и $L + Pl \rightarrow L + Pl + Bi \rightarrow L + Pl + Bi + Ksp \rightarrow L + Pl + Bi + Ksp + Q$ (при содержании H_2O более 3 вес.% и вплоть до насыщения).

Рассматривая вопросы генезиса гранитоидных магм, П. Уайли отмечал их коровое происхождение, анатектический характер и зависимость количества и состава палингенных расплавов от количества воды, содержащихся в поровых растворах или в составе расплавляемых метаморфических толщ.

Последний тезис П. Уайли – о зависимости анатексиса от количества воды – вызывает, конечно, серьезные возражения. В этом случае палингенез должен осуществляться в условиях закрытой (в том числе и для воды) системы со всеми вытекающими особенностями: температуры плавления и составы расплава всегда эвтектические по отношению к вмещающим породам и не зависят от содержания воды, поскольку отвечают условиям насыщения водой при данном давлении; напротив, количество палингенного расплава определяется количеством воды, т.е. должно происходить только частичное выплавление эвтектики; эвтектические расплавы должны, в принципе, выплавляться дважды при разных температурах, отвечающих водонасыщенной и сухой магме и т.д. Несомненно, более предпочтительной представляется модель анатексиса в условиях вполне подвижного поведения воды, углекислоты, других летучих и некоторых нелетучих (щелочи, например) компонентов. В этих условиях состав и количество палингенного расплава определяется температурой и активностью вполне подвижных компонентов в воздействующем флюиде, с которыми возникающие расплавы находятся в осмотическом равновесии.

Три доклада – В. Шрейера (ФРГ), Б. Хенсена (Австралия) и В. Мареша (ФРГ) – посвящены экспериментальному освещению условий образования парагенезисов и минералов, выступающих как показатели давления метаморфических процессов. В. Шрейер в докладе "Белые сланцы: T–P условия их образования по данным экспериментальных, полевых и петрографических наблюдений" осветил проблему сланцев, характеризующихся необычным парагенезисом тальк + кианит. Метаморфические породы с этим парагенезисом (+ жедрит, иодерит, кварц) описаны для некоторых районов Танзании, Замбии, Афганистана и Швейцарии. Экспериментальные исследования В. Шрейера в системе $MgO–Al_2O_3–SiO_2–H_2O$ показали, что парагенезис тальк + кианит в присутствии избытка воды стабилен в диапазоне 650–800°С и давлениях выше 10 кбар. Эти условия, по Шрейеру, характеризуют глубины метаморфизма вблизи границы Мохо на континентах. При изменении T–P условий парагенезис тальк + кианит сменяется на изохимические эквиваленты: при понижении T на кварц + хлорит, при повышении T на жадеит + кварц, энстатит + + кварц и т.д., при понижении P на жедрит + кордиерит, иодерит + кварц и т.д. Необычность химического состава белых сланцев (богатые глиноземом и магнием и бедные железом, кальцием и щелочами породы) не позволяет выделить их как особую метаморфическую фацию, но парагенезис талька и кианита оказывается весьма показательным для особых условий метаморфизма при больших давлениях.

Доклад на тему "Экспериментальные достижения по определению стабильности глаукофана и их значение для интерпретации условий образования голубых сланцев" сделан В. Марешем. Актуальность проблемы глаукофановых сланцев очевидна: в ней сфокусированы кардинальные вопросы тектоники и петрологии. Первые экспериментальные данные по синтезу и определению полей устойчивости чистого магнезиального глаукофана ($Na_2Mg_3Al_2Si_2O_{22}(OH)_2$), полученные Эрнстом, не получили подтверждения в более поздних работах. Подводя итоги состоянию экспериментальной изученности устойчивости глаукофана, можно отметить следующее. Чистый глаукофан пока еще не получен экспериментально, и поля его стабильности не определены. Опыты по разложению природного бедного железом глаукофана показали, что для его устойчивости действительно благоприятны условия невысо-

ких температур и средних до высоких давлений. Однако пока невозможно определенно наметить T–P условия глаукофанового метаморфизма. Не только температура и давление, но и летучесть кислорода, отношение $P_{H_2O}/P_{общ}$, возможное влияние примеси в глаукофане железистой, рибекитовой и Mg-рибекитовой молекул – все это существенно для понимания условий образования глаукофановых сланцев. Проблема глаукофана в экспериментальном аспекте остается открытой.

В докладе Б. Хенсена "Гранатово-кордиеритовые ассоциации как геотермометр и геобарометр для гранулитовой фации" подведены итоги работ автора и Д. Грина по экспериментальному изучению равновесия гранат–кордиерит. Эти работы хорошо известны; они показали устойчивость парагенезиса кордиерит–гранат в диапазоне T = 700–900°С и P = 3–10 кбар, зависимость состава сосуществующих граната и кордиерита от давления, небольшое влияние на это распределение других сосуществующих минералов (избыток глинозема или отсутствие его) и близкую к линейной зависимость логарифма константы распределения от обратной температуры (по недавним расчетам А. Томсона). Последние экспериментальные исследования Б. Хенсена по этому равновесию, проведенные в присутствии избытка воды, не показали по предварительным данным ожидавшегося некоторыми исследователями заметного влияния H_2O на обменное равновесие гранат – кордиерит.

Два доклада: В.А. Жарикова с сотрудниками (СССР) и П. Метца (ФРГ) посвящены экспериментальному освещению условий метаморфизма карбонатсодержащих пород. В докладе В.А. Жарикова, К.И. Шмуловича и В.К. Булатова "Экспериментальные исследования системы $CaO–MgO–SiO_2–CO_2–H_2O$ и условия высокотемпературного контактового метаморфизма" представлены новые экспериментальные данные по изучению главных минеральных равновесий в высокотемпературной части системы: реакций с участием гроссуляра, монтичеллита, аккерманита и мервинита. На основании этих данных: а) представлена общая диаграмма состояния, определяющая T–P_{CO_2} равновесия в высокотемпературной части системы (более 400°С); б) построены петрогенетические диаграммы T–P–X_{CO_2} для диапазона 400–1000°С и P до 10 кбар, характеризующие физико-химические условия высокотемпературного метаморфизма карбонатсодержащих пород, включая крайние по температуре условия.

Сопоставление экспериментально изученных однотипных реакций в присутствии чистой CO_2 и в смеси $H_2O + CO_2$, а также полученных в лаборатории авторов новых данных по коэффициентам фугитивности углекислоты выявило существенное влияние отклонения от идеальности смеси $H_2O + CO_2$ на положение реакций карбонатизации. Выделены и количественно охарактеризованы фации метаморфизма карбонатсодержащих пород в зависимости от T, P, X_{CO_2}. Показано, что мольная доля углекислоты в природных процессах обычно не превышает 0,2–0,3.

В докладе П. Метца "Температура, давление, состав $H_2O–CO_2$ в процессе метаморфизма кремнистых доломитов по экспериментам с форстеритсодержащими ассоциациями" приведены результаты изучения равновесий тремолит + доломит = = форстерит + кальцит + CO_2 + H_2O и диопсид + доломит ⇄ форстерит + кальцит + +CO_2 при общем давлении 1,3 и 5 кбар в смеси $H_2O + CO_2$. Эти моновариантные реакции, образующие пятиминеральную нонвариантную ассоциацию, ограничивают по температуре ассоциацию форстерит + диопсид + доломит + кальцит. Поскольку парагенезис доломита и кальцита может быть использован как геотермометр (читатель может обратиться к более ранним работам Гольдсмита и Графа, на которых основывается П. Метц), то отмеченные выше моно- и нонвариантные равновесия могут успешно служить для установления давления и соотношения $H_2O–CO_2$ при метаморфизме. Все эти доклады на симпозиуме вызвали оживленный обмен мнениями во время и после заседаний.

Среди докладов по экспериментальной тематике к проблеме экспериментального освещения крайних условий метаморфизма примыкает доклад К. Лангера, П. Анастасова и И. Абс-Вурмбах "Синтез, стабильность и физические свойства Mn-содержащих силикатов" (секция минералогии). При температурах 800–1000°С и давлении в 15 кбар синтезированы пьемонтит $Ca_2(Al, Mn)_3Si_3O_{12}(OH)$, виридин $(Al, Mn)_2SiO_5$, браунит $Mn(Mn, Al)_6SiO_{12}$ и новая фаза высокого давления состава $Ca_3Mn_2^{3+}(Si_2O_7)_2$.

Новая фаза высокого давления стабильна выше 750°С и 13 кбар, а с понижением T и P разлагается с образованием волластонита, браунита и кварца. Кристаллохимические особенности и свойства этой новой фазы изучаются. Предварительно намечены условия стабильности пьемонтита в зависимости от T, P, фугитивности кислорода. Показано, что примесь Mn повышает температуры стабильности минералов эпидотовой группы. Значительное расширение по давлению поля устойчивости андалузита обнаруживается при вхождении в него марганца. Виридин (Mn-содержащий андалузит) стабилен вместе с силлиманитом при P = 10 кбар и с кианитом при P = 13 кбар. Изучено возрастание a_0, b_0, c_0 и V_0 для пьемонтита и виридина в зависимости от содержания марганца, получены спектры поглощения минералов. Предпринятое К. Лангером экспериментальное изучение влияния примесей на поля стабильности типоморфных минералов, отраженное в этом докладе и его более ранних публикациях по влиянию хрома и ванадия, железа и марганца на стабильность кианита, имеет существенное значение для понимания граничных T–P условий природных метаморфических фаций.

Экспериментальному освещению проблем мантии посвящены три доклада. В докладе В.А. Жарикова, Р.А. Ишбулатова и Ю.А. Литвина "Происхождение магм островных дуг в свете экспериментальных исследований при высоких давлениях" (секция петрологии) изложены результаты исследования плавления изверженных пород известково-щелочной серии при P = 25, 35 и 45 кбар и высказана гипотеза о происхождении магм этой серии.

Детальные экспериментальные исследования T–P положения ликвидуса, солидуса и фазовых соотношений для базальтов, андезитов, дацитов и риолитов в безводных условиях показали следующее. Установлено, что минимум температур ликвидуса и солидуса приходится на составы, промежуточные между андезитами и дацитами (64–65 вес. % SiO_2), и в диапазоне 25–45 кбар практически не зависит от давления. Обнаружен температурный барьер (максимум температур ликвидуса и солидуса при содержании $SiO_2 \approx 52$ вес. %), отделяющий поля кристаллизации насыщенных и не насыщенных кремнеземом изверженных пород. Переход к кварцмодальным разностям сопровождается резким понижением температур кристаллизации (особенно температуры солидуса). Обнаружена способность пироксенов высоких давлений содержать избыточный кремнезем. Специальные исследования системы диопсид – молекула Чермака – кремнезем показали, что клинопироксены высоких давлений при 35 кбар могут содержать до 20–25 вес. % избыточного кремнезема предположительно в виде молекулы $(Ca, Mg)_{0,5}AlSi_2O_6$. На основании экспериментальных данных выдвинуто предположение, что образование известково-щелочных магм происходит в результате выноса флюидами части щелочей (10–30% первичного содержания) путем метасоматического преобразования мантийных пироксенитов и эклогитов, которое приводит к появлению свободного кремнезема и вследствие существенного понижения температуры солидуса – к выплавлению магматического материала. Переход к известково-щелочным сериям может осуществляться и путем выноса части щелочей из мантийных базальтовых расплавов. Для образования магм повышенной щелочности определяющее значение имеет не глубинность, а способ перемещения расплавов к земной коре путем магматического замещения.

Актуальной и дискуссионной проблеме влияния углекислоты на плавление ультраосновных магм посвящен доклад Г. Брея и Д. Грина (Австралия) "Роль угле-

кислоты в мантии Земли" (секция "Геохимия"). Отмечая существенное значение углекислоты для понимания процессов магмообразования в мантии, авторы привели результаты определения растворимости CO_2 (в чистом виде и в присутствии воды) в оливиновых мелилититах и влияние CO_2 на плавление и фазовые соотношения в интервале давлений 10–40 кбар. Приведены данные по растворимости углекислоты на ликвидусе 5,1% при 10 кбар; 7,5% при 20 кбар, 9,3% при 30 кбар, 10–11% (оценка) при 40 кбар. Растворимость углекислоты существенно возрастает в присутствии воды (в пределах 11,4–21% CO_2 в зависимости от содержания воды – соответственно 14 и 8,8% H_2O – при общем давлении 30 кбар). В присутствии воды и углекислоты происходит заметное понижение температуры солидуса и ликвидуса и изменение фазовых соотношений при кристаллизации: при давлениях выше 20 кбар гранат и клинопироксен становятся субликвидусными фазами (вместо оливина, занимающего это положение в опытах с сухими расплавами и в условиях насыщения водой). Отмечается, что углекислота образует карбонаты в субсолидусе и растворяется в силикатном расплаве в виде CO_3^{-2} (по данным ИКС стекол). Г. Брей и Д. Грин полагают, что оливин-мелилитовая жидкость является первым расплавом, образующимся из мантийных перидотитов на глубинах, отвечающих зоне пониженной вязкости в мантии.

Результаты экспериментов Г. Брея и Д. Грина заметно отличаются от начатых несколько ранее и проводимых главным образом в Геофизической лаборатории (США) Д. Эглером и Б. Миссеном. Эти различия касаются: а) величин растворимости углекислоты, которая, по данным Д. Эглера и Б. Миссена, заметно ниже; б) состава $CO_2/(H_2O + CO_2)$ и температур, при которых происходит выплавление мелилитовых магм из мантии; в) форм существования CO_2 в расплавах – Д. Эглер и Б. Миссен, признавая существование CO_3^{-2}, важную роль отводят молекулам CO_2. Отметим также различия в температурной зависимости растворимости CO_2 при высоких давлениях: Д. Эглер и Б. Миссен отмечают заметную $dX_{CO_2}/dT > 0$ при давлениях 20 кбар и более, Г. Брей и Д. Грин таковую не обнаружили. Дискуссия между исследователями проходит главным образом по вопросам методики проведения экспериментов корректности экстраполяций и истолкования полученных данных.

В докладе Р. Хейзена (Англия) "Структура минералов при высоких давлениях" (секция "Минералогия") приведены данные рентгеновского изучения некоторых минералов – периклаза, форстерита, фаялита, альбита, сфена, пирита и других – при давлениях до 50 кбар (при комнатной температуре). Показано, что такие давления не влияют на размеры SiO_4 тетраэдров, по октаэдрическим позициям Mg^{2+} и Fe^{2+} устанавливается сжимаемость порядка 3,5 объемн. %, причем большей сжимаемостью характеризуются минералы, сложенные большими по размерам катионы (форстерит, например, менее сжимаем, чем фаялит). Для уменьшения объема минералов могут быть использованы и другие структурные особенности, такие, как вакантные анионные позиции, перестройка субструктуры (например, возрастание давления вызывает увеличение триклинности альбита), изменение взаимного расположения кремнекислородных тетраэдров с изменением сингонии и т.д. Высокое давление во многих отношениях ведет себя, как сверхнизкие температуры. Для окисных минералов, например, давление 8 кбар приводит к таким же структурным и объемным изменениям, как приближение к нулевым (по Кельвину) температурам.

Из других докладов экспериментальной тематики следует указать на доклад А. Нальдрета и В. Реймони (Канада) "Экспериментальное изучение образования магматических Ni–Cu сульфидных руд", сделанный на симпозиуме 104.6 "Экспериментальная геология и генезис рудных месторождений". Излагая результаты своих и других исследований по определению условий возникновения сульфидных магм, авторы подчеркивают сложную зависимость от фугитивностей серы и кислорода, активностей FeO и FeS в расплаве. Отмечается, что обособление сульфидных расплавов зависит от насыщения их серой, которое в свою очередь связано с активностью FeO. Показано, что только при высоких фугитивностях серы возрастание

активности FeO приводит к возрастанию активности FeS и существует прямая зависимость между активностью FeO и насыщенностью серой расплава. При низких фугитивностях серы возрастание активности FeO приводит к понижению активности FeS.

Проведено экспериментальное изучение распределения Ni, Cu и Co между базальтовым и сульфидным расплавами при T = 1255 и 1305°C. Это распределение может быть представлено обменной реакцией MeO + FeS ⇄ FeO + MeS. Константы распределения

$$K_d^{Me} = \left(\frac{X_{MeS}}{X_{FeS}} : \frac{X_{MeO}}{X_{FeO}} \right)$$

при 1255°C и низкой фугитивности кислорода имеют значения K_d^{Ni} = 56, K_d^{Cu} = = 50, K_d^{Co} = 20. Все экспериментальные данные показывают, что распределение Fe, Ni и Cu между несмешивающимися сульфидным и силикатными расплавами в существенной мере зависят от состава силикатной магмы, температуры, фугитивностей серы и кислорода во время обособления сульфидной магмы от силикатной.

В.И. Смирнов

ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

На XXV сессии Международного геологического конгресса проблемы рудных месторождений рассматривались на посвященной им секции "Минеральные месторождения", а также на симпозиумах, организованных в период работы сессии различными международными геологическими огранизациями, в основном входящими в Международный союз геологических наук и в программу Международной геологической корреляции. Среди них можно отметить симпозиумы по металлогении в связи с глобальной тектоникой (рководитель М. Соломон), по исследованию флюидных включний (Е. Реддер), по экспериментальному исследованию генезиса рудных месторождений (Р. Хилл), по геологии урана (Р. Найнингер), по геологии и геохимии марганца (Д. Грасселли), по экономической геологии морского дна (Е. Сиболд). Кроме того, важные аспекты рудообразования затрагивались на симпозиумах и заседаниях рабочих групп по металлогенической карте мира, по металлогении докембрия, по экспериментальной петрологии, по глобальной корреляции складчатых эпох, по корреляции геологических явлений орогенных поясов и их обрамления, по структурной характеристике тектонических зон, по плутонизму Тихоокеанского кольца, по тектоническим аспектам офиолитов и некоторых других. Наибольшее число докладов рассмотрено на заседаниях секции, посвященной минеральным месторождениям (руководитель П. Ламберт). На этой секции проведена дискуссия по двум проблемам: 1) генезис стратиформных месторождений (подсекция А), 2) условия образования поверхностных месторождений (подсекция В).

СТРАТИФОРМНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Главное внимание уделено колчеданным месторождениям, в частности, и в особенности колчеданным месторождениям, выдающиеся представители которых известны по территории Австралии. Здесь выделяются четыре эпохи вулканической активности, породившие колчеданные месторождения, охарактеризованные в докладе Р. Стентона (Австралия). К архейским принадлежат колчеданные месторождения типа "Томпсон", связанные с древнейшим пикритовым вулканизмом. К протерозойской эпохе относятся такие знаменитые месторождения Австралии, как Брокен Хилл, Маунт-Айз, Дагелд Ривер, и др. Было показано, что генетически они связаны с вулканизмом широкой гаммы – от базальтов до липаритов, образования которого ныне превращены в глубоко метаморфизованные гнейсы и кристаллические сланцы. Нижнепалеозойская эпоха каледонского цикла развития вновь ознаменовалась активным вулканизмом, породившим достаточно крупные колчеданные месторождения Розбери, Кэптен Флет, недавно открытое Вудлаун и др. Менее значительные колчеданные месторождения более позднего возраста, до пермского включительно, отмечаются в восточных провинциях Австралии и Тасмании. В соответствии с генеральным планом тектонического строения Австралии архейские месторождения локализованы вдоль ее западной окраины; по мере движения к востоку они относятся ко все более молодым эпохам рудообразования.

Как австралийские геологи, так и участники симпозиума из ряда зарубежных стран не называют эти месторождения колчеданными, определяя их как стратиформные сульфидные месторождения, ассоциированные с вулканизмом. При таком широком и не вполне определенном подходе к их обособлению они различают среди них месторождения массивных сульфидных руд, которые мы относим к собственно колчеданным и медноколчеданным, а также месторождения полиметаллических руд – термин, перешедший в мировую литературу из нашего алтайского лексикона. Все докладчики и лица, принимавшие участие в дискуссии, однозначно считают колчеданные месторождения вулканогенными; не было сказано ни одного слова по

поводу их возможного сродства с гранитным магматизмом, которое считается абсурдным.

При рассмотрении колчеданных месторождений в качестве вулканогенных продуктов предприняты попытки их генетического подразделения. Т. Сато (Япония) выделил среди колчеданных месторождений четыре ряда. Первый ряд ассоциирован с хорошо развитыми островными палеовулканическими дугами кальциево-щелочного состава базальт–андезит–дацит–риолитовой серии; к ним, в частности, принадлежат месторождения Рудного Алтая. Второй ряд относится к слабо проявленным палеовулканическим островным дугам натровой серии толеитовых базальтов – андезитов – спилит-кератофиров; к ним относятся образования Урала. Третий ряд формируют месторождения, ассоциированные с океаническими толеитами палеоокеанских хребтов или краевых бассейнов. Четвертый ряд представлен колчеданными месторождениями ахрейских зеленокаменных поясов, возникших вследствие коматит-базальтового – андезит-дацит-риолитового вулканизма. Месторождения всех четырех рядов подразделяются на три группы. К первой принадлежат колчеданные залежи, возникшие в центрах поступления рудообразующих растворов и часто представленные эпигенетическими метасоматическими, штокверковыми и вкрапленными рудами в вулканических комплексах. Ко второй группе относятся сингенетические колчеданные залежи массивных руд, сформированные на дне морских бассейнов близ центров поступления эндогенных рудообразующих растворов, часто на склонах вулканов. К третьей группе принадлежат сингенетические пластовые колчеданные тела, возникшие из рудообразующего вещества, снесенного в сторону от центров вулканического питания, и потому часто находящиеся среди преобладающих терригенных и карбонатных морских осадков. Нетрудно видеть, что такая группировка не отличается от принятой среди той части геологов нашей страны, которые стоят на реалистических позициях генезиса колчеданных месторождений. Слабым местом в представлениях большинства зарубежных геологов, касающихся условий колчеданных месторождений, является отсутствие анализа истории их развития. Дальше представлений о двух стадиях накопления сульфидов – первой, преимущественно пиритной по составу и осадочной по происхождению, и второй – разнообразных сульфидов, часто эпигенетических по условиям их проявления,– докладчики не пошли (Р. Роберто и др., Н. Виллиамс; США).

На симпозиуме получена достаточно свежая информация не только о колчеданных месторождениях Австралии. Рассмотрены также материалы по колчеданным месторождениям США (У. Кепм и др., Р. Рейд и др.), Канады (Дж. Аллард и др., Ф. Кемпбелл и др.), Японии (Н. Шиказоно, К. Сато и др.), Финляндии (Е. Пелтола), Фиджи (Х. Колли и др.), Саудовской Аравии (Р. Робертс и др.), Советского Союза (А. Щеглов) и других стран. Дж. Крассон (США) систематизировал геологические критерии выявления и оценки колчеданных месторождений, находящихся преимущественно среди метаморфических вулканогенных и осадочных пород.

Стратиформные месторождения типа железистых кварцитов охарактеризованы для территории Канады, Западной Австралии, Индии, Ирана, Нигерии, СССР. В докладе К. Клейна (США) о протерозойских железистых кварцитах Лабрадорского трога Канады особый интерес представлял сравнительный анализ слабо метаморфизованных руд центральной части рудного пояса и значительно интенсивнее измененных руд со стороны его северного и южного конца. В докладе А. Гуда и У. Хэлла (Австралия) о протерозойских железистых кварцитах бассейна Набберу в Западной Австралии подчеркивалась их связь с древней корой выветривания архейского основания, с обстановкой сухого климата и максимумом трансгрессии, вызванной соответствующей тектонической активностью, сопровождавшейся базальтовым вулканизмом. Из докладов К. Наганна (Индия), Х. Боруманди (Иран) и М. Оладе (Нигерия) можно почерпнуть информацию о железорудных месторождениях Индии, Ирана и Нигерии и разнообразной трактовке их генезиса. Я. Белевцев и Ю. Мельник развивали их представления о накоплении рудообразующего вещества железистых кварцитов докембрия вследствие биогеохимических процессов. Г. Хардер (ФРГ) изложил данные о синтезе железосодержащих силикатов в нормальных кондициях.

Проблемы геологии и генезиса стратиформных месторождений свинцово-цинковых руд в карбонатных комплексах затрагивались в ряде докладов и тезисах докладов. Р. Хегни (США) рассмотрел условия, благоприятствующие образованию промышленных залежей исключительно среди доломитовых горизонтов Трех штатов. Т. Форд (Англия) проанализировал возможности возникновения подобного рода месторождений на территории его страны вследствие осадочной седиментации, ремобилизации из вмещающих пород и привноса рудообразующих веществ захороненными растворами палеоэвапоритов, а Р. Робинсом (Новая Зеландия) сообщил о результатах исследования вариаций изотопов кислорода, серы и углерода, подтверждающих различные источники рудообразующих веществ. Л. Костелка (Австрия), рассказал о подходах к разведке рассматриваемых месторождений, известных на территории Альп. В. Смирнов (СССР) изложил данные о соотношении согласных и несогласных границ рудных тел этих месторождений, так же как медных месторождений в песчаниках и сланцах, указывающих на длительность формирования обеих групп образований.

Информация о стратиформных месторождениях урановых руд Мери Кетлин, Радиум Ведж и Аллигатор Ривер (Австралия) получена из докладов Дж. Деррина, Р. Мейера, Р. Нидхема и др. (Австралия). Н. Катаяма и др. (Япония) сообщили о стратиформных месторождениях урановых руд в базальных слоях третичных пород Японии. Вопросы условий образования не вполне стратиформных месторождений апатитов затрагивались в докладе Г. Ердоха и П. Сендвика (США), и вполне стратиформных месторождений марганцовых руд – в докладе Н. Херели (Бразилия), а ванадиевых руд – в докладе Ч. Спийрекиса (США). Е. Штумпфл (Австрия) сообщил об интересных стратиформных залежах вольфрамовых (шеелитовых) руд среди гранулитовых гнейсов в Альпах. Подводя итоги дискуссии по стратиформным месторождениям, можноотметить следующие обстоятельства:

1) круг стратиформных месторождений значительно расширился за счет присоединения к ним образований, ранее рассматриваемых среди метаморфогенных и магматогенных групп (скарновых, гидротермальных и даже магматических);

2) стратиформные месторождения вышли в ряд важнейших поставщиков руд железа, марганца, цветных, редких благородных и радиоактивных металлов;

3) среди стратиформных месторождений выделяется обширная группа, отчетливо связанная с субмаринным базальтоидным вулканизмом, и не менее значительная группа среди авулканогенных осадочных пород с менее ясными генетическими связями;

4) формирование стратиформных месторождений переполняет всю историю развития земной коры начиная от архея до позднего квартера;

5) высокая концентрация стратиформных месторождений отмечается для протерозоя, особенно в период времени от 2 до 1,5 млрд. лет;

6) возникновение стратиформных месторождений, как правило, носит групповой характер, вследствие которого возникают целые рудные провинции с длительной историей развития, совмещающей сингенетичные и эпигенетичные формы рудонакопления, иногда интегрирующиеся в пределах одних и тех же месторождений.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ГЕНЕЗИСА

Среди материалов о месторождениях поверхностного генезиса наибольший интерес представляют данные о бокситах, хотя, к сожалению, наименее освещенными оказались бокситовые месторождения Австралии. Минералогия, геохимия и генезис бокситов Западной Индии освещены в докладе К. Баласубраманиана (Индия). Запасы их достигают 160 млн. т, в том числе 65 млн. т высококачественных. Большая их часть относится к латеритовым бокситам, сформированным на местной коре выветривания, лишь небольшая часть принадлежит к перемещенным отложениям. Они характеризуются отчетливой вертикальной зональностью. В основании находятся базальты, выше – измененные базальты, еще выше – глины, далее латериты, и разрез венчают бокситы. Минеральный состав этих последовательных зон

сопоставляется с последовательными стадиями выветривания. Такой генеральный профиль выглядит по-разному среди его конкретных проявлений, для которых выделяется шесть разновидностей, рассмотренных в докладе. Бокситовые месторождения бассейна Амазонки освещены в докладе Р. Асседа и Дж. Махадо (Бразилия), а бокситы Гвианы – в сообщении Дж. Нутена (Гвиана).

Австралия – страна крупных прибрежно-морских россыпей. Характеристика таких россыпей на побережье Западной Австралии приведена в докладе Дж. Бекстера (Австралия). За последние двадцать лет здесь добыто более 8 млн. т концентрата, содержащего ильменит, лейкоксен, циркон, рутил, монацит и ксенотим; запасы их оцениваются в 40 млн. т. Для этих россыпей характерна слабая окатанность зерен кварца и полевого шпата, в отличие от более обработанных и лучше сортированных зерен ценных минералов. Обогащенные их зоны тяготеют к песчаным фракциям, накапливающимся близ устьев рек, впадающих в океан, на участках клифов высотой от 2 до 15 м. Более подробно распределение тяжелых минералов по фракциям россыпей освещено в докладе В. Гохта (Берлин). Особенности минералогии россыпей Индии показаны в сообщении Н. Мукерджи и С. Саксена (Индия).

Условия нахождения, состав и генезис силикатных никелевых руд коры выветривания охарактеризованы на примере территории Филиппин и Индонезии (И. Огура; Япония) и Греции (Г. Мистардис; Греция). Марганцевые месторождения коры выветривания протерозойских сланцев, обогащенных марганцем и железом, рассмотрены в районе Рипон Хилл в Западной Австралии (Л. Денхолм; Филиппины).

В докладе Х. Деви (Тасмания) рассказано об оригинальных приповерхностных накоплениях киновари, обусловленных современными фумаролами в районе Нгава Спрингс. Доклад Ф. Криза, Н. Чабана и др. (Бразилия) посвящен характеристике месторождения фосфора и титана в коре выветривания карбонатитов Тапира в Бразилии. Запасы апатитовых руд коры выветривания, имеющей мощность от 60 до 200 м, составляют 740 млн. т со средним содержанием пятиокиси фосфора 8,3%; запасы титановых руд достигают 190 млн. т со средним содержанием двуокиси титана 21,9%. Кроме того, в программу работ подсекции включены доклады, касающиеся месторождений гипса, солей, песков и гравия.

ДРУГИЕ ПРОБЛЕМЫ

Глобальная металлогения. Если на предыдущей секции Международного геологического конгресса в Канаде в 1972 г. защитники идей новой глобальной тектоники, объясняющие возникновение всего разнообразия эндогенных рудных месторождений субдукцией океанической коры под краевые части континентов, подавляли все остальные мысли, то четыре года спустя на австралийской сессии такое легкое поклонение модной концепции отсутствовало. Здесь отмечались различные подходы к анализу глобальных закономерностей возникновения и распределения эндогенных рудных месторождений. Одна группа геологов в определении этих закономерностей не связывала себя с глубоким анализом геологических структур земной коры, оконтуривая рудные провинции и районы по преобладающим на их территории разновидностям рудных образований. Тон в таком подходе задал П. Рутье (Франция), полагающий, что особенности размещения эндогенных рудных месторождений определяются анизотропным строением подкорового пространства, каждый домен которого дает свою гамму рудных образований, не связанных со структурой и развитием земной коры.

Вместе с тем сохранилась влиятельная группа поклонников новой глобальной тектоники как основы металлогенического анализа. Это отражено в докладах по металлогении отдельных частей Тихоокеанского пояса (С. Хейнес – США, П. Демен – США, Е. Монтесиона – Мексика и др.), по металлогении Тетиса (С. Янкович – Югославия и др.) и по металлогении внутриконтинентальных рудных поясов. Надо сказать, что никаких новых аргументов в защиту этой концепции не было предложено. Все ее сторонники, не затрудняя себя ее обоснованием, просто рисуют

разнообразные рудные пояса вдоль предполагаемых зон поддвигания океанических плит под континенты. Однако на австралийской сессии появились геологи, оказавшие серьезное сопротивление этой концепции. Дж. Гриффитс (Канада) предпринял попытку увязать концепцию новой глобальной тектоники со схемой геолого-исторического развития эндогенной рудоносности, господствующей среди советских геологов. Т. Хейдрик (США), Дж. Левис и др. (США) на основе синтеза результатов детального исследования геологии, геохронологии, петрологии, отрицают какое-либо значение субдукции и других элементов механизма новой глобальной тектоники на возникновение и размещение рудных месторождений. Достаточно критически к механизму новой глобальной тектоники отнесся П. Зуффарди (Италия) в его докладе о металлогении Сардинии.

Геология урана. Симпозиум по геологии урана был организован весьма интересно. На нем не было удручающих серий докладов, а происходило оживленное обсуждение животрепещущих проблем в порядке свободной и широкой дискуссии. Такая дискуссия предварялась вступительным словом авторитетного специалиста, после чего в спор вовлекались все, кто имел что-либо сказать в защиту своих представлений, демонстрируя при этом новые факты и мысли. Таким образом, было обсуждено шесть проблем: 1) физико-химические условия образования урановых месторождений (вступительное слово С. Бови), 2) уран среди песчаников осадочных бассейнов (Р. Райт), 3) ураноносные конгломераты (Д. Робертсон), 4) жильные месторождения урана (Дж. Раунтри), 5) прочие разновидности урановых месторождений (Дж. Бенстром), 6) металлогения урана (В. Зиглер).

Эксперименты по генезису рудных месторождений. На эту тему было однодневное заседание. В. Райамани и А. Налдретт (Канада) рассмотрели экспериментальные данные по генезису магматических сульфидных медно-никелевых руд и показали, каким образом распределение железа, никеля и кобальта между сульфидной и силикатной частями рудообразующего расплава зависит от температуры и фугитивности кислорода и серы. Д. Рикард (Швеция) осветил особенности формирования окисных и сульфидных руд при низких температурах близ поверхности Земли в зависимости от соотношения темпов диффузии и химических реакций отложения руд как функции скорости протекания раствора, температуры, pH, соотношения растворения и осаждения карбоната кальция.

Р. Лердж (Австралия) описал пограничные значения, определяющие условия формирования массивных сульфидных руд в системе железо–сера–кислород на основе экспериментальных данных по растворимости сульфидов металлов в хлоридных растворах.

Ф. Диксон (США) и А. Иллис (Новая Зеландия) выясняли соответствие состава метасоматических рудных тел составу рудообразующих растворов, взаимодействующих с различными горными породами. В докладе Х. Омото (США) определялись возможности использования вариаций изотопов серы и кислорода для выяснения источника воды рудообразующих гидротерм и температурного режима рудообразования.

В докладе Дж. Скайринга (Австралия) затронут вопрос о роли микроорганизмов в рудообразовании.

Газово-жидкие включения. Симпозиум по исследованию флюидных включений в рудообразующих минералах работал под руководством президента соответствующей международной комиссии Э. Роддера (США). Впечатления о нем любезно сообщены мне Е. Лазько. При этом указывалось, что большая часть докладов посвящена результатам измерения температуры минералообразования, в меньшей степени – определению состава растворов во включениях. Они преследовали цель выявления частных особенностей генезиса рудных месторождений, например, в топазовых силикатах Нового Южного Уэльса (П. Эдингтон, Австралия), в вольфрамовых (шеелитовых) залежах Айдахо и Невады (Д. Сигурдсон, США), в рудах Брокен Хилла (Р. Вилкинс; Австралия) и близповерхностных свинцово-цинковых месторождениях Южной Австралии (П. Ипма; Австралия). Почти все докладчики приводили данные, полученные по отдельным минералам, тогда как многие советские исследователи перешли к изучению включений в минеральных

ассоциациях. Именно такую основу имел доклад Е. Лазько, Ю. Ляхова, А. Пизнера и др. (СССР) о гидротермальных месторождениях Восточного Забайкалья.

Два доклада посвящены методическим вопросам изучения включений. Один из них (Р. Вохтен; Бельгия) содержал сведения об изучении состава включений с помощью масс-спектрометра при их разрушении в обстановке вакуума. Другой доклад (Г. Россако и Э. Роддер; США) демонстрировал возможности Рамановской спектроскопии для определения иона SO_4^{2-} в очень мелких включениях объемом около 10 мкм без их разрушения.

Неожиданный аспект использования результатов исследования включений продемонстрирован в докладе Р. Хармона и др. (Канада), изучавшего их в сталактитах и других спелеообъектах, что позволило проследить за эволюцией палеоклимата в плейстоцене.

Геология и геохимия марганца. Марганцевый симпозиум проходил под руководством президента Международной комиссии Д. Грасселли (Венгрия). Крупный интерес вызвали доклады по геологии и минералогии марганцевых месторождений Северной территории Австралии (Грут Эйландт), Центральной и Западной Африки (Монда, Габон; Нзути, Гана и др.). Эти месторождения сформированы при латеритном обогащении изначально убогих марганецсодержащих пород, приведшем к возникновению весьма крупных ресурсов высококачественных руд с запасами в сотни миллионов тонн. Генетические проблемы марганцевых месторождений с их типизацией освещены в докладе С. Роя (Индия) и Г. Борхерта (ФРГ). Прогресс в изучении минералогии марганца продемонстрирован в докладах Р. Бернса (США), Р. Джованоли (Швейцария), Ф. Чухрова (СССР). Вопросам геохимии посвящены доклады К. Ведеполя (ФРГ), К. Бестрема (Швеция), К. Лалу (Франция) и др. Достаточное внимание уделено марганцевым образованиям на дне современных бассейнов. В сообщении К. Бестрема указывалось на исключительную роль в аккумуляции руд марганца на дне Мирового океана явлений вулканизма, контролируемых разломами. К. Лалу, используя радиоизотопную датировку по торию и углероду, показал, что скорость формирования рудных конкреций на несколько порядков выше, чем это представлялось ранее.

РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АВСТРАЛИИ

В Австралии широко развиты разнообразные рудные месторождения, в том числе выдающиеся по условиям образования и масштабам. В этой стране известны месторождения архейской, протерозойских, каледонской, герцинской, альпийской и современной эпох. Они формируют широкую генетическую гамму, входя в состав почти всех групп и классов генетической классификации. Здесь выявлены значительные магматические месторождения сульфидных медно-никелевых руд. Установлены пегматитовые и грейзеновые месторождения редких металлов, правда не очень крупные. Известны скарновые месторождения полиметаллических руд и урана. Описаны гидротермальные месторождения. Распространены крупные колчеданные месторождения медных и полиметаллических руд. Еще более существенны метаморфогенные месторождения железных и полиметаллических руд. Знамениты по масштабам и качеству месторождения латеритных бокситов, а также марганцевых руд. Исследованы силикатные никелевые руды коры выветривания. Известны осадочные месторождения марганца и железа. Широко развиты современные прибрежные океанические россыпи титана и циркона. При таком многообразии рудных месторождений Австралии все же наиболее впечатляющими являются докембрийские месторождения железных и полиметаллических руд, бокситов и океанических россыпей титана и циркония. По запасам и добыче ряда металлов Австралия занимает ведущее положение в мировой экономике. Запасы высокосортных железных руд оцениваются в 35 млрд. т, с ведущим положением среди них железистых кварцитов Хамерсли, Западная Австралия; ежегодная добыча достигает 90 млн. т. Запасы бокситов определяются в 4,6 млрд. т при ежегодной добыче в 20 млн. т первоклассной руды. Запасы цинка достигают 37 млн. т, свинца 23 млн. т, меди 7,2 млн. т, обеспечивающих ежегодное получение соответственно 455 тыс. т цинка, 380 тыс. т свинца,

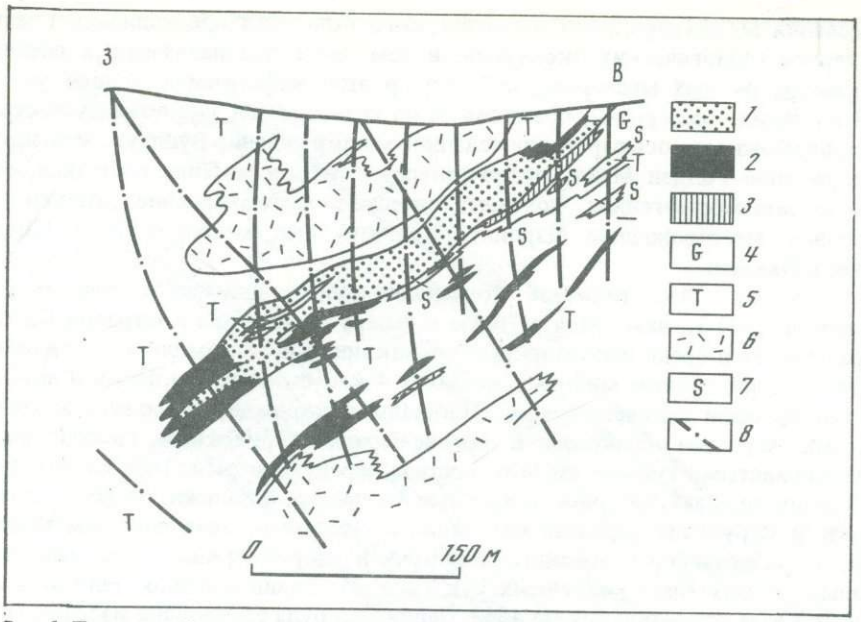


Рис. 1. **Поперечный разрез через месторождение Вудлаун (по Е. Мелону и др.)**

1 – **массивная сульфидная руда;** *2* – **минерализованный туф;** *3* – **минерализованные хлорит-серицитовые сланцы;** *4* – **железная шляпа;** *5* – **кислый туф;** *6* – **долерит;** *7* – **хлорит-серицитовые сланцы;** *8* – **проекция буровых скважин**

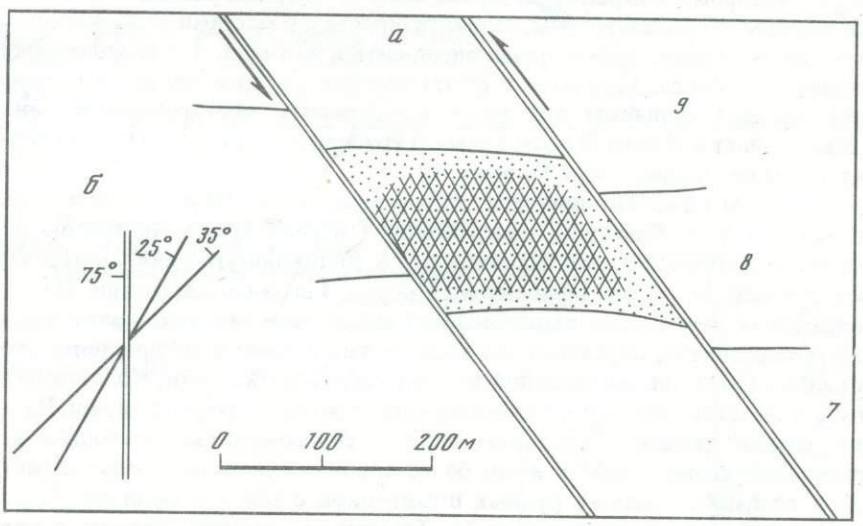


Рис. 2. **Схема возникновения рудоносного штокверка в пачке базальтов Голден Майл при их деформации по парным сбросам**

а – **общий план штокверка;** *б* – **преобладающая ориентировка жильных трещин штокверка;** *7, 9* – **горизонты относительно пластичных базальтов;** *8* – **горизонт более хрупких базальтов с находящимся среди них штокверком золотых руд (заштриховано)**

250 тыс. т меди. Запасы никеля составляют около 70 млн. т при добыче этого металла в количестве 50 тыс. т ежегодно. Запасы песков прибрежных океанических россыпей, содержащие минералы титана и циркония,определяются в 40 млн. т, из которых ежегодно получают около 1 млн. т титановых и около 350 тыс. т циркониевых концентратов. Ресурсы урана в месторождениях Австралии оцениваются в 300 тыс. т (восьмиокиси урана). Кроме того, из месторождений Австралии в несколько меньших количествах добываются марганец, золото, олово, вольфрам, молибден, висмут, тантал и ниобий.

Заседания Международного геологического конгресса предварялись и завершались серией геологических экскурсий, в том числе предназначенных специально для осмотра рудных месторождений. Автор этой информации принял участие в одной из таких экскурсий, проходящей по юго-востоку, югу и западу Австралии, и имел возможность осмотреть колчеданное месторождение Вудлаун, золоторудное месторождение Голден Майл, медно-никелевое месторождение Камбалда, стратиформное метаморфогенное полиметаллическое месторождение Брокен Хилл, бокситовое месторождение Дарлинг, железорудные месторождения Миддлбек Ренджес и Ньюмен.

Вудлаун. Это типичное колчеданно-полиметаллическое месторождение, открытое в 1969 г., находится в 70 км к северу от столицы Австралии Канберры. Оно размещается среди каледонского геосинклинального комплекса вулканогенно-осадочных пород общей мощностью около 4 км, смятых в складки и порванных гранит-порфирами верхнего девона. Площадь месторождения сложена верхнеордовикскими черными сланцами и средне-верхнесилурийскими грубозернистыми и тонкозернистыми туфами кислого состава, чередующимися с горизонтами долеритов. Эти породы, заключающие согласные колчеданные залежи, собраны в пологие складки и нарушены редкими сбросами. Колчеданные тела сложены массивной рудой, а также минерализованными туфами и хлорит-серицитовыми сланцами со стороны лежачего бока массивных руд (рис. 1). Главное рудное тело вытянуто в длину на 420 м при мощности до 45 м. Первичная руда образована массивным пиритом со сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пирротином, арсенопиритом, тетраэдрит-теннантитом и станнином; из нерудных минералов присутствуют кварц, барит, хлорит, серицит, тальк. Близ поверхности сформирована железная шляпа, по которой и открыто месторождение. Со стороны лежачего бока вулканогенные породы хлоритизированы, серицитизированы и местами содержат прожилково-вкрапленную руду. Запасы руды оцениваются в 6 млн. т с содержанием в ней 14% цинка, 5% свинца, 1,6% меди и 88 г/т серебра. Геологи Австралии правомерно считают Вудлаун типичным вулканогенно-осадочным месторождением, аналогичным Кэптен Флет в Новом Южном Уэльсе и Розбери на Тасмании. Оно соответствует характерным месторождениям Рудного Алтая.

Голден Майл. Это типичное гидротермальное месторождение золотых руд находится в районе Калгурли, прославившем в свое время Австралию добычей золота, но в настоящее время находящемся в состоянии угасания. Приурочено оно к протерозойскому поясу офиолитовых пород Западной Австралии. На площади месторождения эти породы выражены мощной серией базальтов, расчленяющихся на десять горизонтов, образованных застывшими лавами и внедрившимися между ними силлами мультипликационной вулканической активности. Колонна базальтов изогнута в пологие складки и прорезана регулярными сбросо-сдвигами. На участке месторождения движение по таким парным сбросо-сдвигам приводило к тому, что расклинивающиеся между ними более хрупкие пластины базальтов растрескивались и создавали основу рудных штокверков с той или иной преобладающей ориентировкой рудных трещин (рис. 2). Трещины выполнены кварцем с пиритом; изредка встречаются шеелит, пирротин, сфалерит, халькопирит, галенит, теллуриды золота. Околожильные базальты гидротермально преобразованы в хлорит-серицитовую породу, содержащую обильную вкрапленность золотоносного пирита — типичные березиты. Содержание золота в них достигает десятков граммов на тонну, что позволяет разрабатывать всю массу штокверка со средним содержанием металла в 5 г/т. В 1975 г. здесь добыто 5 т золота; оставшиеся запасы оцениваются в 28 т.

Камбалда. В том же протерозойском офиолитовом поясе Западной Австралии, в котором находится только что кратко описанное золотое месторождение Голден Майл, начиная с 1966 г. обнаружено 15 магматических месторождений сульфидных медно-никелевых руд. Камбалда является их типичным представителем. Оно приурочено к пологому силлу ультраосновных пород, внедрившемуся между двумя горизонтами базальтов, местами разделенных пачкой метаосадочных пород, сложенных преимущественно пиритоносными черными сланцами. Мощность

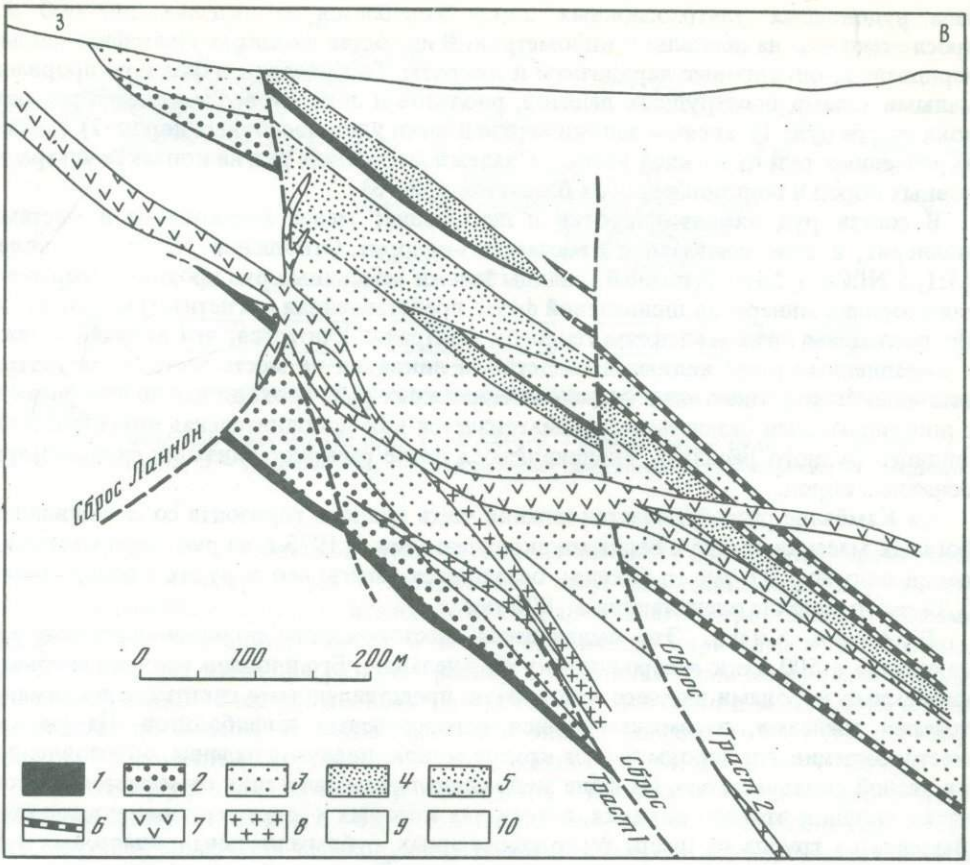


Рис. 3. **Поперечный резрез через месторождение Камбалда (по Дж. Россу и Дж. Гопкинсу)**

1 – массивная руда; *2* – вкрапленная руда; *3* – оливиновый перидотит; *4* – перидотит; *5* – пикрит; *6* – прослои осадочных пород; *7* – щелочной риолитовый порфир; *8* – дацит; *9* – базальт подошвы; *10* – базальт кровли

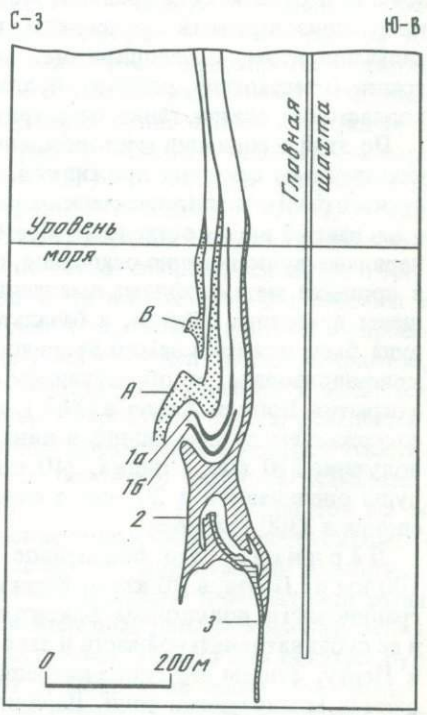


Рис. 4. **Поперечный разрез через месторождение Брокен Хилл (по И. Джонсону и Дж. Клингнеру)**

В, А, 1а, 1б, 2, 3 – рудные тела

тела рудоносных ультраосновных пород колеблется в пределах 240–600 м; прослежено оно на несколько километров. В их состав входят метаморфизованные перидотиты, оливиновые перидотиты и пикриты. Гипербазиты и базальты прорваны малыми телами послерудных дацитов, риолитов и долеритов. Выделяется три разновидности руд: 1) висячие залежи верхней части ультраосновных пород, 2) залежи вкрапленных руд их нижней части, 3) залежи массивных руд на контакте ультраосновных пород и подстилающих их базальтов (рис. 3).

В состав руд входят пирротин и пентландит; менее халькопирит и местами миллерит; в зоне цементации отмечается виолорит. Отношение Ni:Cu составляет 13:1, а Ni:Co – 54:1. У нижней границы залежи массивных руд проходит прерывистая оторочка минералов шпинелевой фазы, представленная магнетитом и хромитом. По последним представлениям геологов Австралии считается, что висячие залежи и вкрапленные руды являются следствием ликвации на месте застывания ультраосновных пород. Пластовая же залежь массивных руд, проходящая по их контакту с подстилающими базальтами, рассматривается как дополнительная инъекция сульфидного рудного расплава, внедрившегося после раскристаллизации силла ультраосновных пород.

На Камбалде разрабатывается нижняя часть рудного горизонта со смешиванием богатых массивных руд с бедными вкрапленными. В 1975 г. из руд этого месторождения получено 37 тыс. т никеля; оставшиеся запасы его в рудах с содержанием 3,2% этого металла оцениваются в 800 тыс. т.

Брокен Хилл. Это выдающееся месторождение свинцово-цинковых руд находится в 500 км к северо-востоку от Аделаиды. Его площадь сложена метаморфическими породами нижнего протерозоя, представленными светлыми силлиманитовыми гнейсами, перемежающимися с горизонтами амфиболитов. На участке месторождения эти породы имеют крутое моноклинальное падение, обусловленное их тесной складчатостью. На фоне моноклинального залегания отмечаются фестончатые складки второго порядка, в пределах которых и сосредоточены рудные тела. Выделяется группа из шести тесно сближенных, субпараллельных, пластовых рудных тел, вытянутых в длину на 7 км, прослеженных в глубину до 1000 м при мощности до 250 м (рис. 4). Вмещающие породы и рудные тела интенсивно метаморфизованы и относятся к гранулитовой фации. Поэтому в их составе, наряду с перекристаллизованными сфалеритом, галенитом, реже встречающимися пирротином, халькопиритом, арсенопиритом, леллингитом и тетраэдритом, распространены гранат (спессартин), родонит, бустомит, менее полевой шпат, геденбергит, ильваит, волластонит, апатит, ганит, дамоурит, известны флюорит, кварц, карбонаты.

По этой ассоциации месторождение легко можно зачислить в скарновое; по наличию системы секущих прожилков, отходящих от пластовых рудных тел, не менее легко отнести к эпигенетическим гидротермальным. Но и та и другая точки зрения в настоящее время оставлены. Месторождение рассматривается как стратиформное, первично вулканогенно-осадочное, позднее глубоко метаморфизованное. При этом в процессе метаморфизма вмещавшие пластовые рудные тела кислые туфы превращены в светлые гнейсы, а базальтоидные породы преобразованы в амфиболиты, руда была отжата в замки вторичных складок и в окружающие их трещины, перекристаллизована с образованием высокотемпературных силикатов. С момента открытия Брокен Хилла в 1883 г. из его недр добыто 120 млн. т руды со средним содержанием суммы свинца и цинка в 25%. В 1975 г. из руд этого месторождения получено 270 тыс. т цинка, 240 тыс. т свинца, 262 т серебра; оставшиеся запасы руды оцениваются в 20 млн. т с находящимися в них 2,2 млн. т цинка, 2,2 млн. т свинца и 2300 т серебра.

Дарлинг. Это бокситовое месторождение находится на расстоянии 45–100 км от Перта, в 30 км от берега Индийского океана. Оно является окончанием грандиозного полукольца бокситовых полей, проходящего по северу Австралии в ее субэкваториальной части и заворачивающего вдоль западного побережья страны к Перту. Запасы высококачественных бокситов на некоторых из этих полей измеряются миллиардами тонн. Дарлинг – более скромное среди них, но типичное по строению и составу. Его запасы в 1976 г. составляли 500 млн. т бокситов со сред-

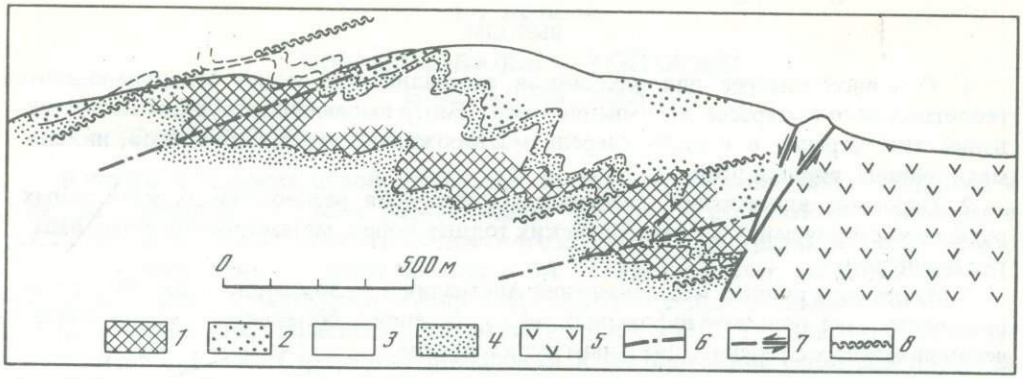


Рис. 5. **Поперечный разрез краевой части железорудной толщи месторождения Нью Мен, Хемерсли (по Нисхау)**

1 – высокосортная гематитовая руда (62% Fe); *2* – низкосортная руда (54–62% Fe); *3* – яшмы; *4* – сланцы; *5* – амфиболиты; *6* – оси главных синклиналей; *7* – сбросы; *8* – надвиги

ним содержанием в товарной руде глинозема 30–35%, свободного кремнезема 18–22%. Бокситы относятся к латеритному типу, развивавшемися в третичной коре выветривания протерозойских гнейсов и адамеллитов, прорезанных дайками габбро. Ее мощность достигает 15 м. В ее состав входят каркасные и пизолитовые бокситы, обычно имеющие резкую границу с подстилающими коренными породами, перекрытие 1–2-метровым плащом железистых бокситов и залегающей на них красноцветной почвой. В состав бокситов входят гиббсит (65%), гётит (18%), кварц (9%), гематит (7%), галлуазит (1%), анатаз (0,5%) и мусковит (0,25%).

Железорудные месторождения. Были осмотрены месторождения протерозойских железистых кварцитов Миддлбек Ренджес близ Аделаиды и Нью Мен, составляющие часть железорудного бассейна Хамерсли в северо-западной части Австралии. Последний относится к уникальным образованиям, крупнейшим и богатейшим железорудным районам мира. Он образует сравнительно пологую мульду длиной в субширотном направлении 400 км, в поперечном направлении 200 км. Мульда сложена нижнепротерозойскими метаморфическими породами общей мощностью порядка 2500 м. В ее составе снизу вверх выделяются: нижняя группа Форстесню, сложенная амфиболитами и хлорит-серицитовыми сланцами, средняя группа Хамерсли – рудоносная, и верхняя группа Вайлу, состоящая в основном из сланцев. В пределах рудоносной группы Хамерсли находятся четыре рудоносные толщи пород (железорудные формации): 1) нижняя Марра Мамба мощностью 180 м, 2) выше расположенная Брокман мощностью 520 м, 3) еще более высокая Вили Волли мощностью 150–400 м, 4) верхняя Булжида мощностью 220 м. Они разделены безрудными толщами доломитов, сланцев, основных и кислых лавовых пород и их туфов. В центральной части мульды породы собраны в пологие складки, по ее краям они смяты интенсивнее, разбиты надвигами и сбросами (рис. 5). Толщи рудных пород состоят из серий пластов железистых кварцитов, разделенных пачками сланцев и яшм. Мощность железорудных пластов колеблется от нескольких до 20 м. Часть пластов железистых кварцитов в период складчатости в среднем протерозое подверглась обогащению с образованием богатых гематитовых и гетит-гематитовых руд, составляющих основную ценность Хамерсли. Например, в разрезе формации Брокман из 120 м железистых кварцитов 65 м представлены вторичной богатой рудой. Обогащение обусловлено выносом кремнезема и связывается австралийскими геологами с пластовой циркуляцией метеорных вод. Кроме того, в бассейне известны залежи переотложенной лимонитовой руды пизолитовой структуры мезозойского времени и железные шляпы зоны окисления третичного времени. Запасы руд Хамерсли колоссальны. Только для богатых руд с содержанием железа более 62% они составляют 25 млрд. т; не менее грандиозные запасы руд второго сорта, с содержанием железа 54–62%, не определялись как не имеющие в настоящее время практического значения.

ВЫВОДЫ

1. Основной интерес для участников австралийской сессии Международного геологического конгресса несомненно имел осмотр выдающихся рудных месторождений этой страны, в первую очередь месторождений железа, бокситов, никеля, меди, свинца, цинка и урана.

2. Огромное впечатление произвела концентрация разнообразных уникальных рудных месторождений в докембрийских толщах пород, метаморфизованных вместе с последними.

3. Из осмотра рудных месторождений Австралии и из докладов на сессии следует исключительная роль стратиформных месторождений, в большинстве своем генетически связанных с геосинклинальным вулканизмом.

А.А. Ковалев

НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕКТОНИКА И МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Вопросы концепции новой глобальной тектоники и металлогении находились в центре внимания во время работы одной секции и нескольких симпозиумов XXV сессии Международного геологического конгресса в Австралии. Проблемам мобилизма посвящены доклады на секции 3А "Тектоника плит, палеомагнетизм..." и подавляющее большинство сообщений, подготовленных к симпозиумам: 103.1 "Структурные характеристики тектонических зон", 103.2 "Тектонические аспекты офиолитов", 103.4 "Стрессовые обстановки и тектонические смещения пород на континентальных окраинах", 103.5 "Распределение континентов в прошлом", 108.2 "Степень активности границ (плит) западной части Тихого океана". Сама тематика многих симпозиумов предопределила мобилистский подход к решению поставленных вопросов и из общего числа 59 опубликованных к указанным 5 симпозиумам тезисов докладов в 50 использованы модели новой глобальной тектоники (тектоники плит). Работа тектонической секции и симпозиумов внесла новый вклад в дальнейшее совершенствование некоторых геодинамических моделей новой глобальной тектоники и показала, что эти модели находят широкое применение при переинтерпретации геологического строения и эволюции многих важных регионов на разных континентах и в переходных зонах от океанов к континентам.

Темой специального (104.1) симпозиума на конгрессе была "Металлогения и новая глобальная тектоника", т.е. применение мобилистских геодинамических моделей для объяснения известных закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых и более правильного понимания условий их формирования, для создания металлогенических моделей, которые могут быть использованы при прогнозе новых перспективных площадей. В коротком обзоре нелегко изложить даже наиболее важные сведения из обширной информации, полученной на конгрессе. Вначале приведены некоторые данные о применении и усовершенствовании геодинамических моделей, а затем о результатах применения этих моделей при металлогеническом анализе.

МОБИЛИСТСКИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Р. Кид (Новая Зеландия) провел изучение полных разрезов офиолитовых формаций Новой Зеландии, особенно зон перехода базальтов в параллельные дайки. По его мнению, дайки внедрялись не более чем в 50 м от осей спрединга, а базальтовые лавы растекались от них до 4 км, что позволяет уточнить модель формирования океанической коры. В сообщении У. Гамильтона о процессах субдукции в районе северной части Молуккского архипелага в Индонезии содержались данные о том, что сложные комплексы геологических формаций исследованного района развиваются и усложняются в процессе миграции, столкновения, аггрегации, затухания магматической деятельности, изменения полярности островных дуг. Расшифровка эволюции структур Северной Индонезии выполнена с использованием как геологических, так и геофизических данных. М. Терман на примерах эволюции островных дуг и северо-западной окраины Австралии подчеркнул важность определения характера движения плит в зонах их конвергенции. Г. Пакхем и Д. Фалви рассмотрели взаимодействие Индийской и Тихоокеанской плит в палеогене и на основе реконструкций континентов и микроконтинентов, тектонического анализа кинематики плит, региональной геологии островов и океанического дна юго-западной части Тихого океана и анализа развития окраинных морей определили новое положение Австралии, Антарктики, поднятия Лорд Хоу и Новой Зеландии, вычислили новые полюса перемещения плит и дали модели формирования окраинных морей данного региона в отдельные периоды палеогена. Де Вит и др. (США) дали описание геоло-

гического строения мезозойского окраинного бассейна южной части Анд (который еще продолжает расширяться) и обратили внимание на необходимость его изучения. Значительный интерес представил совместный доклад Г. Мура и Д. Карига (США) с индонезийскими учеными Р. Хеканусса и Супарка, которые на основании полевых исследований дали характеристику структурной геологии острова Ниас (Индонезия), расположенного в зоне активной субдукции.

В современных моделях глубоководного желоба предполагается, что осадочный чехол "сдирается" с субдукцируемой плиты и наращивается в основании внутреннего склона желоба. Наращиваемые осадки имеют вид складчатых или надвиговых "пакетов", которые образуют линейные хребты вдоль внутреннего склона желоба. Между соседними хребтами располагаются бассейны шириной до 10 км, осадки в которых отлагаются непосредственно на основания наращиваемых пакетов. Мощность осадков в этих бассейнах может достигать нескольких километров. Структуры в зоне развития осадков склона указывают на непрерывность тектоники от основания внутреннего склона желоба (где она проявляется наиболее интенсивно) до перегиба в склоне желоба, где ярко выражены ее кумулятивные эффекты. Перегиб в склоне желоба системы дуги Сунда фактически представляет собой широкий хребет, части которого в настоящее время достигают уровня моря. Одним из участков, выступающих над уровнем моря, является о. Ниас, где на поверхность выведены осадки склона желоба. Работы, проведенные на этом острове, позволили получить материалы о структуре активной зоны субдукции. Меланж наблюдается в крутопадающих линейных зонах шириной 2–3 км, общее простирание которых параллельно простиранию желоба Сунда. Эти зоны включают полосы шириной менее 1 км, сложенные брекчированными алевролитами и аргиллитами с заключенными в них большими (в несколько метров длиной) глыбами песчаников и галечниковых конгломератов; в меньшем объеме представлены подушечные базальты, а также кремни, серпентиниты, гранатовые амфиболиты и известняки. Источником этих деформированных осадков желоба служили, по-видимому, изверженные и метаморфические породы о-ва Суматра. Полосы с экзотическими глыбами разделяются полосами менее деформированных, более "связных" единиц, сложенных целиком осадочными породами. Осадки деформированных и менее деформированных зон имеют литологическое сходство. Между зонами меланжа наблюдаются пояса шириной 5–10 м раннемиоценовых и более молодых мраморов и известковых песчаников. Некоторые из осадков склона оказались вовлечены в меланж в процессе надвигообразования, но они составляют лишь небольшую часть всего объема меланжа. Осадки смяты в синформные складки, осевые плоскости которых параллельны простиранию зон меланжа и круто падают в сторону от желоба. Длина полуволны синформных складок около 5 км. Местами складки осложнены небольшими надвигами и более мелкими складками. В осадках желоба встречено лишь немного структур с длиной волны менее 50 м. По мнению авторов доклада, зоны меланжа – результат позднеолигоценовой–раннемиоценовой субдукции, несущей маломощный осадочный чехол океанической плиты с узким клином турбидитов желоба

Миоценовые и более молодые осадки отлагались на нижнем склоне желоба в бассейнах между крупными надвигами. Поднятие бассейнов склона началось в позднем миоцене – раннем плиоцене, когда большие объемы осадков Бенгальского конуса выноса достигли желоба, ознаменовав начало аккреции. Происходившие в процессе поднятия непрерывные движения по надвигам обусловили деформацию осадков склона, почти одновременную осадконакоплению. В меланж, видимо, не включались осадки большого бассейна, расположенного в сторону суши от перелома склона желоба. Не наблюдалось и никаких признаков значительного "повторного вовлечения" материала, который бы перемещался вниз по внутреннему склону желоба. Никакого оползания осадков на внутреннем склоне желоба не происходит. Д. Джонс, М. Блейк и Э. Бейли на примере тектоники позднемезозойского франциканского субдукционного комплекса пытались уточнить модель глубоководного желоба, развитого у активной окраины континента. Ими поставлены вопросы, требующие дальнейшего решения.

В. Пейдж (США) привел материалы сравнения францисканского меланжа с олистостромами Тайваня и Италии, которые уточняют условия формирования формаций глубоководных желобов. Р. Хикман и др. (США) высказали предположение о том, что система разлома Денали может быть частью главной системы трансформных разломов, связывающих хребет Хуан-де-Фука с сухопутным продолжением кайнозойской Алеутской зоны субдукции. К. Исикава (Япония) пришел к выводу, что срединная тектоническая линия юго-западной Японии может рассматриваться как структура, сформированная сзади древней и современной зон субдукции. В опубликованных тезисах доклада В.С. Буртмана (СССР) показано широкое развитие в Тяньшанском складчатом поясе надвиговых поясов и покровов, которые возникли в позднем палеозое при его структурной эволюции в процессе столкновения плит. Д. Ги на основании проведенных наблюдений и анализа геологических структур утверждал, что смещение покровов Скандинавских каледонид достигало по крайней мере 1000 км. По его представлениям, в раннюю стадию орогенеза режим сжатия ведет к сокращению площади фундамента и надстраиванию пачки покровов. Затем наступает гравитационный режим столкновения покровов и их деформаций.

К. Берке, Дж. Дьюи и В. Кидд сделали очень интересный доклад о глобальном распространении сутурных швов как индикаторов местоположения древних океанов. При постоянном движении плит неизбежно происходят их столкновения. В местах столкновения остаются сутурные швы (например, Индский на месте столкновения Индии и Азии). Движение Африки, Аравийского п-ова и Индии относительно Евразии в течение последних 75 млн. лет установлено по магнитным полосовым аномалиям в Атлантическом и Индийском океанах, так что кинематика движений континентов, приводящих к образованию сутурных швов, в пределах Альпийско-Гималайского пояса столкновения известна. Изучение наблюдаемых соотношений между континентальными породами, породами окраин континентов, дуг андийского типа, островных дуг океанического дна и краевых бассейнов в шовных зонах альпийско-гималайских цепей дает в руки геологов ключ к расшифровке шовных зон в древних породах для тех обстановок, когда процесс столкновения не удается вывести непосредственно из магнитных аномалий океанического дна.

Процесс распознавания сутурных швов облегчается там, где столкновение протекало менее интенсивно. В таких районах, как Ньюфаундленд, относительно спокойное столкновение по меньшей мере одной дуги и двух континентов обусловило сохранение многочисленных комплексов офиолитов, представляющих древнее океаническое дно. В Квебеке и Новой Англии большая интенсивность столкновения привела к образованию более скрытых сутурных швов, для которых характерна чрезвычайно плохая сохранность офиолитов. В этом регионе доказательствами существования былого океана служат прекрасно сохранившиеся породы континентальной окраины атлантического типа (Таконский аллохтон). Такие же условия характерны для Циркум-Унгавской зоны столкновения (протерозой Канады). В Лабрадорском прогибе лучшими доказательствами столкновения являются хорошо сохранившаяся грабеновая фация и породы континентальной окраины атлантического типа. В этой зоне деформированные офиолиты представлены лишь фрагментами серпентинитов. Северо-западнее почти весь сохранившийся при столкновении материал представлен базальтами, габбро и ультрабазитами. Для зоны наиболее интенсивного столкновения тибетского участка Гималайско-Альпийской цепи характерен стиль активизации континентального фундамента. Здесь столкновение сопровождалось образованием крупных внутриконтинентальных разломов (по которым территория Китая скользит в сторону Тихого океана) и частично утолщением Азиатского континента под Тибетским плато. Происходящее под влиянием сдвига утолщающегося континента плавление материала обусловило образование огромной области проявления известково-щелочного вулканизма. Это свидетельствует о наличии в настоящее время под плато крупнейших в мире скоплений гранитных магм. Авторы доклада пришли к заключению, что процессы, действовавшие при образовании сутурных зон в докембрии, аналогичны процессам, идущим ныне в Альпийско-Гималайской области.

Если на Канадском конгрессе в 1972 г. по данной проблеме сделан только один доклад (Ф. Гилд), то на Австралийском – работал специальный симпозиум. К рассмотрению на симпозиуме опубликовано 25 тезисов докладов. В 20 из них на примере исследования отдельных конкретных площадей и металлогенических провинций показано применение моделей тектоники плит и основанных на них металлогенических моделей. Только в трех докладах – А. Крофорда (Новая Зеландия), Я. Кутины (США) и П. Цуффарди (Италия) – применение мобилистских идей ограничено использованием моделей дрейфа континентов. Наибольший интерес имели доклады, в которых содержались материалы по совершенствованию металлогенических моделей, основанных на моделях новой глобальной тектоники (тектоники плит).

Металлогения внутриконтинентальных рифтов и авлакогенов освещена в докладе М. Оладе (Нигерия). Началу рифтообразования обычно предшествует куполообразование в литосфере над мантийными плюмажами. Погружение коры во время рифтообразования и проявления кислого вулканизма сопровождаются быстрым накоплением континентальных и морских осадков и эвапоритов. Затем подъем мантийного материала приводит к утонению континентальной коры и образованию протоокеана. Иногда рифты сохраняются в виде заполненных осадками трогов – авлакогенов. Различные типы месторождений коррелируются с разными стадиями эволюции рифтов. Редкоземельные и ниобиевые месторождения встречаются в щелочных породах, связанных со стадией рифтообразования; свинцово-цинковые месторождения типа долины Миссисипи, осадочные урановые и медные месторождения имеют связь со стадией осадконакопления; колчеданные месторождения меди, железа, марганца и цинка в океанических базальтах – со стадией дивергенции.

С. Титли и П. Хейдрик (США) рассмотрели с позиций тектоники плит структурную эволюцию некоторых систем медно-порфировых месторождений юго-западной части Тихого океана. Известно, что эти системы формировались в условиях поднятия и растяжения коры. Рассматриваемые месторождения отражают эпизодические проявления известково-щелочного магматизма в среднем олигоцене, раннем миоцене, среднем миоцене, плиоцене и плейстоцене. Анализ внутренней структуры интрузий и минерализованных трещин, разломов и жил, вмещающих медные месторождения, позволил выявить ортогональную субвертикальную трещиноватость дорудного и внутрирудного возраста. В мобильном поясе Новой Гвинеи некоторые месторождения сформировались в интрузивных изверженных телах, которые были пассивно перемещены в южном направлении вдоль поперечных систем правосторонних сдвигов восточного простирания. Анализ структур широко распространенных кварцевых и эпидотовых жил в одном из этих батолитов (батолите Бисмарка) позволил выявить ориентировки, согласующиеся с комбинацией процессов поднятия и поперечных движений. Эти структуры, по-видимому, – результат стресса, действовавшего в южном и юго-восточном направлении 15–12 млн. лет назад. Переориентировка (на юг и юго-запад) с обновлением стресса произошла при формировании минерализованных жил 10–7 млн. лет назад. Это хорошо согласуется с данными о центрах спрединга на юг от Австралии, которые определили начало быстрого надвигания в северном направлении Австралийской плиты на Тихоокеанскую примерно 10 млн. лет назад. В результате этого движения произошло поднятие и растяжение ведущего края Австралийской плиты наряду с выполаживанием зоны Беньофа (40°), что явилось следствием относительно быстрого (7–10 см/год) наползания континентальной коры на океаническую.

Аналогичные принципы структурного анализа применены к некоторым месторождениям Новой Британии, где рои даек (простирания СЗ 45°) в месторождениях (которые являются частью группы, распространяющейся от Плейзами до р. Кори) фиксируют юго-восточное главное направление стресса в миоцене. Хотя источник металла в этих месторождениях нам неизвестен, тектонический режим напоминает обстановку, наблюдаемую на океаническом дне. Вопрос о причинах присутствия меди в некоторых изверженных телах месторождений Новой Гвинеи и Новой

Британии и отсутствия ее в других, очевидно, одновозрастных телах, до сих пор не решен. Авторы предполагают, что ответ на этот вопрос следует искать в эпикрустальных условиях, которые создают благоприятные и неблагоприятные обстановки для минерализации.

Металлогенический анализ с позиций тектоники плит для территории Индонезии выполнен П. Фейсом (США). В известных металлогенических моделях с позиций тектоники плит островодужные системы рассматриваются как первичные места локализации рудных месторождений. Компиляция всех описанных в литературе месторождений Индонезии позволила произвести корреляцию между типом месторождений и обстановками глубоководного желоба, пространства между дугой и желобом, магматической дуги или ее тыльной части для более чем 150 млн.-летнего отрезка жизни данной островодужной системы. Карты размещения рудных месторождений показывают, что с магматическими дугами всех возрастов связаны меднопорфировые месторождения, золото-серебряные жилы, вулканогенные свинцово-цинково-серебряно-медные, скарновые железорудные и ртутно-сурьмяные месторождения. Месторождения полиформных хромитов и латериты с промышленными содержаниями никеля, хрома, железа и марганца расположены вдоль желобов, имеющих возраст от мела до плиоцена (офиолиты и тектонический меланж). Оловосодержащие граниты "Индонезийских оловянных островов" и Малайского полуострова выступают вдоль юрской магматической дуги, расположенной в свою очередь на континентальном склоне позднепалеозойской и меловой магматических дуг. С этими оловорудными месторождениями, возможно, связаны концентрации молибдена и вольфрама. Подчеркивается, что перечисленные типы месторождений могут рассматриваться как индикаторы тектонических обстановок. На основе использования метода аналогии докладчиком дан прогноз площадей, перспективных на металлы.

В докладе Б. Богданова (Болгария) рассмотрен вопрос о происхождении месторождений меднопорфировых и массивных сульфидных руд металлогенического пояса Тетиса, проходящего через Югославию, Болгарию, Турцию, Малый Кавказ и Иран. Большинство этих месторождений связано с позднемеловыми андезит-дацитовыми вулканитами и сопровождающими их малыми интрузиями диоритовых порфиритов. Судя по определениям абсолютного возраста, массивные сульфидные медьсодержащие и полиметаллические руды образованы после проявления вулканической деятельности, но до внедрения малых интрузий. Меднопорфировые месторождения связаны с малыми субвулканическими интрузиями. Тектоническое положение этих месторождений и их генетические связи позволяют предполагать, что они сформированы в процессе развития реверсированной зоны субдукции, проходившей вдоль границы Евразиатского кратона и Родопского, Анатолийского и других срединных массивов.

К. Кларк (США) и де Ла Фуэнте (Мексика) попытались проследить с позиций тектоники плит распределение минерализации во времени и пространстве применительно к территории крупнейшего штата Мексики Чиуауа (в частности, для района Западной Сьерры-Мадре, приподнятого западного края Мексиканского нагорья). Западная Сьерра-Мадре представляет собой вулканическое поднятие, вытянутое параллельно тихоокеанскому побережью примерно на 1100 км; ширина его 200–300 км. Структуры поднятия, образованные батолитами позднемелового-раннетретичного возраста, весьма благоприятны для минерализации. Авторы выделили следующие параллельные горному хребту металлогенические зоны (с запада на восток): золото-серебряные, меднопорфировые, свинцово-цинково-серебряные с флюоритом жилы, гидротермальные урановые месторождения в риолитовых лавах и туфах эоцена (44 млн. лет), железорудные скарновые месторождения в третичных отложениях и месторождения меди в красноцветных песчаниках нижнего мела.

П. Деймон (США) и Э. Монтезинос (Мексика) представили результаты изучения проблемы позднекайнозойского вулканизма и металлогении над активной зоной Беньофа в штате Чьяпас, Мексика. Территория этого штата с позиций тектоники плит представляет собой критическую зону как район сочленения трех плит: Американской, Кокос и Карибской. Основные месторождения металлических полезных

ископаемых – медно-полиметаллические и золото-серебряные – генетически связаны с вскрытыми эрозией известково-щелочными плутонами средне- и позднеэоценового возраста; местами (Сьерра-Мадре) плутоны интрудируют пермо-триасовые батолиты. Месторождения приурочены к корням известково-щелочных постмиоценовых стратовулканов, некоторые из которых (в прибрежной части провинции) уцелели от эрозии и сохранили структуру, а два вулкана действуют до сих пор. По мнению докладчиков, плутоны, известково-щелочные стратовулканы и приуроченные к их корневым частям рудные месторождения связаны с домиоценовой субдукцией плиты Кокос в Центрально-Американском глубоководном желобе. Территория прибрежной части штата Чьяпас и прилежащего к ней глубоководного желоба высокосейсмична, причем с удалением от желоба к суше землетрясения проявляются реже, однако глубина их эпицентров и интенсивность проявления увеличиваются.

Связь металлогении с гранитным плутонизмом и новой глобальной тектоникой в провинции Атакама (Чили) охарактеризовал в своем докладе С. Хейнс (Канада). Для провинции Атакама (Чили), где представлена гидротермальная рудная минерализация, пространственно и генетически связанная с гранитоидными плутонами, выделены (с запада на восток) пять меридиональных металлогенических зон: 1) медно-золоторудные жилы, 2) железорудные скарны, 3) золото-медные жилы, 4) медно-золоторудные (с вольфрамом) брекчиевые трубки и жилы и 5) медно-порфировые (с молибденом) месторождения. Эти зоны приблизительно отвечают местам локализации гранитоидного вулканизма (соответственно в позднеюрских, раннемеловых, среднемеловых, палеоценовых и эоценовых интрузиях), который последовательно смещался во времени от Береговых хребтов к Кордильере. От верхней юры к эоцену наблюдается общее изменение состава гранитоидов от диоритов через кварцевые диориты и гранодиориты к кварцевым монцонитам. Одновременно происходят общее уменьшение содержания Ca и Fe и повышение содержания щелочей ($Na_2O \cdot K_2O$). Данные петрохимии и изотопного анализа, по мнению докладчика, позволяют говорить о том, что постраннеюрские магмы и ассоциирующие с ними гидротермальные месторождения образовались при прогрессивном погружении и движении к востоку зоны парциального плавления у верхней поверхности океанической литосферной плиты, субдукцируемой под Чили.

В двух докладах Дж. Льюиса и Д. Сайала (США) и Дж. Гриффитса (Канада) на основе анализа материалов по нескольким континентам уточнялись представления об источниках вещества эндогенных месторождений на активных окраинах континентов и высказывалась мысль, что характер металлогенических зон определяется в основном составом земной коры над зонами субдукции; подчеркивалось широкое развитие на активных окраинах континентов регенерированных месторождений.

Д. Льюис и Д. Сайала (США), рассматривая с позиций тектоники плит проблему размещения и происхождения рудных месторождений и ассоциирующих с ними гранитоидных пород, пришли к выводу, что многие металлогенические провинции мира, видимо, непосредственно связаны с плутонической деятельностью в орогенических поясах, свидетельством чего является их линейность (поясовое строение). В решении этой проблемы большое место докладчики отводят геохимии. Меднопорфировые месторождения и сопровождающая их Mo и Au минерализация встречаются вдоль поглощаемых окраин плит на континентах и в островных дугах. Интрузивные породы, вмещающие меднопорфировые месторождения на окраинах континентов, представлены в основном гранодиоритами и кварцевыми монцонитами. В островных дугах преобладают тоналиты и кварцевые диориты; также обычны более мелкие плутоны кварцевых монцонитов и гранодиоритов. По низкому содержанию радиогенного свинца в рудах и изверженных породах для них предполагается нижнекоровой или верхнемантийный источник. Sn–W месторождения и ассоциирующая Ag–Bi–Sb флюоритовая минерализация ограничены мезозойско-третичными гранитоидными поясами и тесно связаны с современными поглощающимися окраинами плит и древними гранитными поясами континентов.

Оловорудные месторождения также встречаются в щелочных гранитных породах на щитах. Оловоносные граниты имеют характерный состав и не связаны с грани-

тоидами, вмещающими меднопорфировые месторождения. Оловорудная минерализация непосредственно связана с магматическим становлением обогащенной флюоритом кислой гранитной фазы и не зависит от поздних потоков летучих, поднимающихся с глубины 300 км из погружающейся литосферы. Флюорит и другие галогены, возможно, произошли из погружающейся плиты и ассимилированы позже в гранитном цикле поднимающейся магмой на верхних уровнях земной коры. Докладчики рассмотрели различные гипотезы о региональной зональности магматических гидротермальных рудных месторождений и происхождении источника материала. Расчеты позволяют предполагать, что осадки и базальты погружающейся литосферной плиты могут являться источником металлов, однако данные изотопного анализа и петрологии не свидетельствуют в пользу представления о происхождении магм и металлов в результате непосредственного плавления погружающейся литосферы. Как наиболее приемлемая модель рассматривается аккреция отдельных компонентов субдукцируемой литосферы и мантии на контакте кора—мантия. Магматические процессы контролируются переносом тепла и, возможно, летучих из погружающейся литосферной пластины. Наиболее древние плутонические породы, интрудированные на высоких уровнях коры, являются высокотемпературными промежуточными типами и с ними связана медная минерализация. Гранитные магмы и сопровождающая их оловорудная минерализация генерируются только в мощной и высокоразвитой коре и, следовательно, в молодых островных дугах их быть не может.

Металлогении и зонам субдукции посвящен доклад Д. Гриффитса (Канада). Субдукция океанической литосферы у континентальных окраин является, как известно, главным процессом в эволюции орогенических поясов кордильерского типа и их минерализации. Субдукция обусловливает: 1) повышение теплового потока (который варьирует во времени и пространстве) на расстоянии в несколько сотен километров за зоной субдукции (желобом), 2) образование магмы из субдукцируемой пластины, за счет чего происходят изменение характера и увеличение мощности перекрывающей коры, 3) вертикальные и латеральные переходы коровых пород как отражение первых двух процессов. Природа земной коры, перекрывающая субдукцируемую пластину, является главной особенностью, определяющей разнообразие орогенических поясов. Эта кора может быть трех основных типов: 1) океаническая, приводящая к развитию океанических островных дуг, 2) метаморфизованного континентального фундамента, приводящая к образованию орогенических поясов андийского типа и 3) в основном неметаморфизованная, приводящая к возникновению орогенических поясов лакланского типа. Переходы между этими тремя типами коры, наличие более чем одной зоны субдукции и многократные эпизоды процесса субдукции объясняют варьирующие характеристики орогенических поясов. В Лакланском орогене Юго-Восточной Австралии осадочный клин шириной до 800 км и мощностью до 15 км, покоящийся на океанической коре, залегает на единой субдукцируемой пластине в течение почти 100 млн. лет. В раннюю стадию базальт-андезит-риолитовый вулканизм распространялся на расстояние до 300 км от желоба (с ним связаны месторождения меди, серебра, золота, железа и марганца). Продуктами последующего регионального метаморфизма и плавления осадочных пород на расстоянии до 400 км от желоба первоначально явились гранито-гнейсы, а затем базальт-риолитовые вулканиты с серией месторождений, происходящих главным образом из осадков (свинец, цинк, молибден и висмут). Повышение теплового потока на расстоянии до 800 км от желоба приводило к анатексису гранитоидов и ассоциирующих с ними олова, вольфрама и сурьмы вкрест простирания орогена. В фрагментах догеосинклинального океанического фундамента залегают месторождения хромитов, никеля, платины, иридия и осмия.

В Канадских Кордильерах в триасе действовали две зоны субдукции, генерировавшие две вулканические дуги за счет магм, образующихся из поглощаемой пластины. С этими магмами связаны колчеданные и скарновые месторождения, обогащенные медью и железом и обедненные свинцом. Поглощение океанической коры между двумя зонами субдукции привело к сохранению только одной активной с юрского до раннетретичного времени зоны. Тектонически перемещенные фрагменты этой океанической коры содержат магматические месторождения никеля и хрома.

Последующее плавление в глубинных слоях этой коры произвело большой батолитовый комплекс, в котором сохранилось сравнительно мало месторождений, возможно, из-за эрозии. Позади этой магматической дуги плавление различного корового материала привело к образованию ряда месторождений: 1) свинцово-цинково-медных, образовавшихся за счет более древних континентальных осадков, 2) связанных с плутонами оловорудных, происходящих из этих осадков, порфировых месторождений меди, молибдена и вольфрама, образованных из океанической коры и (или) из перекрывающих осадков, преимущественно на флангах вулканов и плутонов, 3) меди из древних вулканических дуг и 4) широко варьирующих по составу жильных месторождений, ремобилизованных из месторождений всех предшествующих типов. Это распределение, по мнению докладчика, можно интерпретировать с позиций тектоники плит.

В мантийных и океанических базальтах, образованных из мантии, содержание меди является очень высоким. Первичный источник меди –фракционирование магмы, выплавленной из субдукцированной (на глубине до 150 км) океанической литосферы или из океанической коры, подстилающей осадочные комплексы. Такое же происхождение имеют, возможно, железо, марганец и цинк. Свинец и олово произошли почти исключительно из кластических осадков, "соскобленных" с древних кратонов, а молибден, вольфрам и сурьма – из аналогичных источников, а также из синорогенных осадков, соскобленных с более кислых плутонических дифференциатов в древних вулканических толщах. Никель, хром и платина встречаются в пластинах мантии и океанической коры, заключенных в орогенических поясах. Ремобилизация любых из перечисленных месторождений приводила к образованию различных жильных месторождений. Простые модели (включающие привнос металлов из субдукцируемых пластин океанической литосферы) в изученных орогенических поясах, как оказалось, не работают. Главным фактором, обусловливающим вариации в характере металлогении, является природа коры, перекрывающей зоны с высокими значениями теплового потока, генерируемого в процессе субдукции. Только очень ограниченное число наблюдавшихся магм имеет первичное происхождение (т.е. выплавлены из субдукцируемой пластины). Модели, основанные исключительно на тектонике плит, по мнению Гриффитса, для целей геологической разведки представляют, видимо, лишь ограниченную ценность. Основное внимание следует уделять детальному картированию коровых пород на расстояние до 800 км от зон субдукции. По-видимому, данные региональной металлогении целесообразнее использовать как средство конструирования моделей тектоники плит для орогенических поясов, а не для прогнозирования нахождения тех или иных специфических рудных месторождений.

Во втором докладе С. Хейнеса (Канада) получил освещение вопрос об образовании континентальных сутурных швов в связи с металлогенией Южного Ирана. Линия континентального сутурного шва между Аравийской и Персидской плитами в районе Фарса (Иран) маркируется радиоляритами, турбидитами и олистолитами, которые отложены в желобе (зона желоба) в результате субдукции Аравийской плиты. При столкновении континентов в позднем мелу северная часть зоны желоба подверглась интенсивным тектоническим дислокациям, и на радиоляриты был надвинут пояс ультрабазитов, содержащий хромитовые месторождения (в частности, Чеснах-Бид). Этот пояс, вероятно, отражает разрывообразование и восходящие движения океанической коры. После этого периода тектогенеза маастрихтские рудистовые известняки были перемещены в направлении, поперечном к зоне желоба. Затем вся площадь претерпела эпейрогеническое воздымание и вдоль южной окраины зоны желоба отложились континентальные красноцветы, сопровождаемые карбонатами и эвапоритами раннего эоцена. Медные и свинцовые месторождения приурочены к контакту красноцветных отложений с перекрывающей эвапоритовой толщей.

Последующие движения Аравийской плиты к северу выразились в надвигообразовании и опрокидывании складок в районе, расположенном непосредственно на юге от зоны желоба и в развитии с эоцена по голоцен вулканического пояса, расположенного к северу от этой зоны. Данный вулканический пояс заключает меднопор-

фировые месторождения (в частности, Сар-Чесмен), а также жильные месторождения меди, свинца и цинка с баритом.

В докладе Н. Наира и Р. Митхала (Индия) о металлогении на Индийском субконтиненте Гималаи рассматриваются как регион, испытавший субдукцию океанической (Тетис) литосферы и последующее столкновение континентальных плит (Индийской и Азиатской) в позднем мезозое–раннем кайнозое. Докладчики охарактеризовали минералообразующие тектоно-магматические режимы для палеозоны субдукции, зоны столкновения и островных палеодуг. С целью определения благоприятных критериев для поисков месторождений произведено сопоставление условий в Гималаях с металлогеническими условиями Альп и Кавказа, как составных частей Тетиса. Области Ладакх и Рупшу в северо-западных Гималаях имеют, как предполагается, благоприятное геологическое положение для поисков меднопорфировых, колчеданных и никель-хромитовых месторождений. Вулканогенно-осадочные толщи у некоторых глубокопроникающих поперечных разломов, возможно, заключают промышленные месторождения цветных металлов, урана, барита и магнезита. С металлогенической точки зрения представляют интерес линеаменты Северо-Западного Непала и один из горстов в Кашмирских Гималаях. Важнейшей металлогенической провинцией является и группа Андаманских островов (присутствие зоны субдукции в Бенгальском заливе вдоль Сунда-Андаманской дуги – факт, хорошо документированный). Докембрийские рудные месторождения Индии, особенно сульфидные и урановые, с пониженными содержаниями золота известны в районах, которые в настоящее время рассматриваются как палеоостровные дуги, прилежащие к архейским протоконтинентам. Железные руды встречаются на склонах желобов этих островных дуг. Некоторые из металлогенических провинций Индии, видимо, связаны генетически и пространственно с теми или иными протоконтинентами, палеоостровными дугами и мио- и эвгеосинклинальными бассейнами. Это устанавливается на основе литолого-тектонических, стратиграфических, геохимических и геофизических данных. Нарбада-Сон, Аравалли, Маханади, Годавари и другие разломы Индийского щита совпадают с некоторыми главными литостратиграфическими границами и являются благоприятными местами для тафрогенической и магматической активности. К этим линеаментам тяготеют кимберлиты и карбонатиты. Вулканогенно-осадочные толщи в зонах, находящихся в непосредственной близости от этих разломов, в частности, в точках их пересечения с другими линеаментами, служат особенно благоприятными объектами для ведения поисковых работ.

Один из основоположников применения новой глобальной тектоники для металлогенических целей Р. Силитое (Англия) дал предварительный анализ металлогенической эволюции пакистанского горного пояса типа столкновения. На территории Пакистана и прилежащих районов выявлены четыре постпалеозойские металлогенические обстановки: 1) флюоритовые и барит-свинцовые месторождения типа долины Миссисипи, образовавшиеся в юрских известняках на северной миогеосинклинальной окраине Индийского щита, возможно, в течение начальной стадии отделения Индии от Гондваны, 2) хромитовые месторождения в серпентинизированных дунитах, окисные марганцевые месторождения в осадках слоя 1 и меденосные колчеданы в базальтах слоя 2, сформировавшиеся в офиолитовом комплексе океанического хребта Тетис, 3) порфировые медно-молибденовые, медные типа манто, жильные месторождения меди, контактово-метасоматические медно- и железорудные, а также вулканогенные железорудные месторождения, образованные в меловое и кайнозойское время в процессе интрузивного и экструзивного известково-щелочного магматизма, проявлявшегося вдоль южного края Иран-Афганистанской микроконтинентальной плиты во время субдукции в северном направлении, и 4) месторождения сурьмы и ртути, сформировавшиеся в интраконтинентальной системе Чаманского трансформного разлома в послераннемиоценовое время. Контакт миогеосинклинальных жильных, офиолитовых и меловых известково-щелочных металлогенических провинций – результат образования шовной зоны между Индийской плитой и Иран-Афганистанским микроконтинентом (финал закрытия южной ветви Тетиса). Последующее возобновление движения Индий-

ской плиты в северном направлении и поддвигание ее ведущего края под Тибет привело к образованию провинции трансформного разлома и постраннемиоценовой известково-щелочной провинции (вдоль Макранского сегмента границы плиты, не подвергшегося столкновению).

Я. Кутина (США), использовавший только модель дрейфа континентов, сделал интересный вывод об изменении (относительно географических полюсов) ориентировки разломов в породах фундамента, которая совершается в процессе дрейфа континентальных блоков.

Анализ опубликованных материалов к конгрессу и заслушанных на сессии докладов подтвердил имевшиеся представления о том, что теория новой глобальной тектоники является в настоящее время одним из важнейших направлений развития геологической науки как в фундаментальном, так и прикладном плане. Эта теория выделяется среди других научных направлений наибольшей обоснованностью и глубиной разработки, способностью объединить и объяснить факты, полученные другими геологическими науками (например, факты о строении срединно-океанических хребтов, полученные геологией морского дна, палеонтологией, петрологией, литологией, палеомагнетизмом и др.). Следует отметить, что на конгрессе не было высказано каких-либо новых идей, существенно корректирующих положение теории новой глобальной тектоники. Эта теория в настоящее время находится в стадии стабилизации, совершенствования и начала широкого применения.

Несмотря на небольшой отрезок времени, прошедший с момента создания комплекса мобилистских сложных региональных геодинамических моделей основных типов структурных элементов земной коры, эти модели, по мнению многих исследователей, лучше, чем ранее имевшиеся фиксистские модели, позволяют понять эволюцию и особенности глубинного строения складчатых поясов, объяснить наблюдаемые закономерности размещения месторождений полезных ископаемых, понять их генезис, а следовательно, могут эффективнее применяться при оценке перспективности территорий.

К.В. Никифорова

ПРОБЛЕМЫ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ГЕОЛОГИИ

Тематика секции 12 – четвертичная геология – на XXV сессии МГК в Австралии определена тремя основными направлениями: геологический эффект позднекайнозойских климатов; процессы латеритного выветривания и третичная и четвертичная история Индо-Пасификского региона. Всего на секции заслушано 37 докладов. Наибольшее число – 14 докладов – представлено австралийскими учеными; 5 докладов представили ученые Канады, по 3 доклада сделали ученые США и Новой Зеландии; по 2 доклада представили делегаты из ФРГ, Англии и Индии. Исследователи ЧССР, Франции, Греции и Мексики представили по 1 докладу. От Советского Союза на секции зачитан 1 доклад В. Бардина и 1 совместный от СССР и Канады – А. Раукас (СССР) и А. Дрейманис (Канада). Наибольшее число докладов посвящено проблеме климатических колебаний в позднем кайнозое и их геологическому эффекту. Интересные данные сообщены В.Е. Дэвисом (США) о ледниковой геологии Северной Гренландии. Большая часть Гренландии покрыта толстым ледниковым покровом, за исключением свободной ото льда полосы земли 100–200 км шириной, которая протягивается через северную часть острова. Свидетельства довисконсинского (довюрмского) оледенения редки. В течение висконсинского оледенения отмечается пять главных центров. Отступание ледника началось около 770 лет назад. Величина поднятия территории со времени отступания ледников на севере Арктического побережья оценивается докладчиком в 25м, максимальная – 129 м на территории между фиордами Независимости и Хиде.

И. Теразме (Канада) сообщил о геологическом эффекте изменений климата в Канадской Арктике. Он отметил наличие длительных по времени климатических циклов, а также ежегодные аномалии значительной величины. Автор подчеркнул необходимость учитывать эти кратковременные климатические изменения, так как они могут быть причиной серьезных аварий и помех в строительстве дорог, полевых аэродромов и т.п. Климат контролирует также характер растительности и фауны, с изменением климата меняется и скорость геоморфологических процессов в арктических районах.

Голоценовой истории Алеутских островов и Аляски посвящен доклад Р. Блэка (США). На основе радиокарбонового датирования отложений автор воссоздал голоценовую ледниковую историю на побережье северной части Тихого океана и Берингова моря; показал изменения уровня моря в течение этого периода, местные тектонические подвижки и изменения конфигурации берегов, вулканизм и влияние всех этих процессов на заселение Алеутских островов.

В.И. Бардин (СССР) доложил о ледниковой истории Антарктики. Автор показал, что в результате открытия в последние годы ледниковых отложений различного возраста на континенте Антарктики и изучения донных осадков в водах южного океана достигнут значительный прогресс в познании истории ледникового периода этого сложного региона.

Позднечетвертичная стратиграфия и палеоклиматология Южного Ванкуверского острова и пролива Жан де Фука (Британская Колумбия) освещена в докладе Н.Ф. Элли (Канада). Он сообщил, что на данной территории отмечается по крайней мере три значительных оледенения древнее и одно моложе 60000 лет. Последнее примерно одновременно висконсину США. Нагорья южного острова Ванкувер освободились ото льда около 12500 лет назад, а днища смежных долин – 10500 лет назад.

Дж.Т. Теллер (Канада) сообщил о поздневисконсинской и раннеголоценовой истории и климате в озерных бассейнах Канады и США. Климатические колебания изучались по характеру осадков бассейна позднеледникового озера Агассис и по содержащимся в них органическим остаткам, начиная со времени наиболее позднего оледенения, достигшего центральной части бассейна озера Агассис около 22000 лет назад. Около 8 000 лет назад озеро было полностью дренировано.

Очень интересный доклад представлен Ж.М. Баулером (Австралия), который пришел к выводу о совпадении периодов аридизации Южной Австралии с периодами оледенения Северного полушария. Он показал, что климатические изменения, регистрируемые по дюнным отложениям, палеопочвам и колебаниям озерных уровней на юге Австралии, в широком смысле синхронны главным климатическим циклам Северного полушария. Экспансия последней огромной пустыни в Южной Австралии началась около 25 000 лет назад. Примерно за 9 000 лет до этого достиг своего максимального протяжения глобальный ледниковый покров. В то время как в высоких широтах лед достигал своего максимального объема, аридность в Южной Австралии достигла нового пика интенсивности. Автор пришел к выводу, что эоловые отложения Австралии, Африканской Сахары и Атлантики одновременны и время их формирования совпадало со временем оледенения. Возраст австралийской позднечетвертичной эоловой фазы идентичен не только времени интенсификации аридной обстановки в жарких пустынях мира, но также и холодной аридной среде лессовой провинции Европы и Центрального Китая. Этот вывод очень важен для глобальной корреляции четвертичных событий ледникового возраста.

На примере территории Южной Австралии Р.А. Каллен (Австралия) убедительно показал, что изучение минералогии глин дает очень много ценной информации для восстановления палеогеографических условий прошлого. Дж.М. Сунс (Новая Зеландия) доложила о ландшафте, природе и размахе климатических изменений в позднечетвертичное время на территории Южного острова Новой Зеландии. Х.Форстер (ФРГ) представил данные об эффекте позднекайнозойских климатических изменений на геологию Центрального Ирана. Он пришел к выводу, что аридизация Центрально-Иранского нагорья произошла в течение последних 10 000 лет, что создало условия для обитания человека и привело его к миграции сюда из Месопотамии. Влияние климатических изменений в течение четвертичного периода на седиментацию и диагенез рифов и связанных с ними формаций на территории Новой Каледонии показано в докладе Ж. Кодри (Франция). Межледниковые периоды характеризовались интенсивным ростом рифов, быстрой скоростью карбонатной седиментации и слабым диагенезом осадков. Ледниковые периоды сопровождались низким уровнем моря, небольшим ростом рифов, перерывом в седиментации, накоплением эоловых отложений и сильным атмосферным диагенезом.

Г.Г. Мистардис (Греция) коснулся в своем сообщении влияния климатических колебаний на эволюцию человека на территории Эгей, начиная с рисс-вюрмского межледниковья до нижнего голоцена включительно. Эгейское море и окружающая его территория, расположенные между Юго-Восточной Европой и Западной Азией, представляют важнейшую территорию для изучения миграций человека между Ближним Востоком и Центральной Европой в течение последних 100 000 лет. Ослабленная континентальность этой территории, начиная с рисс-вюрма обусловила в течение холодных периодов миграцию человека с севера, а в течение теплых фаз – с востока. А. Раукас (СССР) и А. Дрейманис (Канада) в совместном докладе о климатических изменениях в Северном полушарии в течение последнего оледенения склоняются к трехчленному делению последней ледниковой эпохи и рассматривают средний вюрм-висконсин и их аналоги скорее в качестве интерстадиала, нежели межледниковья. Они приходят к выводу о диахронном характере подвижек края ледников. О раннечетвертичном оледенении Британских островов и примыкающего континентального шельфа сделал доклад Г.А. Келловей (Англия). Автор коррелирует Уолстон и Англию приблизительно с Вартой и Дренте и с Иллинойсом Северной Америки. Однако последние данные Ричмонда, Берггрена и других заставляют сомневаться в этом. Иллинойс датируется ими в 500 000 лет. Варта и Дренте соответствуют примерно альпийскому риссу и датируются 230–250 тыс. л. н. К.Н. Томе (ФРГ) сообщил о развитии комбинированных оледенений и их следах в ледниковых отложениях на территории ФРГ.

Большое число докладов, посвященных проблеме третичной и четвертичной истории Индо-Пацифики региона, представлено австралийскими учеными. Так, П.Г. Флуд представил эволюционную схему, объясняющую морфологию рифов в Большом Барьерном рифе на юге Австралии. Д.К. Глассфорд и Л.П. Киллигрю

привели свидетельства продвижения Австралийской пустыни к западу в течение четвертичного периода через юго-западную Австралию. В.Ж.Е. ван де Грааф, Р.В.А. Кроу и Ж.А. Вантинг сообщили о наличии реликтов раннекайнозойской дренажной сети в аридной зоне Западной Австралии, которая ассоциируется с развитием коры выветривания и указывает на более гумидный, чем современный, климат во время ее формирования. Возраст этой сети на западе доверхнеэоценовый, в Центральной пустыне – доверхнемеловой. Аридизация или по крайней мере частичное изменение от гумидного к аридному климату началось с миоцена, что авторы связывают как с глобальным изменением климата, так и с дрифтом Австралии к северу в течение третичного времени. Древние долины являются главными водоносными источниками, а также содержат богатые ураном отложения и золотые россыпи. Ф.Ж. Макомбер доложил о позднечетвертичных гидрогеологических и седиментационных условиях на территории Северной Виктории и о времени заселения исследованной территории человеком. Б.Г. Том привел данные об эволюции песчаного берегового барьера в Новом Уэльсе в течение позднего плейстоцена и предложил модель формирования прибрежных песчаных отложений. В докладе М. Арчера, И.М. Кроуфорда и Д. Меррилиса сообщалось о надрезах, поломках и обугливании ископаемых костей из Мамонтовой пещеры в Западной Австралии, возможно, сделанных рукой человека. Возраст отложений по обожженным углям устанавливается от более чем 37 000 лет назад до более чем 31 500 лет назад. Очень содержательный доклад Е.Д. Гилла касался условий формирования берега континентального шельфа Австралии. Исходя из теории тектоники плит и осциллятерной природы эвстатических изменений уровня моря, автор пришел к выводу о том, что рождение большинства континентальных шельфов происходит путем раскола и отторжения одного континентального массива от другого. Большинство шельфов является структурами мезозойского или раннекайнозойского возраста. Большая часть модификаций шельфа происходит в результате морской эрозии или деятельности зоны прибоя. В отношении срединной континентальной плиты – Австралии, значение тектоники минимальное. Австралия не претерпела практически и оледенения и, таким образом, ледниковой эрозии. Зона прибоя, по-видимому, являлась адекватной шельфу; автор считает правильной концепцию о том, что континентальный шельф у берегов Австралии выровнен морской денудацией.

М.А. Гани (Новая Гвинея) посвятил доклад береговым линиям прибрежной полосы в центральной части Новой Зеландии и значению тектоники в их формировании. По мнению автора, в истории поднятий данной области можно различить три фазы: 1) эпейрогеническая фаза (медленное погружение без интенсивной складчатости) от 14 до 1,3 млн. лет назад; 2) фаза тектогенеза (складчатость с низким значением величины поднятия) от 1,3 до 0,2 млн. лет назад и 3) орогеническая фаза (складчатость и интенсивное поднятие территории) от 0,2 млн. лет назад до настоящих дней. Согласно теории тектоники плит изучение области, покрывающей большую часть ширины зоны, пограничной между индийской и тихоокеанской плитами, показало, что относительное горизонтальное смещение ее в течение последних 10 млн. лет было около 35 мм в год. Голоценовая история территории западной части Нового Южного Уэльса изложена в сообщении Р.И. Уассона (Новая Зеландия). Доклад В. Рамеш, В.К. Верма и А.Г. Джингран (Индия) посвящен эволюции ландшафта в бассейне Центрально-Индийской Гондваны от нижнего мела доныне. К. Шуберт (Венесуэла), С. Валастро и Ж.Б. Коварт (США) сделали доклад о четвертичной геологии побережья Центральной Венесуэлы и приподнятых островов южной части Карибского моря. Изучались известковые террасы, сложенные обломками сильно фоссилизированных кораллов и раковин. Возраст их, полученный по кораллам ($^{230}Th/^{234}U$), оказался равным примерно 131 000 лет. На северном побережье подножия Карибских гор изучались молодые отложения бичей нескольких метров высоты. Возраст их по C^{14} позднеголоценовый. Из этих данных скорость поднятия некоторых прибрежных зон оценивается авторами от 0,03 до 0,06 см/год.

Р.С. Хармон (Канада) доложил об изменениях уровня моря в течение последних 200 000 лет в Бермудах. Р.В. Фейрбридж (США) сделал доклад о движениях

земной коры в изменениях уровня моря в четвертичном периоде. По мнению автора, четвертичный период подвержен в значительной степени акселерации в отношении вертикальных движений по сравнению с третичным. Рассмотрение структуры кратонов за время свыше 500 млн. лет предполагает фазы акселерационных циклов в 80 млн. лет с длинными периодами расслабления, модулированные, однако, меньшими циклами различной природы (например, гляцио-эвстатическими). 80-миллионный период хорошо коррелируется с акселерацией плейт-тектонического спрединга океанического дна и задокументирован в геологических событиях великими трансгрессиями и регрессиями Зюсса и Ога. Уровень моря является, таким образом, репером мантийной конвекции и переноса тепла.

Ряд докладов посвящен процессам латеритного выветривания. 4 из них представлены австралийскими исследователями. И.Т. Хаттон рассмотрел геохимические процессы, происходящие при химическом выветривании пород на территории Австралии, для выяснения соотношения между латеритами и силикатной корой. Он пришел к выводу, что латериты и силикатные коры могут быть ассоциированы только в редких случаях. Формирование коры с высоким содержанием железа и алюминия наблюдается при современных условиях и, вероятно, было и в минувшие геологические времена. Силикатные корни имеют, вероятно, третичный возраст.

О происхождении и возрасте латеритов и силикатных кор средней части Южной Австралии сообщил также Н.Ф. Элли. Автор пришел к выводу, что литология пород не влияет на характер коры. По его данным, латериты начали формироваться еще в дотретичное время и формирование их на юге продолжалось до фазы тектонического омоложения территории. Силикатные коры начали формироваться позднее, в эоцене, на севере Австралии. И латериты, и силикатные коры в дальнейшем формировались в близких климатических условиях, но латериты на юге территории, а силикатные коры – на севере. Последние развивались на довольно ровной поверхности рельефа с плохим дренажем, для латеритов таких данных нет.

Д.К. Глассфорд и Л.П. Киллигрю сообщили о происхождении оолитовых каолиновых сферитов в осадочной толще квартера Юго-Западной Австралии. Доклад И.Б. Фирмана касался наличия ископаемых почв в латеритном профиле на территории Южной Австралии. Автор указал, что латеритный профиль состоит из различных слоев, формирующихся различными путями и в различное время, от протерозоя до основания плейстоцена. Доклад Р.С. Митхал и Г.С. Мехротра (Индия) был посвящен латеритизации и происхождению черных почв. Латеритные, красные и черные почвы покрывают большие территории в тропическом поясе, включая центральный и южный районы Индии. Красные и латеритные почвы развиты на территории с малым количеством дождей и бедным дренажем. Латеритные почвы в основном формируются в условиях рассеченного плато, в то время как на прилегающих низменных территориях на подобных же породах развиты черные почвы. Таким образом, характер выветривания материнских пород зависит в основном от условий климата и дренажа. В то же время внутренними факторами, контролирующими определенные черты почвенных горизонтов, являются литология, топография, климат и микроорганизмы.

В.Д. Брюкнер (Канада) в своем докладе об изменениях климата как доминантном факторе в формировании коры выветривания на территории Западной Африки и Австралии считает, что для развития коры выветривания принципиально существенны следующие стадии: 1) химическое выветривание материнских пород, проникающее вглубь, – гумидная фаза; 2) формирование смешанных (железистых, алюминиевых, силикатных) конкреций внутри профиля коры, после чего обнажившийся конкреционный пласт вместе с подстилающим материалом переходит в кору, – фаза высушивания; 3) дезинтеграция коры физическим выветриванием, смыв дождевыми струями и перемещение ветром мелких частиц, формирование поверхности окаменевшего остаточного пласта – сухая фаза. Далее вновь повторяются 1- и 2-я фазы и все заканчивается новой корой. Различные ее типы указывают на существование различных климатических режимов. Новая концепция формирования коры находится в соответствии с все увеличивающимся признани-

ем повторных климатических изменений во всех широтах Земли и противостоит еще широко распространенной "традиции", предполагавшей, что все процессы почвообразования в низких широтах обусловлены местным постоянным климатом с более или менее определенными влажными и сухими сезонами. Два доклада на секции посвящены вековым магнитным вариациям в течение четвертичного периода. К.Е. Бартон (Австралия) доложил о четвертичных вековых магнитных вариациях и магнитостратиграфии четвертичных отложений Австралийских озер в Юго-Западной Виктории и на юго-востоке Южной Австралии. Автор отметил, что стройная картина вековых геомагнитных вариаций похожа по характеру на таковую, полученную в Северном полушарии. К.М. Криир (Англия) сообщил о геомагнитных вековых вариациях, отмеченных в голоценовых и поздневислинских озерных и пещерных отложениях. Автор рассмотрел теории геомагнитного поля и их потенциальную применимость для геологических корреляций.

Проблеме глобальной корреляции посвящен доклад В. Шибравы (ЧССР). В Европе в результате геологических, палеонтологических, палеомагнитных исследований удалось произвести корреляцию между ледниковыми областями Северной Европы и Альпами. Корреляция оледенений Европы и Северной Америки наиболее обоснованно произведена для последнего ледникового времени (ранний висконсин США – ранняя висла северных областей Восточной Европы). Наблюдения на различных континентах и в различных климатических зонах доказывают возможность производить корреляцию климатических циклов в Европе, Северной и Южной Америке и Новой Зеландии, т.е. между Северным и Южным полушариями.

На заседании симпозиума по международной геохронологической шкале К.В. Никифоровой сделан доклад о проблеме положения границы между неогеном и четвертичной системой.

Из помещенного выше перечня видно, что на конгрессе представлена достаточно разнообразная тематика, касающаяся проблем четвертичного и частично третичного периодов. Однако по представленным докладам трудно дать оценку общего уровня данной проблемы в настоящее время, так как некоторые страны представили всего 1 или 2 доклада, по которым нельзя судить об общем уровне развития четвертичной геологии в той или иной стране и тем более в целом. Можно лишь заключить, что несомненно возрос комплексный подход к изучению четвертичного периода вообще и что применение физических методов исследования (определение радиологического возраста, палеомагнитные исследования и др.) позволяют в настоящее время уточнить и детализировать стратиграфическую шкалу и расширить возможности корреляции геологических событий. Большое внимание во всех странах уделяется в настоящее время выявлению климатических колебаний в течение неогена и квартера и их роли в развитии тех или иных геологических явлений и событий, а также тектоническим проявлениям и эвстатическим колебаниям уровня моря. Многие геологические события трактуются с позиций тектоники плит.

Очень мало внимания на секции уделено вопросам биостратиграфии как морских, так и континентальных четвертичных отложений, а также вопросам широких палеогеографических реконструкций и истории ископаемого человека. Эти проблемы интенсивно развиваются в Советском Союзе, так же как и проблемы магнитостратиграфии, но, к сожалению, они не были представлены на заседаниях секции МГК.

Е.М. Сергеев, В.С. Шибакова

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Секция "Инженерная геология" работала по проблеме "Вклад геологии в охрану окружающей среды". Эта проблема впервые обсуждалась на крупном международном геологическом конгрессе. Внимание геологии для систематического изучения влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду привлечено только в последние годы. Инженерная геология оказалась наиболее подготовленной геологической дисциплиной для решения этой проблемы, так как она на протяжении длительного времени изучала взаимодействие отдельных инженерных объектов с геологической средой. В настоящее время одной из важнейших задач инженерной геологии становится изучение динамики верхней части земной коры в связи с инженерной и хозяйственной деятельностью человека и предотвращение вредного воздействия на нее природных геологических процессов и геологических процессов, вызываемых деятельностью самого человека, и разработка научных основ мероприятий по охране геологической среды. Современная инженерная геология представляет собой комплекс дисциплин, изучающих поверхностную часть земной коры в инженерных целях (в связи с городским и промышленным строительством, добычей полезных ископаемых, созданием искусственных нефте-, газо-водохранилищ, захоронением промышленных отходов и т.п.). Становится понятным тот большой интерес, который вызвали на конгрессе заседания секции инженерной геологии. В работе секции принимали участие около 300 специалистов из разных стран мира, среди них присутствовало много видных ученых, а также талантливой молодежи. На заседаниях секции заслушано 35 докладов, очень различных по уровню выдвигаемых проблем, характеру их решения и полученным результатам.

Ряд интересных докладов посвящен вопросам инженерно-геологического картирования. В докладе проф. М. Матула (Чехословакия) и Р. Дирмана (Англия) рассмотрены общие теоретические и методические вопросы инженерно-геологического картирования, а также вопросы охраны окружающей среды при инженерно-геологическом картировании. Показано, что задачей инженерной геологии является обеспечение инженеров и проектировщиков информацией, которая позволит достигнуть гармонии между инженерным сооружением и геологической средой. Инженерно-геологическая карта – это наилучший способ подачи подобной информации, так как она дает генерализованное отображение геологической среды, подчеркивая те ее особенности, которые важны с точки зрения инженерной геологии. Назначение инженерно-геологической карты, ее содержание и масштаб рассматривались как основа для классификации карт. Все главные компоненты инженерно-геологической среды: породы, грунтовые воды, геоморфология и геодинамические процессы также должны быть классифицированы с инженерно-геологических позиций. Для инженерно-геологического картирования в различных масштабах было предложено 4 таксономических единицы: инженерно-геологический тип, литологический тип, литологический комплекс, литологическая свита. Показывая основные компоненты геологической среды, инженерно-геологическая карта отображает историю развития инженерно-геологических условий территории и позволяет делать прогнозы изменения геологической среды под влиянием хозяйственной деятельности.

Инженерно-геологическая информация может быть представлена двумя путями: во-первых, каждый отдельный аспект может быть представлен на отдельной карте инженерно-геологических условий, во-вторых, информация может быть дана посредством районирования территории.

Доклад проф. М. Матулы и Р. Дирмана, представленный от имени комиссии по инженерно-геологическому картированию Международной ассоциации инженерной геологии, заслуживает большого внимания, так как единые принципы, положенные учеными разных стран в основу инженерно-геологических карт, будут способствовать лучшему пониманию и решению общих вопросов. Вопрос инженерно-геологического картирования отдельных территорий и первый подход к составлению

карт изменения геологической среды рассматривались в докладах специалистов из Австралии, Италии, США.

Серьезное место на конгрессе в Австралии заняла проблема захоронения радиоактивных отходов. В докладе Г. де Биханане и П. Стивенса, специалистов из горной службы США, рассматривался вопрос о неглубоком подземном захоронении радиоактивных отходов в США. Проанализированы данные более чем 30-летней практики захоронения, показано, что из 11 мест захоронения, существующих ныне в США, с общим количеством 1,4 млн. $м^3$ отходов, из 3 мест началась миграция различных радиоактивных элементов; делается вывод о том, что 4 геологических критериев, по которым ранее выбирались места для захоронения, оказалось недостаточно и на сегодня они уточнены еще 17 новыми гидрогеологическими и геологическими факторами. Большое внимание в докладе уделено вопросу применения новой комплексной геофизической и буровой техники для контроля миграции радиоактивных элементов в существующих местах захоронения, а также для выбора новых мест с учетом гидрогеологических условий. Этот доклад может представлять безусловный интерес для наших специалистов, особенно в части использования новой техники для контроля миграции радиоактивных элементов из мест захоронения.

В докладе Е. Ангино, Г. Дрешофа и Э. Зеллера (США) рассматривался вопрос об Антарктиде как о возможном постоянно действующем международном бюро по захоронению высокорадиоактивных отходов. Обсуждались различные стороны этой проблемы: благоприятное географическое положение Антарктиды, связанное с ее отдаленностью от других материков, изолированностью от обычных человеческих контактов; наличие своеобразной циркуляции океана около Антарктиды и антарктической конвергенции, которые явятся дополнительным контролем над изоляцией радиоактивных отходов, а также благоприятное юридическое состояние вопроса, заключающееся в существовании международного "Атлантического договора". Авторами показано, что мощные покровы льда Центральной Антарктиды, пластические свойства которых близки к пластическим свойствам солей (а последняя, как известно, является лучшей средой для захоронения радиоактивных отходов), позволяют полностью изолировать от биосферы, намеренного или неумышленного вмешательства человека, а также от стихийных бедствий (землетрясения, ураганы, наводнения) радиоактивные отходы сроком на 250 000 лет.

1 мая 1973 г. Национальный исследовательский совет гляциологического отдела Комитета по полярным исследованиям Национальной Академии наук США принял решение о захоронении высокорадиоактивных материалов в слоях антарктического льда и поставил вопрос о необходимости проведения срочных и тщательных научных исследований по этому вопросу. Американские ученые твердо поддерживают эту резолюцию и стараются способствовать ее выполнению в ближайшем будущем. Вопрос об использовании Антарктиды для захоронения радиоактивных отходов имеет большое международное значение. В докладе проф. М. Лангера приведены результаты по захоронению радиоактивных отходов и отходов химической промышленности в ФРГ в соляных пещерах старых заброшенных выработок и в периферийных отработанных частях ныне действующих месторождений. Доклад содержит интересные экспериментальные материалы, выполненные на высоком техническом и методическом уровне, по изучению реологических свойств солей; приведенные теоретические расчеты подтверждены данными лабораторных и полевых исследований. Проблемы захоронения радиоактивных отходов волнуют специалистов многих стран, для успешного их решения потребуются совместные усилия инженеров-геологов, гидрологов и специалистов смежных областей.

Широко обсуждалась на конгрессе проблема устойчивости склонов, рассматривались ее различные аспекты. Так, например, в докладе В.П. Солоненко (СССР) показано влияние сейсмических явлений на развитие оползней и обвалов в горно-складчатых областях. Подчеркивается, что при многих землетрясениях большая часть жертв и материальных потерь связана не с собственно землетрясением, а с сопутствующими сейсмо-гравитационными явлениями (оползни, обвалы и др.)

В настоящее время прогнозирование сейсмогравитационных явлений по математическим моделям еще невозможно, поэтому опасные оползне-обвальные зоны определяются по сейсмостатическим и палеосейсмогеологическим данным на инженерно-сейсмогеологической основе. Американские специалисты Д. Варнес и Д. Райтбрух-Холл рассматривали вопрос о влиянии крутизны горных склонов и наличии горизонтальных напряжений гравитационной природы в горных массивах на развитие оползней и обвалов в штате Колорадо США.

Доклад В.Д. Ломтадзе (СССР) посвящен вопросам классификации гравитационных процессов и методам их изучения. Английские ученые Б. Деннес и Б. Руддолс рассматривали влияние геологических факторов на устойчивость широко известных лондонских глин.

Очевидно, что проблема развития гравитационных процессов на горных склонах, особенно в связи с хозяйственной деятельностью человека, привлекает пристальное внимание ученых во всех странах мира и для ее решения потребуются их объединенные усилия.

Представляют интерес доклады, посвященные вопросу планирования и рационального использования территорий. В докладе И.М. Буачидзе, К.И. Джанджгавы (СССР) сделана оценка современных геологических процессов на Кавказском шельфе Черного моря с целью рационального освоения побережья. П. Бургес (Австралия) рассматривал вопросы планирования территории г. Сиднея в настоящем, прошедшем и будущем; сочетание в районе сложных геологических и гедрогеологических условий с высоким инженерным уровнем возводимых сооружений представляет безусловный интерес для специалистов, занимающихся инженерной геологией в связи с развитием городов.

В докладе американских специалистов С. Лейса, К. Шнейдера, К.Кристофера изложены результаты работ по выявлению мест археологической значимости на территориях будущих застроек в различных районах США и Европы с использованием геофизической методики электрозондирования; показано, что применение этой методики дает хорошие результаты, позволяет локализовать места археологической ценности в пространстве и сравнивать значимость отдельных уровней по вертикали. При современных темпах урбанизации, несущих за собой потерю археологических памятников, применение современных геофизических методов крайне необходимо для того, чтобы сохранить потомству места археологической ценности.

В ряде докладов рассматривались вопросы воздействия различных инженерных сооружений на окружающую среду, например, Транс-Аляскинского нефтепровода (окончание строительства которого намечено в 1977 г.), системы водохранилищ в Финляндии и искусственного оз. Пауэл в аридной зоне в каньонообразной долине р. Колорадо, в штате Аризона США. Для всех сооружений детально проанализированы наиболее отрицательные факторы: для водохранилищ Финляндии отрыв и всплытие берегов, сложенных торфяниками; для Аляски – влияние разогрева (трубопровода) на породы, находящиеся в мерзлом состоянии и залегающие в условиях высокой сейсмической активности; для Аризоны – воздействие воды на различные по составу вмещающие породы.

Наряду с рассмотрением основных проблем, которые особенно широко представлены на конгрессе, интерес специалистов вызвали вопросы зависимости свойств горных пород от различных факторов. В докладе В.С. Шибаковой (СССР) рассматривался вопрос о возможности улучшения свойств глинистых пород путем их обжига с помощью СВЧ энергии. В докладе американских ученых Т. Уилана, Дж. Колемана и других показано влияние содержания газовой компоненты в глинистых грунтах на их устойчивость.

Таким образом, круг вопросов, рассмотренных на секции "Инженерная геология" XXV сессии МГК, достаточно полно характеризует современное состояние этой важной области геологии и подчеркивает, что, помимо вопросов, связанных непосредственно со строительством, инженерная геология в настоящее время занимается изучением крупных проблем, направленных на охрану геологической среды, от состояния которой зависит вся окружающая нас природа.

А.Н. Бугаец

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

На XXV сессии Международного геологического конгресса вопросам математической геологии и обработки геологической информации были посвящены заседания секции 16А – "Проблемы геологической информации и систем обработки данных", секции 16В "Математическая геология", семинара для развивающихся стран, организованного COGEODATA – симпозиум 116.1, симпозиума 116.2 – "Случайные процессы в геологии" и симпозиума 116.3 – "Количественная стратегия поисков и разведки месторождений". Два последних симпозиума организованы Международной ассоциацией математической геологии. На этих секциях и симпозиумах заслушано 35 докладов, из них представители США делали 11 докладов, Австралии – 8, Канады – 5, Индии – 3, Швеции и Англии – по 2, ФРГ, Новой Зеландии, Нигерии и Израиля – по 1 докладу. Работа секций и симпозиумов проходила в основном в соответствии с объявленной ранее программой. Изменения коснулись только программ семинара для развивающихся стран.

Круг вопросов, разбиравшихся на этом семинаре, можно продемонстрировать на примере доклада G. Martin (Канада) – "Критерии для выбора машинных систем обработки данных". По мнению докладчицы, при выборе машинных систем обработки данных необходимо иметь четкие ответы на следующие вопросы:

1) может ли система обрабатывать все логические отношения, формулируемые в запросах пользователя, 2) какие возможности операций ввода у системы, 3) какие возможности для поиска информации в системе, 4) какие ограничения у системы для проведения модификации и обновления данных в файлах системы, 5) какое количество информации необходимо для работы программ системы, 6) имеет ли система возможности для проверки правильности данных, поступающих в систему или находящихся в ней, 7) как обеспечивается ведение файлов в системе и эксплуатация системы, 8) какие предложены виды обучения для работы с системой, 9) предложены ли какие-либо стандарты на документацию системы, 10) могут ли данные, хранящиеся и обрабатывающиеся в системе, легко использоваться другой системой.

В докладе W. Hutchison'a (Канада) на семинаре подчеркнута мысль, что при планировании проектов по разработке банков данных для минеральных ресурсов необходимо отдавать отчет в большой относительной стоимости работ по образованию и модификации файлов данных в системе по отношению к затратам на машинное время. Так, при проектировании канадской информационной системы по месторождениям на работы по образованию и модификации файлов системы затрачено 60 тыс. долл., а на машинное время, потребовавшееся при этом, 3 тыс. долл.

Очень близким к тематике семинара для развивающихся стран оказался и ряд докладов, представленных на секции 16А – "Проблемы геологической информации и системы обработки данных". В докладе A. Davidson'a и J.M. Moore (Канада) "Система обработки данных для проекта "ОМО-ривер" представлены материалы по машинной системе обработки данных, сконструированной на основе системы SAFRAS. Разработка и внедрение этой системы включены в двусторонний проект содействия, по которому Канада помогает Эфиопии в проведении рекогносцировочных исследований на неизученной территории в юго-западной части страны, в бассейне реки Омо. Полевые данные (наблюдения) записываются на магнитную ленту, или заносятся на специально разработанные бланки. Петрографические и аналитические данные заносятся на эти бланки позже, по мере их появления. Для цифровых и точно определенных данных используется фиксированный формат записи, для неформальных данных и интерпретационных высказываний – свободный формат, но с фиксированными пределами. Система обработки данных модульного типа, т.е. позволяет изменять ее и улучшать, и она допускает проведение многих экспериментов с целью определения наилучших форматов и стандартов для документации. За-

конченные, заполненные бланки переносятся затем на магнитные ленты. Сконструирована программа редакции всех данных на лентах при их загрузке в специально спроектированную систему System 2000.

После редакции и отбрасывания неверных данных (эти операции проводятся с помощью специальных программ) данные вводятся в базу данных, которая может содержать 10 миллионов символов. Данные в базе данных размещаются на трех уровнях: на первом – ключи к идентификации места сбора данных, на втором – большая часть данных. Эти данные находятся в виде индексированных групп (снабженных ключами для поиска), группы связаны друг с другом так, чтобы облегчить пользователю доступ к ним и управление процессом доступа. К некоторым данным, а именно, к ключевым словам, ключевым данным позволен непосредственный доступ с удаленных терминалов (телетайпов), путем непосредственного доступа с терминалов разрешается также представление найденных данных в табличной форме, проведение некоторых статистических процедур для обработки числовых данных и операций модификации базы данных (дополнение их, удаление из базы данных и т.п.).

Собственно по тематике семинаров на секции 16А был и доклад "Проектирование систем обработки геологических данных для развивающихся стран", представленный D. Gill, J. Beylin, S. Boehm, Y. Frenkel и E. Rosenthal (Израиль). По их мнению, для развивающихся стран необходимы простые и практические системы. Некоторые свойства и признаки таких систем изложены на основании работ, проведенных за последние пять лет в Геологической службе Израиля. Базы данных должны быть построены в соответствии с конкретной задачей, ограничены в своем размахе и сфере использования и должны включать средства для слияния и связи между файлами базы данных. База данных для таких систем обычно небольшая, не больше чем на 10 тыс. записей. Добавление новых данных должно быть не очень частым (несколько записей в месяц, например) и общее требование к такой базе данных – возможность сортировки по различным ключам. Для этого необходимы файлы с последовательным доступом с записями фиксированных форматов и очень ослабленные требования к необходимости тщательно разрабатывать процедуры ведения и модификации файлов. Эти принципы были использованы в израильской системе обработки данных по буровым скважинам. Она содержит базу данных и серию программ по проверке ввода, модификации и ведению файлов, генерации отчетов по результатам поиска данных на файлах, поиску по достаточно гибким и многопризнаковым вопросам для специальных целей и графическому выводу.

Дополнительно к этому примеру авторы указали на разработанные системы поиска, хранения и обработки данных по геохимии, палеонтологии, гидрогеохимии, индексированию и библиографическому описанию геологических карт и по приложению машинной обработки данных к крупномасштабным проектам разведки минерального сырья.

На секции 16А представлен также доклад L.W. Parkin'a и D.A. Tellis'a (Австралия) "Австралийская информационная система для наук о Земле", в котором они отмечают, что огромное число данных, относящихся к наукам о Земле, в Австралии не публикуется. Данные эти рассеяны по многим организациям, фрагментарны, не описаны формальным образом. Многие организации в Австралии подготавливают свои системы обработки данных и только для них готовят данные, имеющиеся в их распоряжении. В марте 1975 г. Австралийский минеральный фонд созвал национальный конвент по вопросам геонаучной информации, и был выработан проект Австралийской системы геонаучной информации, в создании которой должны принимать участие Национальная библиотека Австралии, Бюро минеральных ресурсов, геологии и геофизики и Горные департаменты штатов. Предложения при этом включили запись данных на контрольные листы, заполняемые авторами по оригиналам работ. Эти записи поступают в машинно-ориентированную базу данных при Австралийском минеральном фонде, математическое обеспечение для которой подготовлено федерацией научных и промышленных исследовательских организаций (CSIRO). Периодические распечатки состоят из обширных каталогов и списков зарегистрированных данных. Система доступна для ведения ретроспективного

поиска с прямым доступом из различных географических центров. Годовое поступление оценивается в 1800–2000 информационных единиц, из них 2/3 составляют непубликуемые материалы. Основное требование для этой системы – создание общего словаря индексов.

Австралийский минеральный фонд создает Австралийский тезаурус терминов, относящихся к наукам о Земле, включающий геологию, геофизику, горное дело, добычу минеральных ресурсов и обработку минерального сырья, металлургию, добычу и переработку нефти и газа, аналитическую химию – все в контексте наук о Земле. Тезаурус содержит 7018 терминов, из которых 5204 рекомендованы как дескрипторы. Этот тезаурус будет доступен уже в 1976 г. и будет время от времени ревизоваться.

Целый ряд докладов представлен на заседаниях секции 16В, посвященной вопросам так называемой математической геологии.

В докладе L.L. Chyi, L. Elizadle и G.E. Smith (США) "Характеристика известняков, основанная на многомерном анализе содержащихся в них малых и редких элементов" предпринята попытка использовать для корреляции разрезов в угольном поле западного Кентукки особенности поведения редких и малых элементов. В 26 образцах из известняков Curlew, в 8 – из известняков Lewisport и в 8 – из известняков Lead Creek нейтронно-активационным анализом определены содержания Al, Co, Cr, Eu, Fe, La, Lu, Mn, Na, Sc, Tb, Th. Эти 12 геохимических переменных сведены к двумерному и одномерному пространствам путем использования канонических переменных, дискриминантного анализа и спроектированы на дискриминантные гиперплоскости. Эти проекции ясно показывают разделение известняков Curlew и Lewisport. Использован был также R-метод факторного анализа, показавший, что на Na и Mn приходится около 90% общей изменчивости.

В докладе B. Denness'a, G. Cubutt'a и др. "Инженерная оценка морских осадков с помощью кластерного анализа" приведены результаты исследования осадков морского дна в районе острова Arran. Исследования включили отбор керна с различной литологией, геотехническими и геофизическими характеристиками и являются частью общего исследования для составления геотехнической карты различных частей шельфа Великобритании.

Для группирования отобранных проб в более или менее однородные группы по их количественным параметрам использовался метод кластер-анализа, причем число групп задавалось – оно колебалось от 4 до 10 групп. Полученные группы проинтерпретированы с точки зрения их геотехнических особенностей и изображены на геотехнической карте.

В докладе "OREMAP – машинная система для оценки месторождений" авторов T.K. Ekstrom'a, S. Hammarback'a и др. (Швеция) описывается интерактивная система для оценки рудных месторождений, основанная на обычной технологии оценки, принятой в Швеции. Вводом в систему являются результаты опробования скважин и данные по направлению скважин. Специально для хранения данных по буровым скважинам сконструирована другая система – COREMAP. Из этой системы и вводятся данные в OREMAP. Прежде чем переходить к вычислениям в системе OREMAP, геолог отвечает на ряд вопросов системы, которые появляются на экране ЭЛТ. Вначале он ограничивает область вычислений; это или всё месторождение, или его часть. Отбор скважин ведется по множеству x, y и z координат. Второй шаг – установление геологом бортовых содержаний, минимальной мощности рудного тела, безрудных интервалов, простирания и склонения, и удельных весов руд. Первый шаг в вычислениях – аналитическое оценивание рудных интервалов и одновременно оценка максимальной мощности рудных интервалов. На печать выдаются средние содержания элементов в табличной форме с начальными и конечными координатами каждого рудного интервала. Также печатаются средние содержания по каждой скважине и по всем скважинам в целом, так же как и итоговая мощность всех рудных интервалов. Эти данные используются для начальной оценки влияния различных параметров подсчета (бортового содержания, минимальной мощности). Все скважины (проекции вертикальные и горизонтальные) изображаются графически на дисплее (размер экрана 28×36 см.).

Когда проекции скважин выданы на экран, геологом на них маркируются рудные интервалы. Соотношения между различными рудными интервалами в скажинах определяет геолог. На экране происходит увязка рудных интервалов между различными буровыми профилями и горизонтами в многоугольники и вершинам многоугольников присваиваются координаты по специальной команде, после чего программно вычисляются границы рудного тела. Затем вычисляются площади всех подсчетных многоугольников, они суммируются и выдаются на печать для каждого разреза. Другими словами, при смене подсчетных параметров (бортовое содержание, мощность и т.д.) соответствующее изменение подсчетных площадей на сечениях производится визуально, на экране дисплея Tektronix-4014-1. Объем и тоннаж каждого блока вычисляет, пользуясь оценками выданных подсчетных площадей по профилям и статистическими весами каждого рудного интервала.

Система разработана для ЭВМ JBM 370/155.

В докладе C.C. Ferguson и P.K. Harvey (Англия) "Числовые породы" – новые применения для петрографического моделирования" изложен подход к петрографическому моделированию, используя так называемые числовые породы – машинные модели реальных пород, при построении которых используются методы стереометрии, Монте-Карло, теории вероятностей и некоторые аналитические соотношения реологии.

"Числовые породы" – это числовые модели кристаллов, чьи размеры, форма и ориентация выбираются случайно в соответствии или с некоторой теоретической функцией распределения или с эмпирической функцией распределения. В качестве такой теоретической функции распределения может быть выбран, например, закон Пуассона. "Шлиф числовых пород" в таком случае – это распределение по размерам, форме и ориентации "кристаллов", получаемое в произвольном, "мыслимом" сечении заданной трехмерной числовой модели. "Числовые породы" обеспечивают моделирование семейства пар кривых, одна из которых ("3-мерная" кривая) описывает трехмерное распределение размера, формы и ориентации частиц, другая (или другие) – "2-мерная" кривая – распределение размера, формы и ориентации частиц в том или ином сечении трехмерной модели.

Получив ряд эмпирических распределений размеров, формы и ориентации частиц в реальном шлифе, можно, сопоставляя их с модельными "2-мерными" распределениями, подобрать наиболее вероятную "3-мерную" кривую распределений размеров, формы и ориентации частиц в 3-мерном пространстве. "Числовые породы" могут, по мнению авторов, быть руководством к определению характера палеодеформаций тектонитов. При этом заданная "числовая порода" "деформируется" строго детерминистски, т.е. для каждой "частицы" этой "числовой породы" используется уравнение Джеффри, описывающее движение эллипсоидов, погруженных в Ньютоновскую вязкую жидкость. Получающиеся при этом распределения ориентации частиц могут быть изучены как для трехмерного случая, так и для различных сечений. Естественно, что эти оценки зависят от предположения о начальной ориентации частиц, однако в некоторых случаях такие предположения можно обосновать, изучая в шлифах моделируемый тектонит. В заключение авторы отметили, что приложение модели "числовых пород" к осадочной петрографии пока ограничено из-за слабой обоснованности предположения, что для осадочных пород подходит распределение Пуассона.

На секции 16В представлены также два доклада, очень близких друг к другу по постановке геологических задач и математическим методам их решений – доклад P.I. Flood и др. "Классификация скелетных карбонатных осадков Большого Барьерного рифа в Австралии с помощью многомерного анализа" и доклад D.F. Merrian и M.Pena Daza "Распределение факторных нагрузок химических элементов в известняках Пенсильванского возраста в Канзасе". В обоих докладах для классификации осадочных образований, выявления циклов в осадкообразовании использовались вначале факторный анализ по R и Q-методам, а затем – кластерный анализ.

В докладе M.A. Olade (Нигерия) и K. Fletcher (Канада) "Приложение факторного анализа к обработке геохимических коренных проб из четырех меднопорфировых месторождений Британской Колумбии" представлены результаты обработки

анализов по 500 геохимическим пробам, в которых определялись содержания 22 химических элементов, в том числе Pb, Sr, S, Cl и F. Эти данные обрабатывались с помощью факторного анализа и при этом выделено 4 ведущих фактора, проинтерпретированных с позиций геохимии элементов. По выделенным факторам составлены карты, которые сопоставлялись с геологическими картами меднопорфировых месторождений. Аналогичный аппарат использован в докладе R.A.Reyment (Швеция) "Количественные биостратиграфические методы при изучении буровых разрезов". Рассмотрен метод изучения разрезов, в которых отсутствуют руководящие палеонтологические формы, а литологический состав достаточно монотонный. При этом рассматривалась возможность корреляции разрезов по трансформациям данных о длине, высоте, ширине раковин остракод, полученных с помощью канонического анализа, анализа главных компонент, дискриминантного анализа. Эти трансформированные данные наносились на разрезах в виде кривых, подобных каротажным кривым, и по характеру их поведения проводилась корреляция слоев.

В докладе J. Pauncz и K.R. Johnson (Австралия) "Вычерчивание трехмерных изображений", представленном на секции 16В, рассматривались машинные методы интерполяции и графического представления трехмерных данных. Разработанная авторами программа принимает расположенные нерегулярно в пространстве или на плоскости данные, такие, как результаты опробования по буровым скважинам на нефть или уголь. Программа выдает на печать трехмерные проекции в заданном горизонтальном и вертикальном масштабе. На этих проекциях могут быть подсчитаны, используя интерполяцию, объемы залежей нефти или газа, или угля для подсчета их запасов. Последним докладом (внепрограммным) на этой секции был доклад R.A. Reyment (Швеция) "Статистический анализ пересмотренной временной шкалы изменения магнитных полярностей". С использованием процессов Пуассона, циклических процессов Пуассона, анализа периодограмм, тренд-анализа, кластер-анализа, статистик Колмогорова, Смирнова и Стюдента изучался процесс изменения магнитных полярностей в осадочных породах мела – третичного периода. При этом получены следующие основные выводы: 1) имеется ослабление тренда в отношении изменения полярностей в эоцене; 2) после среднего эоцена в ходе процесса отсутствует тренд и процесс становится стационарным в статистическом смысле; 3) в этой стационарной последовательности намечаются четкие циклы; 4) в раннем эоцене эта периодичность еще не очень четкая, но далее приобретает регулярный характер; 5) можно предположить, что процесс включает в себя негомогенный пуассоновский процесс с циклически изменяющимся параметром; 6) изменение статистических свойств кривых реверса полярностей совпадает с главными событиями в истории земной коры – усилением явлений расширения морского дна в позднемеловое время, замедление этого явления в палеоцене – позднем олигоцене и фактическое прекращение расширения начиная с позднего миоцена.

На симпозиуме 116.2. Международной ассоциации математической геологии "Случайные процессы в геологии" заслушаны доклады E.Hannan и F. Preston. В докдаде E. Hannan (Австралия) "Статистический анализ пространственно-временных данных" рассматривается модель вида $y(\tilde{x}, t) = S(\tilde{x}, t) + n(\tilde{x}, t)$, где $y(\tilde{x}, t)$–сигнал во время t в точке с координатами $\tilde{x}$. Наблюдается точка $\tilde{x}$. Переданный сигнал $S(\tilde{x},t)$ может быть стационарным или неустановившимся, с широкой или узкой полосой частот, диспергирующим или недиспергирующим, и может быть реверберирующий. Такая модель относится к геофизической разведке и интерпретации сейсмических записей. В простейшем случае стационарный, недиспергирующий сигнал распространяется между двумя точками регистрации в виде плоской волны, параметр τ которой оценивает задержку.

Если $\hat{\sigma}$– когерентность и $\hat{\theta}$ – фаза (измеренные стандартным образом), тогда оценка задержки τ находится при максимизации по τ выражения

$$\frac{\hat{\sigma}^2(\omega_k)}{1-\hat{\sigma}^2(\omega_k)} \cos[\hat{\theta}(\omega_k) - \tau(\omega_k)], \qquad (1)$$

где суммирование происходит по всем частотам ω_k, имеющимся в полосе сигнала.

Дальнейшие трудности возникают в связи с определениями шума, $r(\bar{x},t)$. В выражении (1) предполагается, что шум не согласован (некогерентен) между двумя точками и с главным сигналом. Когерентность (согласованность) шума и сигнала по существу требует работ по созданию специальной модели, характеризующей шум, в связи с его когерентностью. Когерентность между точками регистрации может быть обработана, в принципе, для неустановившихся сигналов. Существенно здесь, что коэффициенты разложения Фурье для сигналов есть относительно гладкие функции от частот. Это дает возможность использовать эти коэффициенты Фурье для оценки согласованности между источниками шума.

В докладе F.W. Preston (США) "Модель случайных явлений для поровых структур осадочных пород" предлагается моделировать пористые осадочные породы, трактуя микроскопические пористые структуры как реализацию стационарного случайного процесса. Пористая среда при этом определяется как множество случайных величин, со своим распределением вероятностей и пространственной автокорреляционной функцией. Автором предложен алгоритм по генерации многомерного множества случайных чисел, имеющих заданную функцию распределения и автокорреляционную функцию. Это множество моделирует структуру пор между зернами, определенную по фотографиям шлифов пористых пород. Алгоритм использует линейные и нелинейные процедуры для преобразования случайных гауссовых чисел в множество с заданными статистическими свойствами.

Симпозиум 116.3, как уже упоминалось, посвящен методам количественных стратегий при исследовании месторождений. Первый доклад на этом симпозиуме – "Дискриминантный анализ как метод для прогнозирования минеральных ресурсов в Центральной Норвегии" представлен A.E. Prelat. Геологические карты масштаба 1:100 000 делились на квадраты размером 1x1 км и 2x2 км, а карты масштаба 1: 50 000 – на квадраты размером 1x1 км. Эти квадраты описывались системой признаков, куда входили, например, возраст, тип пород (8 типов пород), удаленность участка от контактов интрузивных тел, значение аэромагнитных аномалий. Признаки перед построением дискриминантной функции подвергались различным трансформациям, например, вида $\sqrt{X + K}$, где X – значение признака, K – константа. По полученным дискриминантным функциям строились карты перспективности в изолиниях вероятности обнаружения месторождения, начиная с вероятности обнаружения, большей чем 20%.

R.Mc. Cammon (США) представил на симпозиум доклад "Вероятность пересечения объекта при поисках методом параллельных линий и непрерывной сеткой". Для скрытых объектов различных размеров и формы могут быть сделаны следующие обобщения о вышеназванной вероятности пересечения:

1) в первом приближении вероятность пересечения скрытой цели пропорциональна отношению наибольшего размера объекта (при проектировании на плоскость) к минимальной линейной области поисковой схемы; 2) форма скрытой цели не сильно влияет на вероятности пересечения, когда наибольший размер цели мал, относительно минимальной области, покрываемой поисковой схемой (единицей поисковой схемы); 3) геометрия поисковой схемы имеет большее влияние, когда наибольший размер цели равен или превосходит минимальную область поисковой схемы; 4) для удлиненных целей вероятность пересечения больше для схемы поиска параллельными линиями, по сравнению с эквивалентной непрерывной квадратной сетью схемы, когда наибольший размер цели меньше, чем минимальная область поисковой схемы, тогда как наоборот верно, если наибольший размер превышает минимальную область; 5) вероятность пересечения цели для неортогональной непрерывной сети незначимо отличается от вероятности для эквивалентной сети, когда ориентация цели не известна; 6) вероятность пересечения целей эллипсовидной формы можно аппроксимировать оценками, лежащими между вероятностью пересечения поисковой сетью линейных объектов и объектов в форме окружностей; 7) поиск, ведущийся по непрерывной прямоугольной сети, можно представить как промежуточный между поиском по параллельным линиям (нижняя оценка вероятности пересечения) и поиском по квадратной сети (верхняя оценка вероятности пересечения). В докладе приведен ряд графиков, иллюстрирующих зависимость

вероятности пересечения объекта от отношения максимального линейного размера объекта (L) к размеру поисковой сети (D) для объектов линейной, эллипсовидной и круговой формы для случаев поиска параллельными линиями и непрерывной сетью. Из этих графиков следует, например, что вероятность пересечения объекта круговой формы прямо пропорциональна отношению L/D при поисках параллельными линиями и равна 1 при $L/D = 1$. Для линейных объектов, при поисках параллельными линиями, даже при отношении L/D, равном 1, максимальная вероятность пересечения равна 0,6. Для поисков же линейных объектов квадратной сетью эта вероятность при $L/D = 1$ поднимается до 0,85. В докладе приведены оценки для вероятности пересечения объектов в форме окружностей при поисках по параллельным линиям $[P(x) = L/D]$, при поисках квадратной сетью $[P(x) = L/D\ (2 - L/D)]$ и линейных объектов при поисках прямоугольной сетью $[P(x) = 2L/\pi D]$ и при поисках квадратной сетью $\left[P(x) = \frac{1}{\pi}\frac{L}{D}\left(4 - \frac{L}{D}\right)\right]$.

В докладе K. Johnson и J. Pauncz (Австралия) "Машинное картирование геохимических фаций и выделение аномалий" изложены результаты обработки металлометрического опробования по рыхлым отложениям в окрестностях нижнепалеозойского стратиформного баритового месторождения Kemfield в штате Новый Южный Уэльс (Австралия). Цель проведенной работы – использование многомерных геохимических данных для: 1) установления отношения и связей между химическими элементами, 2) определения пространственных отношений между пробами как путь к выделению геохимических фаций, 3) выяснения отношений геохимических фаций с областями изменчивости индивидуальных элементов для выделения перспективных площадей. Доложено о следующих стадиях обработки геохимических данных:

1. Вычисление некоторых статистик для каждого элемента (12 элементов, 411 проб), включая гистограммы, средние, среднеквадратические отклонения для проверки гипотез о виде функций распределения каждого элемента.

2. В зависимости от полученных распределений применялось преобразование в логарифмы для логнормального распределения и определение линейных отношений между элементами. Более значимые связи отмечены для логарифмов величин. Строились также регрессионные зависимости.

3. R-кластерный анализ для преобразованных и непреобразованных данных.

4. Q-кластерный анализ для непреобразованных и преобразованных данных для пространственной классификации проб в 12-мерном пространстве. Результаты оказались лучше для преобразованных данных и показывают подразделение проб в соответствии с различными геохимическими фациями. Эти кластерные группы или фации в почвах, по-видимому, отвечают содержаниям элементов в подстилающих породах.

В докладе J.S. Trapp и J.B.D. Rockaway приведены результаты анализа поверхностей тренда при изучении месторождений типа Миссисипи. Для месторождений этого типа характерны следующие особенности: 1) они находятся на периферии топографических максимумов докембрийской эрозионной поверхности; 2) расположены главным образом там, где выклиниваются палеозойские формации в местах топографических докембрийских максимумов; 3) ассоциируют с доломитизированными алгаловыми рифами и (или) с зонами разломов и брекчий; 4) перекрываются глинистыми сланцами, играющими роль "покрышек" для рудных месторождений; 5) обычно находятся в пространственной взаимосвязи с фациями доломитизированных известняков. "Сланцевые покрышки", "выклинивание", доломитизация алгаловых рифов, взаимосязь с доломитизированными известняками – все это функции дорудной топографии докембрийской поверхности.

Отсюда задача – убрав региональный тренд, исследовать "остатки" тренда для поверхности под вмещающими оруденение формациями. Изучение поверхности тренда докембрия в Миссури и окружающих областях показывает наличие известных здесь главных структур. При изучении же карт остатков в трех главных рудных областях (Tri State District, Central Missouri District и ряда подобластей в об-

ласти юго-восточного Миссури) видна строгая пространственная приуроченность этих областей к максимумам на картах остатков. В строгом смысле эти максимумы выделяются как области с более высокими значениями, чем стандартное отклонение значений тренда. Дальнейшее испытание этой содержательной модели проведено для Viburnum Lead Belt. В этой провинции руды концентрируются в формации Bonneterrel. Контакт этой формации выбран за исходную поверхность. И здесь оказалась высокая корреляция между областями концентрации руд и максимумами карт остатков.

Очень интересный доклад на симпозиуме 116.3. представлен B.M. Miller, H.L. Thomsen, G.L. Dolton, A.B. Coury и др. (США) "Геологическая оценка неоткрытых извлекаемых ресурсов нефти и газа в США", на котором мы остановимся подробнее. Работа начата в сентябре 1974 г. группой оценки ресурсов при отделе ресурсов нефти и газа Геологической службы США по просьбе Federal Energy Administration (FEA) и закончена в июне 1975 г. под руководством H.Thomsen. Специальная методология, использованная в группе оценок ресурсов, заключается в следующем.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОЦЕНОЧНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

1. Суммирование всей имеющейся геологической информации, включая интерпретационные данные (по геофизике).

2. Учет всех карт, разрезов по скважинам, отчетов, имеющихся по провинции.

3. Определение количественной суммарной информации, необходимой для характеристики основных черт геологии провинции, описания основных полей и резервуаров и описания продуктивности, запасов и ресурсов провинции.

Для этого использовались две формы регистрации геологических данных – одна для хорошо изученных и продуктивных провинций – содержит 85 основных категорий информации ("длинная" форма) и вторая – "короткая" форма для слабоизученных, шельфовых и пограничных с ними областей, содержащая 60 основных категорий информации. Около 70 геологов Геологической службы США обеспечили получение данных по этим формам по всем экспертируемым областям. Каждая из этих форм для всех провинций проверена в группе оценки ресурсов и сверена экспертами по провинции. Специально подчеркивалась точность замеров различных параметров – определение площадей (планиметрированием) в провинциях по основным имеющимся картам, определение мощности и объема осадочных пород в каждой провинции, выбор оценок производительности по нефти и аналогичных бассейнах или провинциях. Для каждой провинции после этого в группе оценки ресурсов составлены окончательные информационные карты.

НАЧАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ

В этой фазе все упомянутые выше геологические данные, сведенные в суммарную, итоговую форму вместе с тотальной добычей и резервами по отдельной провинции передаются одному из членов Группы оценки ресурсов. Эти данные обрабатываются по серии методов оценки ресурсов. Серия геологических объемных методов оценки производительности применяется вначале в каждой провинции для определения интервала значений выхода углеводородов. Таким образом вычисляются подходящие оценки общих извлекаемых ресурсов и (в остатке) неоткрытых извлекаемых ресурсов. Используются и другие процедуры, такие, как экстраполяция известных продуктивностей на неиспытанные части провинции, или совсем произвольные оценки производящей силы, когда неизвестны или сомнительны прямые аналоги. В конце все опубликованные и задокументированные оценки ресурсов суммируются по специальной форме, в которой приводятся оценки по каждому из вышеупомянутых методов. Группа оценок ресурсов для каждого района представляет детальное сравнение всей упомянутой выше информации и оценок, и тогда, рассматривая возможности промышленных месторожде-

ний нефти и газа, использует для первоначальной оценки ресурсов методику субъективных вероятностей, назначая следующие оценки:

1. Нижнее значение оценки – та оценка, о которой можно говорить с 95% вероятностью.

2. Верхняя оценка ресурса – та оценка, о которой можно говорить с 5% вероятностью.

3. Модальная оценка – оценка, соответствующая для эксперта наибольшей вероятности.

4. Статистическое среднее вычисляется сложением нижней, верхней и модальной оценок и делением суммы на три.

Эти оценки записываются на итоговую карту, используемую в дальнейшем для финальных оценок в группе оценок ресурсов.

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНОК

Вначале составляются коллективные заключения по всем итоговым бланкам с оценками. Затем каждый член группы делает более детальный обзор, заключение для провинций, используя технику субъективных вероятностей. Затем сравниваются все оценки (нижние, верхние, модальные, средние) для всех регионов и экспертов, и если есть большие расхождения по оценкам и регионам, обсуждаются их причины и по ним принимается решение, как согласованное решение всей группы. Оценки, вынесенные группой, сравниваются с первоначальными геологическими оценками, имеющимися для провинции, и для случаев больших различий также принимается коллективное решение.

МЕТОДОЛОГИЯ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ НЕОТКРЫТЫХ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

Только что описанные процедуры для оценки каждой из 102 нефтяных провинций США включают оценки субъективных вероятностей и выражаются группой оценки ресурсов в виде процентильных оценок, оценок модальных значений и статистических средних. Далее эти оценки обрабатываются с помощью ЭВМ, исходя из логнормального распределения оцениваемых вероятностей.

1. Для каждой провинции по 95 и 5 процентилям и оценке моды подбирались логнормальные распределения вероятности и следующие характеристики этого распределения: 1) значения вероятностей, которые могут быть для значений ресурсов от нуля до бесконечности, 2) положение моды на кривой распределения, 3) позитивную асимметрию, 4) среднее и дисперсию. Логнормальное распределение использовано для всех провинций, за исключением некоторых. Оценки функций логнормальных распределений делаются не менее чем тремя способами, и выбирается та кривая, у которой наибольший размах между 5 и 95 процентилями.

2. Методом Монте-Карло получаются оценки функций распределения для суммы неоткрытых ресурсов нефти и газа для регионов, состоящих из более чем двух провинций; это было сделано для 15 выделенных районов США, состоящих в общем из 102 провинций. При этом допускается независимость друг от друга функций распределения для провинций. Таким же образом по методу Монте-Карло получены композиции функций распределения для всех материковых частей США и для всех шельфовых частей США. Также методом Монте-Карло оценена функция распределения неоткрытых ресурсов целиком для США и получены интервал запасов и среднее значение этих ресурсов.

Программное обеспечение для вычисления по 1 и 2 пунктам включают графическое отображение функций распределения, а также вычисления 1, 5, 25, 50, 75, 95, 99 процентилей, средних, мод, медиан и стандартных отклонений для провинций, регионов и в целом для США (для шельфов и материковых областей).

Итак, индивидуальные и коллективные оценки производятся для каждой провинции или региона; используются процедуры объемного метода оценки про-

изводительности углеводородов, анализ бассейнов, экстраполяции величин возможной добычи и все опубликованные данные, которые содержат различные оценки – все это полный каркас для окончательных оценок. Затем по верхним, нижним и модальным значениям подбирается в группе оценок ресурсов логнормальное распределение для каждой провинции. Для региона, содержащего две или более провинций, логнормальная функция распределения подбирается по логнормальным функциям распределения провинций методом Монте-Карло, при условии независимости функций распределения провинций. Так же происходит подбор функций для крупных районов, областей.

Методам оценки перспективности работ, направленных на поиски нефти и газа в отдельных районах США, на симпозиуме посвящено еще два доклада, Davis J.C. (США) – "Оценка вероятности успеха при поисках нефти" и Harbaugh J.W. (США) – "Интегральная система принятия решений при поисках нефти". Система, предложенная Harbaugh J., содержит в себе блоки информационного поиска геологической информации, ее анализа и интерпретации, блок оценки вероятности открытия нефтяных залежей, ряда информационных блоков о стоимостях бурения, стоимостях земли, отведенной под поиски, блока оценки так называемых функций полезности на основе имеющейся экономической и технической информации и блока окончательного принятия решений, в котором решения принимаются на основе построенных функций полезности того или иного решения с учетом вероятности нахождения на данной территории залежей углеводородов по геологическим данным. В итоге для оцениваемой территории (в докладе – для Техаса) строятся карты в изолиниях значений функций полезности. Далее мы приведем некоторые данные по полученным от участников конгресса материалам, имеющим отношение к тематике докладов 16-й секции и симпозиумов 116.1 – 116.3.

J.A. Calcins, D. Kays и E. Keefer представлено описание банка данных по минеральным ресурсам Геологической службы США – CRIB. Работа по созданию банка данных начата в 1967 г. Создание базы данных включало три фазы:

1. Идентификация информационных единиц, описанных специалистом.
2. Детальное разбиение информации на логические элементы ("поля").
3. Разработка программного обеспечения.

Вначале из множества информационных единиц создается небольшой испытательный файл и производится формирование первоначальных форматов выдачи. С этим файлом производятся различные испытания для формирования окончательных форматов ввода и вывода, с комментариями и замечаниями специалистов. Таким способом главный файл системы прошел 8 испытаний и ревизий, и сейчас рассматривается 9-й вариант файла. CRIB базируется на системе GIPSY, созданной в университете Оклахомы под руководством J.W. Sweeney (1965). GIPSY оперирует с записями и полями переменной, не фиксированной длины. Данные могут быть представлены в виде чисел, кодов, текста. GIPSY использует три файла – файл словаря, файл записей с информацией и запасной (или дополнительный) файл записей. Словарь содержит список меток и другую информацию, которая идентифицирует элементы данных, содержащихся в записях информации. Словарь содержит также форматы для выдачи. Файл записей содержит сами записи, которые хранятся в произвольном порядке на дисках. Одна запись может содержать 32 тыс. символов. В момент ответа на запрос пользователя при поиске в основном файле происходит регистрация адреса записи на дополнительной файле записей.

Главные программы GIPSY: 1) разметка дисков для файлов словаря, записей и дополнительного файла; 2) организация файлов на дисках по первоначальному вводу; 3) организация файлов на магнитных лентах; 4) копирование файлов на дисках на дублирующие ленты; 5) восстановление дублирующих лент на дисках; 6) печать словаря; 7) вывод части диска, содержащего файл, на печать; 8) модификация имеющихся записей; 9) исследование и поиск записей: 1 – указание формата вывода, 2 – слежение за исследуемыми переменными, 3 – проверка булевых соотношений для исследуемых переменных, 4 – формирование нестандартной выдачи, 5 – формирование выдачи с фиксированной величиной записи и полей, 6 – пере-

дача отобранных записей на различные внешние устройства, 7 – стирание отобранных записей, 8 – сортировка отобранных записей по возрастанию или убыванию, 9 – ограничение исследованием предварительно отобранного подмножества на дополнительном файле, 10 – возврат поиска на любое подмножество на дополнительном файле, 11 – различные подсчеты (суммы, максимумы, минимумы, средние и т.д.).

В общем CRIB содержит множество записей о минеральных месторождениях и минеральной продукции США и в определенной степени – мира. Подготовка и ввод данных ведется на языке, близком к естественному английскому языку, но есть некоторые жесткие ограничения в виде определенных форматов или кодов. Словарь системы служит для идентификации внесенных в файлы записей, снабжает программы некоторой дополнительной информацией, а также служит для формирования стандартной формы выдачи. Сейчас создан основной словарь, словарь для металлогенической карты Северной Америки и словарь для минеральных ресурсов Аляски. Основной словарь в настоящее время содержит 250 единиц данных. Выдача результатов поиска информации производится или в ."стандартной форме", предопределенной форматом, хранящимся в словаре, или в виде печати отдельных частей записей, или в виде печати данных, приведенных к фиксированным формам для обработки этих данных какими-либо другими программами. "Стандартная форма выдачи" содержит текстовой материал и записи и определения единиц информации по словарю.

На конгрессе представлена также система поиска и обзора геологических данных (GRASP), разработанная в 1975 г. в Геологической службе США R.W. Bowen и J.M. Botbol. Система GRASP предназначена для интерактивного доступа в режиме разделения времени к хранящимся в ЭВМ геологическим данным. Данные должны быть в виде фиксированных полей в алфавитном, алфавитно-цифровом выражении. GRASP спроектирована для работы с базой данных, которая представлена в общепринятой матричной форме, т.е.: запись – строка; признаки, свойства записи – столбец. GRASP снабжена собственным языком в виде команд, обеспечивающих пользователю возможность задавать вопросы и фиксировать те единицы базы данных, которые соответствуют этим вопросам. Режим разделения времени позволяет пользоваться терминалами или телефоном. В 1975 г. GRASP использована для работы с шестью существенно различными банками данных: 1) банк данных по нефтяным и газовым залежам Колорадо, 2) банк данных по минеральным месторождениям мира, 3) банк данных по геохимическим исследованиям в США, 4) банк данных по угольным ресурсам США, 5) банк данных по индексации геологических карт США, 6) банк данных по геотермальным месторождениям (Пиза, Италия). GRASP работает с так называемыми индексными (именными) файлами. Каждая запись в индексном файле соответствует базе данных и содержит имя файла и 40-символьное описание базы данных.

Каждая база данных состоит из пяти файлов и содержит сами данные, информацию о структуре записи, имена, соответствующие тем или иным единицам записи, описательную информацию для самих имен, категории группирования для информации. Эти пять файлов носят название файла масок (Mask-файл), файл определений (Definition-файл), файл словаря (Dictionary-файл), файл многократного выбора (Multiple-choice файл) и главный числовой файл. Файл масок содержит имена информационных единиц (данных), типы единиц (целое, вещественное, строка символов, ограниченное вещественное, многократного выбора") и указатели первых входов в файл словаря для каждого типа данных. Файл определений содержит следующую информацию: число категорий информации в файле, максимальное число машинных слов в имени категории, имена категорий. Для каждой категории записывается следующая информация: номер категории, количество строк, используемых для описания категорий, максимальная длина (в машинных словах) описания этой категории, количество переменных в этой категории, определения переменных, появляющихся в этой категории, имена переменных, их типы и описания их. Файл словаря содержит значения для всех переменных типа "строка символов", присвоенные информационным единицам типа "строка символов". Каждая запись

содержит указания на запись со следующим значением (номера), следующим за данным значением (номером), у последней записи этот указатель равен нулю. Записи в файле в качестве первого номера содержат номера записей, указанные в файле масок. Файл спроектирован для произвольного доступа, но в форме списка со ссылками, роль которых и выполняют эти значения. Файл многократного выбора содержит акронимы и значения акронимов. Каждая запись в файле состоит из номера записи, числа возможных значений, которым может соответствовать эта переменная типа "многократного выбора", максимальная длина описания акронима, списка акронимов и их описаний.

Главный числовой файл формируется из записей базы данных в сжатой форме. Значения элементов базы данных целого типа хранятся как целые. Значения с плавающей запятой (или вещественные) хранятся как вещественные числа. Значения единиц знакового, символьного типа хранятся в виде целых, соответствующих значениям указателей (номеров) на входах в файл словаря.

Тип "многократного выбора" хранится в целом бинарном виде, указывая множество некоторых значений, например, если в бинарном слове на 2 и 5 месте (разрезе) стоит 1, то это значение соответствует 2 и 5 акронимам в файле акронимов. Каждая запись в файле переменной длины и может состоять максимально из 400 слов. Весь ввод данных пользователя в систему производится в распакованной форме. На "высоком уровне" отдельные слова пользователя выполняются как команды. В этом случае символы упаковываются, и результат сравнивается со списком имеющихся команд. Кроме команд, необходимы, как правило, дополнительные данные от пользователя. Эти данные преобразуются в форматы GRASP и по своей природе могут относиться или к условным выражениям, или к логическим выражениям, или к цифровым данным, или к спискам имен, или к арифметическим выражениям. Условное выражение состоит из имени признака, затем – отношения, затем – значения. "Имя признака" идентифицируется путем поразрядного сравнения, "отношение" – последовательным поиском в таблице отношений. "Значение" является или указателем на символьный вход в файл словаря, или бинарным кодом для значений акронимов в "файле многократного выбора" или просто – числовым значением.

Логическое выражение состоит из букв, относимых к условным выражениям, скобок, используемых для указания порядка вычислений и логических операторов AND, OR, NO. Для облегчения вычисления логических выражений они преобразуются в обратную польскую форму. Числовые таблицы состоят из одного или более целых чисел или интервальных чисел. Каждая пара чисел отделяется в таблице запятой. Каждое число генерируется из символов в ходе просмотра каждого символа. Арифметические выражения состоят из констант, скобок, определительных имен, арифметических операторов (плюс, минус, разделить, степень), функций возведения в квадрат, извлечение квадратного корня, десятичных логарифмов. Арифметические выражения при вводе переводятся в обратную польскую форму.

Прежде чем составлять файлы, необходим подробный список признаков (столбцов). Каждому признаку присваиваются значения типа строки символов, которые служат входами в словарь. Этот словарь используется для создания словаря – файла. Как только сконструирован словарь, становится известным номер записи первого входа. Используя эту информацию и ранее составленную таблицу имен, можно создать файл масок. Затем все признаки группируются в категории, относительно их содержания. Это группирование позволяет создать файл определений. Для признаков типа "многократного выбора" необходимо назначить, присвоить и описать значения акронимов для каждого признака в записи. Затем все акронимы формируют файл "многократного выбора". В конце конструируется главный числовой файл. Индивидуальные записи конструируются по приписанным значениям для каждого их признака в порядке их расположения в файле масок. Для целых или вещественных значений их значения вставляются в запись прямо, так, как они есть. Для признаков типа символьных в запись вставляется значение номера, присвоенного ему в словаре. Язык директив или указаний системы состоит из 11 команд, которые по их логике могут быть сгруппированы в 4 группы.

1 группа (FILES, NAMES): 1) отбор или смена файлов базы данных в зависимости от потребностей; 2) получение информации, относящейся к номенклатуре и содержанию отобранных файлов базы данных.

2 группа (LIST, DUMP, FUNCTION): 1) проверка множества отобранных записей в вызванном файле; 2) выполнение отдельных вычислительных операций для числовых признаков в файле.

3 группа (CONDITIONS, LOGIC, SEARCH) – используются для выполнения поиска в банке данных на основе введенных критериев в комбинации с логическими выражениями.

4 группа (HELP, REVIEW, QUIT): 1) получение краткой информации о имеющихся в системе командах; 2) получение данных по истории и текущему состоянию разработки GRASP; 3) ограничения, имеющиеся в GRASP, по ее текущему состоянию.

Модификация описанной системы GRASP проведена специалистами Геологической службы США S.M. Cargill, A.C. Olson, A.L. Medlin и M.D. Carter, и эта версия системы получила название PACER. Разработка этой системы начата в 1974 г. и идет двумя параллельными путями, получившими название 1-й и 2-й фаз. 1-я фаза включает в себя разработку математического обеспечения для поиска и анализа информации и разработку трех баз данных: WCOAL – информация по оценке угольных ресурсов к западу от реки Миссисипи, ECOAL – информация по оценке угольных ресурсов к востоку от реки Миссисипи, USALYT – опубликованные аналитические данные по углю США. 2-я фаза создания базы данных будет включать сбор геологической информации, такой, как описание керна скважин, полевые наблюдения и т.п.

Система содержит файл словаря (алфанумерические входы, которые ассоциированы с записями и являются их "указателями"), главный файл, который содержит записи базы данных (типы данных: целые, с плавающей запятой. Тип "многократного выбора" здесь, в отличие от системы GRASP, не используется), и файл определений, содержащий акронимы и описание каждого акронима.

После загрузки системы система дает "подсказку" – "введи команду". Примеры команд: 1. IOND (Condition) – вместе с командой вводится три записи: акроним–отношение–значение. Акронимы относятся к именам переменных данных, а "значение" есть желаемое, требуемое значение переменной. "Отношения" между этими двумя категориями могут быть следующих типов: EQ (равно), NE (не равно), GT (больше чем), LT (меньше чем), LE (меньше или равно), GE (больше или равно), BE (между или равно). Например, типам угля (акроним RANK) соответствует следующий логический порядок в списке акронимов: в начале списка антрацит (ANTH), затем – тощий уголь, полуантрацит (SEMIANTH), битуминозные породы (BIT), битуминозные породы с низким содержанием летучих (LVBIT), с средним содержанием летучих (MVBIT), с высоким содержанием летучих (HVBIT), лигниты (LIGNITE).

Если условное выражение будет: PANKEQLIGNITE, то будут разысканы все записи, относящиеся к лингитам; если – PANKGTMVBIT, то будут разысканы только записи, относящиеся к битуминозным породам с низким содержанием летучих, к полуантрацитам и антрацитам.

Команда LOG(LOGIC), имеющаяся в распоряжении пользователя, позволяет соединить два или более условия, выраженных в командах COND с помощью нулевых операторов AND, OR, NOT. Все остальные команды системы аналогичны командам системы GRASP. Однако в этой системе по сравнению с GRASP введены ряд дополнительных команд – команда MERG для слияния двух подфайлов, образованных на предыдущих этапах поиска в один файл, и команда UPDA – для дополнения, очищения или модификации записи или части записи в главном файле.

В период заседаний конгресса демонстрировалась также работа системы CLAIR Мельбурнского университета (разработчики системы R.W. Le Maitre и A.K. Ferguson). Файл данных CLAIR (Computerized library of analysed igneous rocks) содержит 26 тыс. анализов. Программы системы написаны в основном на ФОРТРАН IV. Система спроектирована для ЭВМ СДС Cyber 73 Мельбурнского университета. Эта ЭВМ имеет 60-разрядные ячейки (машинные слова), оперативную память в

98 тыс. слов, диски емкостью до 944 миллионов символов и магнитные ленты. Обслуживает ЭВМ оперативная система SCOPE.

Система работает или в интерактивном режиме с использованием терминалов, или в пакетном режиме.

Когда система работает в интерактивном режиме, автоматически печатаются сообщения пользователю, какие данные вводить. При этом сразу же запрашиваются данные о характере вывода, например, о ширине страницы в симоволах (80 символов для устройства печати CRT, 72 – для телетайпа и 132 – для Decwriter).

Система открытая, модульная, и можно легко дополнять ее новыми программами. Система гибкая также, в том смысле, что выполнение программ может идти вместе в произвольными подпрограммами, поставляемыми пользователем. Эти подпрограммы не имеют аргументов и связь их с управляющей программой происходит посредством непомеченных или помеченных общих областей, в которых размещены все необходимые для выполнения программ параметры. Для диагностики ошибок, которые чаще всего происходят при подключении произвольных подпрограмм пользователя, система предусматривает повторный режим работы программ и распечатку общих областей (непомеченных), со всеми входами в эту область.

В программы также вставлены тесты на ошибки, и, если они найдены, печатается диагностическое сообщение. Для сокращения "памяти" нули в числовых данных не хранятся, часто вещественные переменные упаковываются по два в одну 60-разрядную ячейку. Все файлы системы организованы как файлы с последовательным доступом.

Структуры большей части программ системы очень сходны друг с другом. Большая часть программ вначале вызывает с файлов системы данные и помещает их в общую область. Данные в общей области специальной подпрограммой модифицируются для работы программ, специально выбираются необходимые данные для работы конкретной программы, идентифицируется группа, к которой принадлежит обрабатываемая единица данных, и тому подобное. Другие подпрограммы, входящие в большинство программ, формируют циклы обработки группы данных, печатают директивы, необходимые для пользователя, обращаются к выводным устройствам и т. п. Все программы системы можно разбить на три группы.

1-я группа – обработка файлов. Эти программы формируют файлы, обычно без модификации единиц данных и выполняют следующие функции: 1) формирование файлов системы из первоначальных данных, добавление новых групп данных; 2) удаление данных из одной или более групп данных; 3) выборка групп данных; 4) слияние и сортировка одной или более групп в новые группы; 5) копирование одной или более групп на новые файлы; 6) печать либо всех, либо отобранных данных из групп. 2-я группа – обработка данных. Здесь имеются программы оценки главных компонент, дискриминантного анализа, кластер – анализа, построения гистограмм, подбора кривых по методу наименьших квадратов, печати таблиц и вычерчивания результатов. В третью группу входят системные программы.

В системе используется также более 300 подпрограмм, такие, как петрологические и минералогические пересчеты, множественная регрессия, оценка средних и дисперсий, подпрограммы, работающие с символьной информацией; извлечение символа из слова, извлечение строки символов заданной длины из массива, поиск в массивах заданных символов или строк символов и т.п.

В период посещения месторождений Маунтайза проведено ознакомление с действующей на руднике системой хранения, поиска и обработки разведочных данных и данных по оперативному подсчету запасов. Система включает в себя следующие подсистемы.

1-я подсистема обработки запросов по подсчету запасов. В нее входят следующие программы: 1) программа анализа запросов, 2) сортировка запросов, 3) сортировка запросов, относящихся к техническим данным, 4) выборка запросов, 5) выборка запросов, относящихся к данным по изучению горных выработок и скважин, 6) сортировка данных, полученных по запросам, 7) редакция подсчетных блоков, 8) оценка распределения вероятностей и частот, 9) подсчет площадей многоугольни-

ков, 10) оценка и построение сетей опробования, выделение рудных пересечений, 11) подсчет запасов по блокам, 12) печать и вычерчивание разрезов по скважинам и горным выработкам.

При работе первой подсистемы на печать выдаются следующие данные: 1) распечатка неверных запросов, 2) распечатка данных по документации горных выработок и скважин, 3) распечатка идентификации буровых выработок, 4) распечатка данных по опробованию скважин и горных выработок, 5) распечатка данных по сетям опробования в блоках, 6) распечатка результатов подсчета запасов в блоках, 7) распечатка данных по частотам распределений содержаний рудных компонентов.

2-я подсистема – модификация границ подсчетных блоков включает в себя программу собственно модификации границ подсчетных блоков, программу проверки правильности произведенных модификаций и подготовки данных, необходимых для вычерчивания границ подсчетных блоков и программу вычерчивания разрезов и схем с модифицированными границами подсчетных контуров. На печать при этом выдаются следующие данные: 1) полный отчет о произведенных изменениях в границах подсчетных контуров, 2) печать запросов на модификацию границ подсчетных контуров, 3) таблица выявленных ошибок и исключенных данных.

3-я подсистема – вычерчивания геологических разрезов, планов и схем, включает в себя программы: 1) проверка правильности запросов на вычерчивание и выборка необходимых данных, 2) сортировка запросов, 3) редакция блокировки и вычисление площадей и контуров безрудных пород, 4) вычисления для подготовки к машинному построению геологических документов, 5) вычерчивание разрезов, планов и схем.

4-я подсистема – вычерчивание сетей опробования, включает программы: 1) проверка правильности запросов и выбор необходимых данных, 2) сортировка и необходимые вычисления для вычерчивания сетей опробования, 3) вычерчивание сетей опробования на разрезах и планах.

5-я подсистема – контроля и модификации файлов данных включает программы: 1) ввод данных, 2) проверка правильности пробивки перфокарт, 3) сортировка последовательности заданий на пакетную обработку, 4) проверка правильности заданий на пакетную обработку, 5) сортировка последовательных записей на главном файле, 6) ввод форматов модифицирующих записей, 7) последовательная модификация записей, 8) последовательное слияние модифицированных записей, 9) восстановление данных на главном файле, 10) сортировка данных на главном файле, 11) чистка файлов. При работе подсистемы на печать выдаются следующие результаты: 1) распечатка данных, введенных для модификации файла, 2) распечатка заданий на пакетный режим обработки, 3) выдача результатов проверки перфокарт, 4) выдача результатов проверки правильности заданий на пакетный режим обработки, 5) выдача ошибок, выявленных при модификации файлов, 6) выдача исправлений для неверных данных на файле, 7) выдача отбракованных модифицированных данных.

Для подведения некоторых итогов работы 16-й секции и симпозиумов 116.1–116.3 удобно следующим образом сгруппировать рассмотренные доклады и материалы.

К первой группе можно отнести доклады и материалы по системам хранения, поиска и обработки геологических данных, ко второй – доклады по проблеме количественных стратегий поиска и прогнозирования месторождений полезных ископаемых, к третьей – доклады по проблеме подсчета запасов месторождений полезных ископаемых и к четвертой – доклады, которые можно отнести к различным вопросам математической геологии.

Говоря о первой группе, мы будем иметь в виду доклады G. Martin и W. Hutchison на семинаре развивающихся стран, доклады D. Gill и др., A. Davidson и I. Moore на секции 16A и материалы по системам CRIB, GRASP и CLAIR. Исходя из этих докладов, можно сформулировать общие требования к системам хранения и обработки геологических данных, в соответствии с которыми и происходит

проектирование таких систем и которые, по-видимому, должны представлять интерес для разработчиков аналогичных систем Министерства геологии:

1. Возможность обработки системой цепей логических отношений при запросе на поиск, возможность вести поиск по достаточно гибким и многопризнаковым вопросам, как можно более малые ограничения на возможности системы со стороны структуры логических отношений. 2. Структура данных достаточно гибка и накладывает мало ограничений на возможности их ввода в систему, а форматы ввода, по возможности просты. 3. Форматы ввода должны быть очень тщательно спланированы и не должны отягощать пользователя излишней бюрократией. 4. Базы данных должны быть построены строго в соответствии с конкретной задачей, ограничены в своем размахе и сфере использования и должны включать средства для слияния и связи между базами данных. 5. В системе должны быть средства для редактирования и модификации данных, процесс редактирования и модификации данных должен удобно контролироваться, а язык модификации данных должен быть легко доступен пользователю. 6. Система должна иметь возможности для проверки правильности данных, поступающих в систему или находящихся в ней. 7. Данные, хранящиеся в системе и обрабатывающиеся в ней, могут быть использованы какой-либо иной системой. 8. Файлы данных должны быть файлами с последовательным доступом с записями фиксированных форматов. 9. Язык поиска информации в системе должен быть достаточно прост и доступен пользователю. 10. Система должна работать в режиме разделения времени с использованием удаленных терминалов, причем с этих терминалов можно иметь доступ к базе данных, распечатку данных и операции модификации базы данных. 11. В системе должно быть много возможностей для работы с разнообразными внешними устройствами и широкие возможности для графического вывода информации. 12. Качество документации системы должно быть высоким, по крайней мере таким, чтобы пользователь, не знакомый с деталями построения системы, мог в случае необходимости внести в нее определенные добавления или изменения.

Системы хранения, поиска и обработки данных, о которых шла речь в докладах на 25-й сессии, в значительной мере удовлетворяют этим требованиям и являются весьма конкурентоспособными при внедрении и использовании их в развивающихся странах.

Как было видно из представленных здесь описаний некоторых систем обработки данных (CRIB, CRASP, PACER, CLAIR), эти системы, по-видимому, также в значительной мере удовлетворяют этим требованиям.

Во второй группе докладов, относящихся к количественным стратегиям поисков и прогнозирования месторождений полезных ископаемых, необходимо обратить внимание на ряд результатов, приемов, методов, которые могут быть использованы специалистами, работающими в области применения математических методов и ЭВМ при поисках месторождений полезных ископаемых. В общем, все они не являются принципиально новыми, но тем не менее достаточно четко характеризуют направления усилий специалистов по математическим методам в геологии в некоторых странах, участвовавших в работе 25-й сессии конгресса. Так, в докладе A. Prelat, посвященном использованию дискриминантных функций при прогнозировании, не совсем традиционным для данного типа работ явилось следующее: 1) исследование влияния размера прогнозируемого участка на качество прогноза, 2) трансформации исходных признаков для повышения качества прогноза и 3) построение результирующих карт в изолиниях вероятности обнаружения месторождений при использовании дискриминантных функций.

В докладе R.Mc. Cammon о вероятностях пересечения объектов при различных сетях поиска привлекают внимание, во-первых, упрощенные выражения для вероятности пересечения объекта линейной и круговой формы при поисках параллельными линиями, квадратной и прямоугольной сетью, как функции от линейного размера объекта и размера поисковой сети и, во-вторых, ряд качественных выводов, полученных автором, в частности, следующих: 1) для удлиненных объектов вероятность пересечения объекта больше для схемы поиска параллельными линиями, если наибольший размер объекта меньше минимальной области поисковой схе-

мы, а если размер объекта больше минимальной области поисковой схемы, то лучше поиски по квадратной сети, и 2) вероятность пересечения объекта для неортогональной сети незначимо отличается от вероятности пересечения объекта эквивалентной ортогональной сетью, если ориентировка объекта не известна.

В докладе Miller B.M. и др. "Геологическая оценка неоткрытых извлекаемых ресурсов нефти и газа в США" наиболее интересна и оригинальна методика таких оценок, основанная на экспертных оценках, методах оценки субъективных вероятностей и использовании метода Монте-Карло для интегральных оценок территорий. Вкратце суть этой методики заключается в следующем. Для каждой отдельной провинции того или иного района по всем имеющимся сведениям эксперты оценивают запасы, которые могут быть здесь с 95%-ной вероятностью, 5%-ной вероятностью и наиболее вероятные запасы (по методике оценки субъективных вероятностей). Затем по этим данным подбирается соответствующее логнормальное распределение, у которого 5 и 95%-ные процентили, а также значение моды такие же, какими их назначил эксперт (или группы экспертов). Для региона, в который входит несколько провинций со своими функциями распределения ресурсов нефти или газа, методом Монте-Карло подбирается своя функция распределения ресурсов, как композиция функций распределений провинций, исходя из гипотезы независимости этих функций распределения друг от друга, и уже эта функция распределения используется для оценки запасов региона с 95%-ной вероятностью, 5%-ной вероятностью и наиболее вероятных запасов.

Значительный интерес для специалистов по математическим методам и использованию ЭВМ для прогнозирования месторождений представляет доклад I.W. Harbaugh (США), в котором предложена методика прогнозирования, одна из частей которой широко используется в настоящее время (информационные банки геологических данных – анализ информации с помощью ЭВМ – получен..е оптимальных решений на основе геологической информации с помощью математических методов), а вторая часть методики еще не нашла своего использования, т.е. та часть методики, которая предусматривает экономический анализ в процессе принятия решений и построение функций полезности того или иного решения. В итоге по этой методике для оцениваемой территории строятся карты в изолиниях значений функций полезности проектируемых поисковых работ. В целом, касаясь основных, принципиальных особенностей докладов, в которых затрагивались вопросы прогнозирования, оценок ресурсов, необходимо отметить особое внимание докладчиков к таким методам, как использование современных методов экспертных оценок, методам оценок субъективных вероятностей, методам статистического моделирования и методам теории полезности.

К третьей группе можно отнести доклады T.K. Ekström и др., Pauncz I. и др. и материалы, собранные при посещении месторождения Маунтайза. Обобщая эти данные, можно отметить следующие особенности машинных систем для решения задач подсчета запасов.

Подсчет запасов проводится в интерактивном режиме: геолог отвечает на ряд вопросов системы – о границах подсчета, о бортовом содержании, минимальной мощности рудных тел, о безрудных интервалах, удельных весах руд; эти данные вводятся в систему геологом в процессе ее работы. В зависимости от введенных параметров (бортовых содержаний, минимальной мощности и т.д.) можно получить несколько вариантов подсчета. Геолог осуществляет на дисплее световым пером увязку рудных интервалов по выданным на дисплей проекциям скважин и вычерчивает на разрезе подсчетные многоугольники с отметкой вершин многоугольников, после чего система производит подсчет запасов. Для подсчета запасов предлагается также строить машинным путем проекции трехмерных изображений для результатов опробования месторождений (Pauncz и Iohnson) с целью оконтуривания на выданной ЭВМ проекции тех или иных рудных пластов, для подсчета объема блоков, их мощностей и запасов. Меняя исходные параметры (бортовое содержание, минимальные мощности), можно программно получать ряд трехмерных проекций для оценки влияния на количество запасов исходных параметров. В тщательно разработанных, больших системах для подсчета запасов и контроля

за разведкой и отработкой месторождения, особое внимание уделяется всевозможным обслуживающим программам и задачам. Так, в системе месторождения Маунтайза организовано хранение в специальных файлах всех аналитических данных по пробам, результатов опробования, документации горных выработок и скважин. Организованы файлы, в которых хранятся данные по блокировке рудных тел, данные по отработанным блокам, данные по сетям опробования.

Говоря о докладах четвертой группы (математическая геология), можно отметить, что подавляющая их часть очень близка друг к другу и по постановкам содержательных задач и по методам их решений (доклады D.F. Merriam и др., Flood P.G. и др., Chyi L. и др., Olade M.A. и др., Payment R.A., Denness B. и др., Johnson K.R. и др.). В этих докладах для решения задач классификации и сопоставления немых, плохо расчлененных толщ, для решения задач геохимического картирования и выделения геохимических аномалий по комплексу признаков используются вначале, как правило, Q- и R-методы факторного анализа, методы канонических корреляций, а затем – методы кластер-анализа и дискриминантного анализа.

Из докладов этой серии необходимо обратить внимание также на работу C.C. Ferguson и др. о моделировании в петрографии с помощью так называемых числовых пород, которые заключаются в численном моделировании на ЭВМ размеров, форм и ориентации трехмерных кристаллов воображаемой горной породы на основе заданных функций распределения этих параметров и в последующем вычислении на ЭВМ распределений этих параметров по произвольно назначаемым сечениям, имитирующим сечения в петрографических шлифах. Имея экспериментальные данные по реальным шлифам, можно, оценивая степень близости данных, полученных по шлифам к данным, полученным при моделировании сечений воображаемых пород, получить сведения о пространственном распределении размеров, форм и ориентации той или иной реальной породы.

Ю.К. Бурлин, Г.Ф. Крашенинников, В.В. Тихомиров

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Вопросы, связанные с методикой преподавания геологических наук и с изучением истории геологических знаний, рассматривались на секции 17.

1. Геологическое образование (подсекция 17А). На двух заседаниях подсекции заслушано и обсуждено 11 докладов (из 13 заявленных): Австралия – 3, США – 3 и по одному от Индии, Бразилии, Испании, Канады и Франции. Присутствовало 20–30 человек. Тематика докладов довольно разнообразна и касалась как обзоров состояния подготовки геологов в тех или иных странах, так и ряда принципиальных сторон геологического образования.

Проф. Д.Ф. Бранаган (Сиднейский университет) привел исторический обзор геологического образования. Во второй половине прошлого столетия лекции по геологии носили в основном общеобразовательный характер, профессиональные же знания приобретались в основном в процессе практической деятельности. В настоящее время геологическое обучение дифференцировано, многие курсы рассчитаны на подготовку специалистов в определенных отраслях геологии. "Программированное" обучение в геологических дисциплинах представляется автору неэффективным ввиду его узости.

Проф. Х.М. Лопес де Аскона (Национальная комиссия по геологии Испании) сообщил о преподавании геологии в Испании и Латинской Америке за период с 1748 по 1898 г. Обучение минералогии предпринято в этих странах в связи с необходимостью выбора лучших способов обработки руд. Автор доклада привел точные даты и имена инициаторов создания учебных геологических заведений.

Ряд докладов был посвящен преподаванию основ геологии в средней школе. В докладе Ж. Битая (Австралия) обращено внимание на недостаточность развития абстрактного мышления у учащихся и на необходимость образности в изложении материала. В Куринг-гей колледже Нового Южного Уэльса, который представляет автор доклада, на геологию отводится по 48 часов в течение двух полугодий. Кроме того, учащиеся примерно 18 недель на разных годах обучения имеют возможность практиковаться в полевых условиях.

Доклад Г.Б. Стоунхауза (геологический факультет Мичиганского университета) "Земля в нашем обществе" также посвящен изучению наук о Земле в средней школе. Науки о Земле автор понимает в широком смысле, включая сюда такие разделы, как астрономия, метеорология и др. Должны изучаться основные темы: положение Земли, ее воздушная и водная оболочки, минеральные ресурсы и проч.

Проблемам развития геологического образования в широком плане, в том числе как непрофессиональной дисциплины, посвящен доклад А.Дж. Джинграна и В.К. Верма (геологический факультет университета в Дели). Авторы отмечают, что Индия явилась колыбелью многих новых идей в геологии. Завоевание независимости способствовало быстрому прогрессу образования, в том числе и геологического, в стране. Уровень подготовки в ведущих учебных центрах приблизился к передовому международному. Авторы доклада, учитывая целостность естественно-исторического образования, подчеркивают необходимость составления специальных программ и кратких курсов по геологии для студентов, изучающих другие науки. Это важно особенно в связи с проблемами охраны окружающей среды, рационального расходования природных ресурсов. В связи с формированием общего культурного уровня отмечается необходимость преподавания геологии в средней школе.

Новые тенденции в геологическом образовании в Бразилии освещены в докладе А. Баскара Рао, Марии С. Андусумили, Жоао да Роча Хирсона (университет г. Бразилиа). Эти тенденции характерны для ряда стран. В Бразилии начиная с 1957 г. 12 специальных учебных заведений выпустили 2800 геологов. Курс обучения рассчитан на 4 года, затем следует практика и подготовка дипломной работы. За время обучения студент участвует в 6–8 экспедициях разной длительности. Важным вопросом является сочетание "базового" и специального образования. К первой категории

относятся математические дисциплины, физика, химия, статистика и др. Для лучшей подготовки геологов в области "базовых" наук принято решение увеличить срок обучения на два семестра. Таким образом, теперь выпускаются специалисты двух уровней квалификации. Причем число часов на различные дисциплины, в том числе специальные, различается в зависимости от разновидности образования (более короткого и более продленного 4 и 5 лет). В бразильских университетах основана аспирантура. Аспиранты должны сдать перед защитой диссертации три обязательных предмета. Срок аспирантуры рассчитан на два года, в это время обучающиеся получают стипендию и проводят лабораторные и практические занятия со студентами.

В ряде докладов затрагивались вопросы применения технических средств обучения. К. Э. Неру (геологический факультет Бруклинского колледжа Нью-Йоркского университета) подчеркнул, что, кроме общепринятых наглядных пособий, шире должно применяться кино с показом геологических процессов. В частности, для изучения минералогии и других дисциплин очень эффективно применение цветного телевидения при условии подготовки специальных программ.

В нескольких докладах рассматривались вопросы использования математических методов в преподавании геологических дисциплин, а соответственно, и значения этих методов для геологии вообще. В докладе Н.В. Шлейгера (Австралия) "Математика в науках о Земле" отмечено, что преподавание математических предметов оказывается более эффективным, если эти вопросы непосредственно связываются с повседневной жизнью и с окружающей обстановкой. Науки о Земле дают в этом отношении очень благодарный материал. Прежде всего это статистические параметры, такие, как медианный размер, стандартное отклонение, мода и другие. Они успешно используются в ряде разделов геологии, в частности, и в литологии, где с их помощью выявляются не только характерные признаки пород, но и генетические черты соответствующих отложений. У нас в СССР эти параметры также находят широкое применение. Их следовало бы использовать не только для решения узко геологических задач, но и в качестве примеров в преподавании математики в средней школе, не говоря уже о высшей, к чему и призывал докладчик. Использование логарифмических соотношений особенно целесообразно при анализе различных, но одновременно действующих сил – случай, особенно часто встречающийся в геологических объектах. Использованию математических методов в преподавании уделено внимание и в совместном докладе М. Ваниера (Франция) и Р. Вудли (Швейцария). Авторы особенно подчеркнули возможности, предоставляемые ЭВМ для комплексной оценки (с экономической точки зрения) месторождений полезных ископаемых. Определение практической ценности того или иного вида полезного ископаемого или конкретного месторождения весьма затруднительно, что обусловлено множественностью факторов, влияющих на окончательную оценку рентабельности данного месторождения. К числу подобных факторов относятся топографические условия, структурные соотношения, литологический состав и др. Показать учащимся результат совместного влияния разнообразных факторов на оценку месторождения нагляднее всего можно, введя соответствующие параметры в ЭВМ и получив цифровую и интегральную характеристику. Применение такого подхода в соответствующих разделах курсов полезных ископаемых было бы целесообразно ввести во всех геологических вузах Советского Союза.

В докладе Д. и Л. Стивенсонов (Канада) рассматривался вопрос об объеме подготовки геологов, специализирующихся в изучении рудных месторождений. Подчеркивалось, что такая подготовка требует в настоящее время прохождения специальных дисциплин, мало затрагиваемых в общеуниверситетских геологических курсах. Поэтому в известном канадском университете Мак-Гилл (Монреаль) имеется специальная двухгодичная программа для подобного направления. Сущность ее заключается в прохождении восьми обязательных и четырех курсов по выбору, обеспечивающих подготовку в области детальной структурной геологии рудных полей, экономической геологии, теории и практики прикладной геохимии и геофизики. Обучение идет под непосредственным руководством преподавателей (профессоров), имеющих большой опыт практической работы на месторождениях. Небезынтересно указание авторов не необходимость обращать внимание студентов на значение

старых традиционных методов получения геологической информации – путем визуального исследования образцов и использования обычного поляризационного и минераграфического микроскопов. Этими методами быстро получить нужные сведения может непосредственно сам заинтересованный исследователь, тогда как новые методы – рентген, определение абсолютного возраста и другие, требуют привлечения других специалистов, не принимающих непосредственного участия в данной работе и потому менее осведомленных в стоящих задачах. Подобная переоценка новейших методов намечается и в советских вузах, когда подчас придается слишком большое значение новейшим методам в ущерб методам классической геологии.

В докладе Д.Р. Ундервуда (США) обосновывалось предложение выделить новый класс горных пород, стоящий наравне с давно установленными классами, а именно, антропогенные горные породы. Выделение их, по мнению автора, тем более целесообразно, что количество этих пород будет все время интенсивно возрастать.

Обращаясь к общей оценке деятельности подсекции "Геологическое образование", следует подчеркнуть, что участвовавшие в ее работах члены конгресса получили полезные сведения о состоянии геологического образования в разных странах и имели возможность обменяться мнениями по некоторым вопросам геологического образования, представляющим общий интерес. Вместе с тем было бы желательно на последующих конгрессах более планово ставить обсуждение наиболее важных вопросов, применив, например, путь организации заказных докладов на наиболее важные общие темы.

2. История геологических знаний. На конгрессе при секции 17 работал симпозиум "Накопление геологических знаний в эпоху географических открытий" (117.2). Эта проблема выбрана в связи с интересом, проявляемым австралийскими геологами и географами к истории изучения их континента. Вопрос о проведении комплексных геолого-географических исследований был особенно актуальным в XVIII и XIX вв. Опыт проведения экспедиций с целью освещения сразу нескольких сопредельных вопросов естествознания представляет значительный интерес и в наши дни. Ныне осуществляются широко поставленные исследования океанов, в которых одновременно решаются проблемы океанологии, геологии, географии и биологии, а также разрабатывается методика комплексного изучения Земли из космоса. На симпозиуме разбирались вопросы, анализирующие главным образом достижения в области региональной геологии, полученные в течение XVIII и XIX вв. Несмотря на то что географическим исследованиям этого времени посвящена довольно значительная литература, вопрос о достижениях в региональной геологии освещен еще недостаточно. Симпозиум, на котором заслушано 12 докладов, привлек значительное число участников; на каждом из двух его заседаний присутствовало по 75–80 человек. Все заслушанные на симпозиуме доклады могут быть распределены на 4 группы.

А. Истории геологических исследований Австралии посвящены четыре доклада, из которых два касались южной части страны (Э.Б. Джойс и Д.У.П. Корбэтт; Австралия). Авторы показали, что подавляющее большинство исследований было комплексным и геология представляла лишь один из разделов изысканий. Дана история геологического картирования Австралии, которое практически началось с середины XIX в. (Т.А. Дарра; Австралия). Отмечена значительная роль польского геолога П.Е. Стржелецкого в раннем этапе познания отдельных районов Австралии (В. Слабжински; ПНР).

Б. В трех докладах рассматривались вопросы истории геологического изучения Америки, из которых два посвящены экспедициям в Мексику, начатым еще в XVI в. в поисках сокровищ, принадлежавших индейцам народности майя (Р.А. Петти; США). Приведенные материалы отчетливо показали, что крупнейшие результаты дали работы А. Гумбольдта, проводившего свои исследования в начале XIX в. Им освещены вопросы металлогении и осуществлена первая попытка корреляции (сопоставления) разрезов Старого и Нового Света по минералогическим данным (Дж.П. Салас; Мексика). В одном докладе проанализированы результаты экспедиции на юго-запад США, проведенной в 1838–1844 гг. Дж.Ч. Фремонтом и затронув-

шей чрезвычайно широкий комплекс задач по целому ряду отраслей знания (Дж.У. Уайт; США).

В. Два доклада содержали анализ экспедиций XVIII в. с точки зрения их вклада в развитие геологических знаний. С.Дж. Шнеер (США) отстаивал точку зрения, что комплексные экспедиции XVIII в. дали сравнительно мало для развития геологических наук. Однако автор признал, что работы П.С. Палласа получили широкую мировую известность и оказали влияние на геологов Западной Европы и Северной Америки. Доклад В.В. Тихомирова (СССР) содержал обильный фактический материал о вкладе в геологическую науку, сделанном русскими академическими экспедициями XVIII в. Показано, что данные, собранные в середине века, стали основой развития теоретической геологии в трудах М.В. Ломоносова, затрагивавшего такие области, которые теперь охватываются тектоникой, литологией, минералогией, учением о полезных ископаемых и др. Позднейшие работы П.С. Палласа и В.М. Севергина на основе новых экспедиционных данных развивали идеи М.В. Ломоносова.

Г. Остальные три доклада посвящены различным проблемам. Интересные данные по истории геологического картирования и зарождения палеонтологического метода в стратиграфии сообщил Т.Д. Форд (Великобритания), проанализировавший материалы деятельности английских геологов в течение первых двух десятилетий XIX в. Особенно подробно он остановился на исследованиях У. Смита в Сомерсете и на работах большой группы геологов в Дербишире. Обширный материал, осветивший историю геологического изучения, осуществленного в XIX в. шведскими путешественниками, привел в своем обстоятельном докладе Дж. Регнелл (Швеция). Автор подчеркнул особенно крупный вклад, внесенный знаменитым полярным исследователем Н.Э. Норденшельдом. Доклад У. Марвин (США) менее других соответствовал теме симпозиума. Он содержал сведения об археологической экспедиции (1931 г.), открывшей метеоритные кратеры в Аравии.

В дискуссии, состоявшейся после зачтения всех докладов, выступило 7 человек. Все они остановились только на двух докладах, касавшихся XVIII в., и подчеркивали новизну сообщаемых сведений. Отмечалось, что негативная позиция С.Дж. Шнеера, говорившего о малом геологическом значении экспедиций XVIII в., оказалась опровергнутой в докладе о русских академических экспедициях. Среди докладов, заслушанных на симпозиуме, наибольший интерес, наряду с двумя сообщениями, посвященными экспедициям XVIII в., представляют доклады Дж.У. Уайта (США), Дж. Регнелла (Швеция) и Т.Д. Форда (Великобритания), содержащие данные, недостаточно освещавшиеся в литературе.

На симпозиуме была организована выставка книг по истории геологических наук, изданных за период между XXIV и XXV сессиями МГК (отдельные статьи в экспозицию не были включены). На выставке фигурировали 11 книг, опубликованные в СССР, 3 книги, напечатанные в ГДР и по 1 книге, изданной в Испании, США и Канаде.

К симпозиуму была приурочена экскурсия (Б-4) по местам, связанным с историей геологического изучения Юго-Восточной Австралии. Из Сиднея маршрут проходил через отроги Голубых Гор по местам, где в начале XIX в. стали возникать первые поселения европейцев. Развитые здесь отложения верхнего палеозоя залегают полого и район имеет типичный платформенный характер. Однако вследствие специфических особенностей выветривания пермских песчаников и глубокого вреза речной системы возникло причудливое хаотическое нагромождение крупных скал. Это дало повод для рассуждений о геологических катастрофах, высказывания о которых имеются в трудах первых путешественников.

Руководитель экскурсии проф. Т.Дж. Валланс подчеркнул, что первые геологические данные о прибрежном районе юго-востока материка появились в отчетах о плаваниях русских моряков под командованием Ф.Ф. Беллинсгаузена на кораблях "Мирный" и "Восток" в 1819–1821 гг. Маршрут экскурсии прошел по району первых разработок каменного угля и по долинам ряда мелких речек, где в середине XIX в. открыты золотоносные россыпи. Кустарная промывка золота проводится и в настоящее время, хотя добыча металла чрезвычайно незначительна.

Работы симпозиума 117.2 продемонстрировали все возрастающий рост интереса среди самых широких кругов геологов различных стран к проблемам истории геологических знаний. Начиная с XXIII сессии МГК, когда впервые в программах конгресса выделена секция по истории науки, в результате активной деятельности Международного комитета по истории геологических наук (организован в 1967 г.) исследования по истории геологии стали проводиться почти во всех развитых странах, имеющих более или менее значительное количество геологов. Стало ясно, что изучение вопросов истории геологических наук способствует углубленному проникновению в методологические проблемы отдельных отраслей геологических знаний и дает надежную опору при решении теоретических задач современной науки.

Хотя работы симпозиума по истории геологии и привлекали к себе значительное внимание, все же нельзя сказать, что доклады были построены на достаточно высоком уровне. Большинство из них носили историографический характер с простым перечислением последовательности событий и только несколько докладов содержали анализ процесса развития идей и методов геологической науки.

А.И. Жамойда, В.П. Колчанов, Г.Я. Никифорова

ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

Геологические карты или, как теперь принято называть, карты геологического содержания, были и остаются одной из важнейших основ и результатов собственно геологических, поисковых, геологоразведочных и геологопрогнозных работ. Страны, имеющие развитую геологическую службу, готовят и издают разнообразные специальные карты и переиздают геологические карты своих территорий в различных масштабах – от мелкомасштабных до детальных. Государства, которые только организуют геологические службы, усиленно заботятся о составлении в первую очередь обзорных геологических карт, как основ развития детального картирования и первичной оценки национальных минеральносырьевых ресурсов. Поэтому выставки геологических карт, регулярно организуемые с XX сессии Международного геологического конгресса, привлекают внимание геологической общественности. Они дополняются выставками, которые устраивает Комиссия по геологической карте Мира (КГКМ) во время своих "промежуточных" (между сессиями МГК) пленумов в Париже.

Традиционная выставка геологических карт была развернута в период работы XXV сессии МГК в зале Мак-Лорен Сиднейского университета. В выставке участвовало 13 стран и две международные организации, т.е. почти в два раза меньше, чем в Георамe-72 на XXIV сессии МГК в Монреале [2]. Экспонаты представили Великобритания, Индия, Италия, Канада, КНР, Нидерланды, Новая Зеландия, СССР, США, Франция, ФРГ, Япония, ЮНЕСКО, Тихоокеанский совет по энергетическим и минеральным ресурсам, а также все штаты и ряд компаний Австралии, занявшие около половины стендов (20 из 43). Индия, Италия, КНР и США имели по два стенда, Франция – 3, СССР – 4, остальные страны и организации по одному. Наиболее полными и интересными были экспозиции Австралии, СССР, Италии, Франции, Великобритании и США. Особое внимание посетителей привлекали уникальный советский Геологический глобус, доставленный научно-исследовательским судном "Дмитрий Менделеев", и фотографии пейзажей и геологические карты Марса, показанные США. Советский Союз также впервые развернул выставку геологической литературы за 1972–1976 гг., подготовленную Всесоюзной геологической библиотекой. Обзор представленных на выставке карт начнем с Австралии.

Геологическая картография Австралии имеет 125-летнюю историю. Дж. Джукес в своей книге "Очерк физической структуры Австралии" (1850 г.) поместил карту масштаба 225 миль в дюйме, имеющую геологическую нагрузку для прибрежных и некоторых внутренних районов континента. Через 25 лет Горное управление штата Виктория опубликовало первую полную Геологическую карту Австралии на двух листах в масштабе 110 миль в дюйме. Составил карту на основе опубликованных и неопубликованных материалов Р. Смит. Эта карта с некоторыми исправлениями переиздана в 1876 г., а уже в 1887 г. то же управление выпустило карту страны на 6 листах в масштабе 50 миль в дюйме, составленную А. Эверстом. Если не считать мелкомасштабных геологических карт, помещенных в атласах (1890, 1908 гг.), то следующей после карт 80-х годов надо считать Геологическую карту

Австралии, подготовленную Т. Дэвидом и изданную в масштабе 1:2 990 000 в 1932 г. В последние годы вся территория континента охвачена несколькими новыми картами – геологической, тектонической, гравитационной и магнитного поля. Все эти карты изданы Бюро минеральных ресурсов (Канберра).

Для Геологической карты Австралии масштаба 1:2 500 000 на 4 листах (1976 г.) применена многокрасочная легенда, развернутая в табличную форму и имеющая корреляционный характер. В ее основу положен принцип расчленения горных пород Западных, Центральных и Восточного кратонов (регионов) по их возрасту (с точностью до отдела, а в ряде случаев до яруса) и по вещественному составу. При этом возраст пород часто показан нестандартным цветом (например, пермь – голубым). Вещественный состав обозначен начальной буквой названия преобладающей породы, причем эта буква входит в индекс стратиграфического подразделения. Например, верхнепермские песчаники имеют индекс Pus (u = upper, s = sandstone). Изверженные породы, разделенные на интрузивные и вулканические образования кислого, среднего, основного и ультраосновного состава, показаны различными цветами и их оттенками. Примечательно, что как на суше, так и в прибрежной части моря показаны сбросы, моноклинали, синклинали, антиклинали и другие структурные элементы. По данным глубокого бурения (более 1000 м) шельфа на карте изображены 26 колонок скважин, вскрывших породы мела, юры и даже девона (7 скважин).

Аналогичные принципы построения легенды положены в основу Геологической карты Папуа-Новой Гвинеи также масштаба 1: 2 500 000 (1975 г.). Однако здесь возраст горных пород и вещественный состав их указаны отдельно для каждого из трех тектонических элементов этой территории – платформ, подвижных поясов и океанической коры и островных дуг. Кроме того, карту сопровождают геологические разрезы и две врезки (1:10 000 000): "Сейсмическая активность" и "Основные тектонические элементы". Участникам конгресса также выданы три мелкомасштабные геологические карты Австралии: 1:12 000 000 (1973, 2-е изд.), 1:10 000 000 (1976 г.) и карта-открытка масштаба 1:5 000 000 на 1 листе (1971 г.). циально к конгрессу.

Интересна Гравиметрическая карта Австралии масштаба 1:5 000 000 (1976 г.). Изолинии на ней проведены через 5 мгал на суше и через 10 мгал в акваториях. Ступенчатая закраска с интервалом в 20 мгал дает четкую картину распределения разноименных полей силы тяжести и ее минимумов и максимумов. К конгрессу была издана Карта магнитного поля Австралии в масштабе 1:2 500 000 на 4 листах. Демонстрировалась также хорошо известная советским геологам Тектоническая карта Австралии и Новой Гвинеи масштаба 1:5 000 000 на 1 листе №1971 г.).

В 1973–1976 гг. геологическими службами штатов и в меньшей мере Бюро минеральных ресурсов опубликован ряд региональных геологических карт: Северной территории, Западной Австралии, Квинсленда (все – 1:2 500 000), Виктории (1:1 000 000), Тасмании (1:500 000). Специальные карты отражают геологию кайнозоя Северной территории (1:2 500 000) и докаменноугольную структуру Тасмании (1:500 000). Горный департамент Южной Австралии опубликовал две карты (каждая на 4 листах, 1:1 000 000): Карту гравитационных аномалий в редукции Буге (1973 г.) и Районирование магнитного поля (1976 г.).

Из геологических служб штатов наиболее мощной и развитой является служба Нового Южного Уэльса (Сидней), главная функция которой заключается как раз в геологическом картографировании. Кроме упомянутых региональных геологических карт, здесь близятся к завершению серии геологических карт масштабов 1:500 000 и 1:250 000, начаты серии карт масштабов 1:100 000 и 1:50 000 (издано по несколько листов), а также металлогеническая карта масштаба 1:250 000. Листами полумиллионной карты (10 листов) покрыта почти вся территория штата, за исключением районов Кобара и Гриффита. Из 60 листов карты 1:250 000 с 1960 г. 49 изданы в цветном исполнении (из них 14 с объяснительными записками) и 2 листа в черно-белом варианте. В легенду карты включены все применяемые топографические условные обозначения, которые можно использовать как точки привязки. Интересно заметить, что для расчленения пермских отложений приняты ярусы,

установленные в Предуралье, – сакмарский, кунгурский, татарский и др. На листах обычно помещена тектоническая схема меньшего масштаба (например, 1:1 250 000), на которой показаны структурные этажи, основные складки и др. элементы. По близкой схеме издаются карты масштаба 1:250 000 и в других штатах.

Металлогеническая карта состоит из тех же листов, что и геологическая карта, 1:250 000. Опубликовано 7 листов (из них 3 с объяснительными записками) и два сводных листа, в том числе для Сиднейского бассейна (1:500 000). Легенда геологической основы этих листов довольно сложна. Она включает цветовое обозначение всех геологических формаций, расположенных по возрасту и сгруппированных по тектоническим ярусам и провинциям. Для отдельных интервалов общей стратиграфической шкалы могут быть построены ряды скоррелированных легенд, отвечающих структурным тектоническим зонам (синклинальным, антиклинальным и т.д.). В отличие от легенд геологических карт в один вертикальный ряд помещаются все "формации" – осадочные, магматические (в том числе интрузивные), метаморфические. На карте указаны оси антиклиналей и синклиналей и элементы залегания пород. Каждое месторождение, нанесенное на карту (за левой рамкой приведен список месторождений с указанием главных полезных ископаемых), охарактеризовано с помощью сложного знака, поставленного на карте. В характеристику включены: тип минерализации (показан цветом), форма рудного тела, вмещающие породы, состав жил, категория величины месторождения (в долларах). Таким образом, в сущности описанная карта является картой размещения месторождений полезных ископаемых на "тектонизированной" геологической основе. В объяснительную записку, кроме пояснительного текста, включены стандартные карточки для каждого из помещенных на карте месторождений. Иногда в комплект входит тектоническая карта масштаба 1:250 000.

Тектоническая карта Нового Южного Уэльса масштаба 1:1000000, 1974 г. составлена на базе гипотезы плитной тектоники. На карте выделяются основные тектонические единицы, переходные, эпиплатформенные и дократонные области, тела изверженных пород, расчленяемые затем более дробно. В Тасманской эпикратонной области, например, выделяются четыре тектонических этажа: верхний мел–кайнозой, мел, юра – нижний мел, пермь. Карту сопровождают подробные условные обозначения, а также схематические диаграммы, на которых отражены несогласия, фундамент океанической коры, разделы коры, интрузивы, фациальные и нормальные стратиграфические границы, протяжение различных тектонических подразделений и края тектонических единиц. На врезке показаны основные структурные единицы: антиклинорные и синклинорные зоны, блоки и структурные бассейны.

В связи с проблемой поисков новых источников сырья, особенно энергетического, проводятся детальные геологические работы по изучению "бассейнов осадочного типа" (например, бассейн озера Джорджа, Большой артезианский бассейн и др.). Обычно итогом этих исследований являются литолого-фациальные, прогнозные, структурные и другие крупномасштабные карты отдельных бассейнов, использование которых позволяет более уверенно планировать поисковое бурение. Для территории страны создана в масштабе 1:12 000 000 обзорная карта "Фанерозойские осадочные бассейны и батиметрические особенности Австралии и соседних районов". Следует заметить, что Геологическая служба Австралии широко использует оперативную предварительную публикацию геологических карт (обычно 1:250 000), выпускаемых большим тиражом в черно-белом или двухцветном вариантах. Они предназначаются для широкого ознакомления всех заинтересованных результатами работ. Дважды в год выходят карты, отражающие нефтяные запасы.

На выставке наглядно и интересно показаны главнейшие аспекты деятельности геологических служб и компаний. Так, на стенде размещения урановых месторождений (на фоне Геологической карты Австралии, 1:2 500 000) показаны запасы как действующих месторождений, так и крупных неразрабатываемых, открытых в период 1970–1972 гг. (общие запасы последних достигают 300 тыс. т урана).

Широко развиваются геофизические работы на шельфе континента и Папуа-Новой Гвинеи. С 1965 г. магнитометрическими, гравиметрическими и сейсмическими методами обследована полоса шириной от нескольких сотен до 1000 км и более.

Морские геологические работы в 1960–1963 гг. сосредоточены на северном и юго-восточном шельфе. Как известно, Австралия активно участвует в исследовании Антарктиды. С 1961 г. она приступила к систематической геологической съемке антарктических территорий в масштабе 1:250 000.

Специальные стенды отведены для демонстрации результатов использования космических съемок. Карта всего континента, составленная из фотографий, полученных искусственным спутником ERTS-1 (ERTS-Mozaic of Australia), масштаба 1:2 500 000, сопровождалась рядом среднемасштабных региональных и локальных снимков, вплоть до детальной фотографии месторождения Брокен Хилл. В заключение укажем, что геологические карты Австралии печатаются компанией "Меркурий" (Mercury-Walch Pty Ltd.), которая была создана на о-ве Тасмания в 1970 г. в результате объединения трех печатных фирм, существовавших еще в XIX в. Эта же компания печатает карты геологического атласа Мира.

Новая Зеландия выставила Карту четвертичных отложений масштаба 1:1 000 000 (1973 г.) и Карту гравитационных (в редукции Буге) и изостатических аномалий, а также ряд листов геологической карты масштаба 1:63 360.

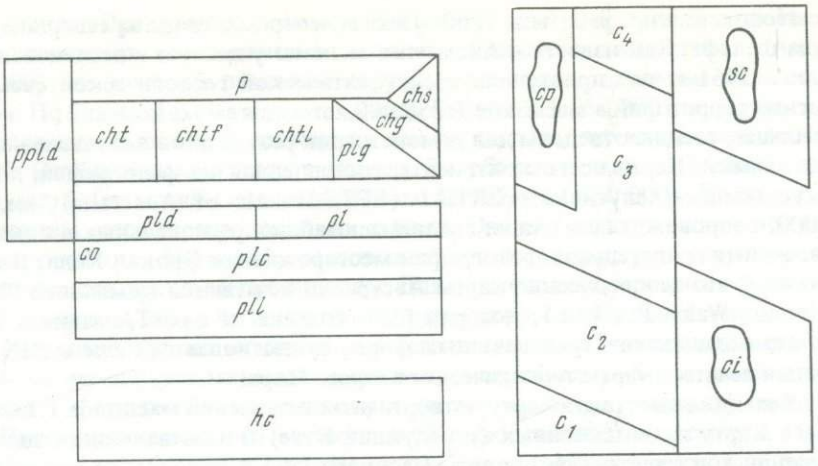
Среди карт Японии отметим Карту радиометрического возраста гранитов масштаба 1:2 000 000 (1975 г.). Очертания полей гранитов взяты с Геологической карты Японии 1971 г. того же масштаба. Интенсивностью розоватого цвета среди них выделены неогеновые, мел-палеогеновые и домеловые интрузии. Для каждой точки отбора пробы указан возраст в миллионах лет, метод анализа и анализируемый минерал. Применялись шесть методов: калий-аргоновый, рубидий-стронциевый (по минералам и по породе), ураново-ториево-свинцовый, альфа-свинцовый и метод треков.

КНР впервые участвовала в выставке карт. Демонстрировались Геологическая карта Азии масштаба 1:5 000 000, изданная в 1975 г. Академией наук Китая, Геологическая карта КНР масштаба 1:4 000 000 (1976 г.) и Тектоническая карта КНР того же масштаба (1975 г.). Легенды геологических карт традиционные, но объяснения к ним даны на китайском языке; только для первой карты был английский текст в отдельной брошюре. Карта Азии содержит около 80 цветных знаков осадочных и метаморфических пород, 17 – интрузивных пород, 9 – экструзивных и 20 обозначений литологического состава. Советская Азия заимствована с карты СССР масштаба 1:5 000 000. Примерно с такой же детальностью построена легенда карты Китая. Индексы возраста пород в основном общепринятые. Нужно отметить появление обширных площадей триаса восточнее Гималаев. На тектонической карте на фоне различных цветов, обозначающих возраст отложений, нанесены оси антиклиналей и синклиналей, линии разрывных нарушений различных порядков, подразделенные на 10 возрастных групп. Кроме того, выделяются гранитоиды шести возрастных групп, базальты, основные и ультраосновные породы.

Индия продолжает систематическую публикацию серий геологических карт: листы Геологического и минерального атласа страны (1:1 000 000), геологических и минеральных карт штатов (1:2 250 000). Из новых карт показаны Предварительная гидрогеологическая карта Индии (1:5 000 000, 1976 г.), Карта донных осадков омывающих Индию морей и черно-белая карта на 3 листах: Структурные пояса Гималаев (обе – 1:2 000 000). На последней выделено 14 таких поясов: Сивалик, группа Симла, шовная зона Инда, толщи Тетиса, метаморфические покровы и т.д. Интересна Генерализованная карта центральной и западной части Гималаев масштаба 1:1 000 000 (рабочий макет), составляемая по телевизионным изображениям со спутников и показывающая, в частности, распределение разрывов, образующих довольно густую и сложную сеть.

США основную часть экспозиции посвятили использованию спутников для целей геологического картографирования. В качестве примеров показаны листы геологической карты Антарктики; схема глобальных магнитных аномалий; космическая съемка отдельных районов Океании, Евразии, Африки на VII.1974 г. (1:18 000 000); примеры космической съемки вулканических поясов.

Кроме Топографической карты Марса масштаба 1:25 000 000 (1976 г.) и цветных фотографий ландшафтов этой планеты, США показали лист Геологической



Легенда к Геологической карте Марса – лист Оксиа Палюс. Масштаб 1:50 000 000

p – материал равнин; *cht* – материал хаотически построенных участков поверхности; *chtl* – материал хаотически построенных участков поверхности с элементами линейности; *chtf* – материал хаотически построенных участков поверхности, имеющей тонкое строение; *ppld* – нерасчлененный материал равнин и плато; *chs* – отложения каналов с плоским дном; *chg* – отложения каналов с желобообразным дном; *plg* – отложения плато, содержащие желоба; *pld* – материал расчлененных плато; *pl* – материал участков поверхности, сходных с Луной; *plc* – материал кратеров плато; *co* – материал конусов; *pll* – материал нижнего плато; *hc* – материал возвышенностей и кратеров; c_1–c_4 – материал кратеров; *cp* – материал пиков кратеров; *sc* – материал сателлитовых кратеров; *ci* – материал кратеров неправильной формы

карты района Оксиа Палюс (Oxia Palus) масштаба 1:5 000 000 из Атласа Марса (42 листа, 1976 г.). Легенда карты выполнена в виде корреляционной таблицы, показывающей как предполагаемый относительный возраст геологических объектов, так и их соотношение в пространстве (см. рисунок). Выделяется 6 возрастных комплексов пород; для некоторых из них даны как бы фациальные разности. В сущности демонстрируемая карта является геоморфологической с генетическими элементами, однако интересна как первый опыт геологической характеристики ближайшей к нам планеты.

На Геолого-тектонической карте Карибского региона (авторский макет масштаба 1:2 500 000, 1976 г.) различными цветами выделены осадочные, вулканические, интрузивные и метаморфические породы, а разные оттенки цветов дают сведения о возрасте этих пород. Показаны также выходы этих образований на дне моря, включая районы, где акустический фундамент перекрыт рыхлыми осадками мощностью менее 100 м. Вдоль северного берега Южной Америки изображена зона поддвигания. Особыми структурными знаками выделены антиклинории и синклинории (отдельно погребенные), зоны деформации, изопахиты, поднятия, рифты, взбросы и надвиги, отражающие поверхности, связанные обычно с недеформированными турбидитовыми или турбидитоподобными отложениями, карбонатные прослои и рифы.

Макет Металлогенической карты Северной Америки масштаба 1:5 000 000 (1976 г.) содержит сведения о главных полезных ископаемых месторождений, их величине, геологическом типе и структуре. Основой карты является генерализованная геолого-тектоническая схема.

Франция выставила несколько комплектов карт всей страны или отдельных регионов. В масштабе 1:1 000 000 экспонировались следующие карты: геологическая (5-е изд.), минеральных и термальных вод (1975 г.), гравиметрическая (1974–1975 гг.) и так называемая Мозаическая карта из снимков EPTS-1 (1974 г.), а также геологическая карта Ламанша (1974 г.). Национальный центр использования океанов подготовил Атлас Ламанша в масштабе 1:100 000. Для каждого из 9 листов Геологической карты французского побережья и прилегающей акватории имеется 8 прозрачных накладок с изображением батиметрии, сейсмических профи-

лей, данных каротажа и драгирования, рыхлых осадков, течений, рельефа и геологии подстилающих плотных пород. Кроме того, приведено 76 колонок. Второй атлас, охватывающий Аквитанский бассейн (1974 г.), содержит 4 палеогеографические карты (от триаса до миоцена), карты гравиметрическую и магнитных аномалий, 22 карты изопахит различных фаций для веков или эпох, таблицы с разрезами (2100 км) по материалам 1200 скважин.

Италия демонстрировала новейшую геологическую карту страны в масштабе 1:500 000 на 5 листах. В масштабе 1:1 000 000 подготовлены два варианта Структурного макета Италии (Structural Model of Italy), каждый на двух листах (1973 г.). Их тектоническую основу образуют литостратиграфическо-тектонические единицы, подразделяемые (и показанные разными цветовыми гаммами) на ряд последовательностей: посторогенные и позднеорогенные, альпийские и сардинско-корсиканские, апеннинско-южноальпийско-австрийско-динаридские. Они расчленяются на комплексы: последняя, например, на комплексы калабрид, гризонид, лигурид, сицилид, "верхней австро-альпийской зоны", внешних толщ, доюрских базальных толщ Южных Альп, в свою очередь подразделяемые на литостратиграфические единицы, каждая их которых показана на карте своим цветом и цифровым индексом. Интересно отметить, что на карте почти отсутствуют структурные обозначения: есть лишь линейные знаки для сбросов, взбросов и надвигов и линия внешнего фронта аллохтона Южных Апеннин. В пределах Альп, например, не изображены ни линии шарьяжей, разделяющие отдельные покровы, ни оси складчатых структур. Отдельные комплексы тектонических покровов выделяются лишь особыми цветами. На обеих картах показана батиметрия. Специальную нагрузку одного варианта составляют гравитационные аномалии Буге и структура подошвы плиоцена, которая показана раскраской по изопахитам не только на суше, но и в пределах акваторий. На второй карте показаны обобщенные поля магнитной интенсивности (на май 1965 г.) и сейсмичность территории с эпицентрами землетрясений за период 1900–1970 гг. Заметим, что Италия ведет систематическую геологическую съемку территории страны в масштабах 1:50 000 и 1:100 000. С 1965 г. регулярно публикуются листы гравиметрической карты масштаба 1:100 000. Выставка Италии завершалась комплектом 5 карт геологического содержания территории Рима (1:20 000).

Среди карт Великобритании можно отметить Геологическую карту Юго-Западной Англии и шельфа Ламанша масштаба 1:1 000 000, с использованием мелких скважин на глубинах моря до 70 м. На карте показаны породы девона – карбона, перми-триаса, юры, нижнего и верхнего мела, третичные и граниты. Великобритания также показала некоторые результаты систематического геохимического картирования в масштабе 1:250 000 с использованием анализа проб воды и донных проб на 12 элементов, включая уран.

Экспозиция Советского Союза была обширна и представительна. Из опубликованных за период 1972–1976 гг. 27 карт территории СССР и ее регионов демонстрировалось 8 карт, из 9 карт Мира и континентов демонстрировалось 7 карт и один авторский макет. Полный список изданных карт приведен в докладе А.И. Жамойды (1976) на пленуме Комиссии по геологической карте Мира. Как и к XXIV сессии МГК, во ВСЕГЕИ подготовлен проспект советской выставки карт, составленный Г.Я. Никифоровой [3].

Кроме уже упомянутого Геологического глобуса (1:15 000 000; диаметр 85 см; 1973 г.; редколлегия: С.М. Музылев, П.Л. Безруков, Л.И. Красный, Ф.Г. Марков, И.О. Мурдмаа), составленного ВСЕГЕИ совместно с Институтом океанологии АН СССР, демонстрировалась Геологическая карта континентов Мира того же масштаба. Геологическая карта (1973 г., под ред. Л.И. Красного, П.Л. Безрукова) и Карта сейсмичности Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана масштаба 1:10 000 000 (1976 г., под ред. Л.И. Красного, В.В. Федынского) вызвали большой интерес, поскольку являются по существу основами для международной карты того же масштаба. Решение о создании такой карты принято в 1974 г. в Гонолулу на Международной Тихоокеанской конференции по энергетическим и минеральным ресурсам. Карты составлены во ВСЕГЕИ совместно с Институтом океанологии АН СССР и Дальневосточным геологическим институтом ДВНЦ АН СССР. Вместе

с Геологической картой Евразии (1:5 000 000, 1975 г., под ред. А.П. Марковского) демонстрировался авторский макет Тектонической карты Северной Евразии того же масштаба. Редактор последней, А.В. Пейве, сделал специальный доклад на заседании Подкомиссии по тектонической карте Мира.

Геологическая карта Антарктиды (1:5 000 000, 1976 г., под ред. М.Г. Равича), составленная в НПО "Севморгео", высоко оценена не пленуме КГКМ. Впервые геологические материалы по всему материку связаны на основе единой международной легенды, показаны подледниковый рельеф и толщина ледового покрова, расчленены раннедокембрийские и мезозойские образования, выделено 12 интрузивных формаций, оконтурено распространение кайнозойских вулканитов. Если карты Мира и континентов были в общем традиционными, то для территории Советского Союза посетители имели возможность ознакомиться со специальными картами, выполненными в оригинальных легендах и составленными, исходя из определенных задач. Три такие карты СССР масштаба 1:5 000 000 содержат существенную информацию о глубинном строении земной коры.

В основу Тектонической карты фундамента территории СССР (1974 г., ИГГД АН СССР, под ред. Д.В. Наливкина) положен принцип районирования фундамента по возрасту завершающей складчатости. На карте представлены структуры, созданные в результате геосинклинального этапа развития, включая позднегеосинклинальную или орогенную стадии. Выделяются структуры последующей тектонической переработки, генетически связанной с геосинклинальным процессом в соседних зонах.

Легенда Карты метаморфических поясов СССР (1975, ИГГД АН СССР, под ред. К.О. Кратца) разработана на основе выделения метаморфических фаций и объединения их в фациальные серии низких, средних и высоких давлений. Метаморфические комплексы показаны только по принадлежности к метаморфическим фациям неопределенного давления. Каждая фациальная серия обозначена определенным цветом, различная интенсивность которого соответствует метаморфическим фациям. Различными знаками и окраской показаны относительный возраст и характер метаморфизма каждого этапа развития метаморфического пояса.

Геотермическая карта СССР (1972, ГИН АН СССР, под. ред. Ф.А. Макаренко), с объяснительной запиской, составлена, исходя из принципа взаимозависимости геотермических параметров и связи их с геологическим строением участков земной коры. Основой для построения карты явился фактический материал по измерению температур и геотермического градиента в скважинах, а также результаты определения теплового потока. Карта содержит комплексную характеристику теплового поля недр территории Советского Союза, что иллюстрируется распределением температуры на поверхности консолидированного основания и отражено на картах-врезках: распределения геотермического градиента в верхних частях земной коры (1:25 000 000) и распределения теплового потока (1:30 000 000).

К этим картам примыкает Схема металлогенического районирования СССР масштаба 1:10 000 000, составленная на основе Металлогенической карты СССР масштаба 1:2 500 000 (1968 г., ВСЕГЕИ). По две карты характеризовали геологическое строение двух крупных регионов СССР – Русской платформы и Урала. Обе карты Русской платформы составлены во ВСЕГЕИ. Карта четвертичных отложений Европейской части СССР и прилегающих территорий (1:1 500 000, 1974, под ред. И.И. Краснова) составлена по стратиграфо-генетическому принципу. Цветом на ней показан генезис четвертичных отложений, а оттенками – их возраст. Кроме плейстоцена и голоцена, на карту нанесены выходы верхнеплиоценовых отложений. Показано также распространение десяти климато-стратиграфических горизонтов, каждый из которых отвечает одной ледниковой или межледниковой эпохе.

Геологическая карта нижней поверхности осадочного чехла Русской платформы (1:2 500 000, 1973; под ред. Н.С. Иголкиной), с объяснительной запиской, составлена с целью выяснения закономерностей формирования соответствующих отложений. На ней показаны стратиграфические подразделения, слагающие картируемую поверхность. Необычной является эта поверхность – она ограничивает осадочный чехол платформы снизу и сложена осадочными породами, которые залегают непо-

средственно на фундаменте платформы. Подобные карты для таких обширных территорий еще не составлялись. На карте проведены изогипсы поверхности фундамента, показаны основные разломы и мощности древней коры выветривания (по скважинам); на врезке дана гипсометрическая схема современной поверхности фундамента. Карта отражает глубинное геологическое строение территории Русской платформы и историю формирования современного ее фундамента в связи с процессами, происходившими в обрамляющих ее геосинклинальных областях.

Традиционная Геологическая карта Урала (1:1 000 000; 1975, рук. работы И.Д. Соболев), дополненная листами по Полярному Уралу, Зауралью и Мугоджарам со снятыми юрскими и более молодыми отложениями, сопровождалась Тектонической картой Урала того же масштаба (1975 г., под ред. А.В. Пейве, С.Н. Иванова, ГИН АН СССР, ИГГ УНЦ АН СССР, УТГУ Мингео СССР), в основу которой положены новые теоретические принципы. Основное в этих принципах – показ истории и способов формирования земной коры, а также ее внутренней структуры. Это достигается при помощи анализа естественных структурно-формационных комплексов и их интерпретации на основе актуалистического метода. Выделены рифтогенные комплексы, отвечающие началу раздвигания континентальных блоков и формирования новой структуры с океанической корой; меланократовое основание океанических структур (гипербазиты и метаморфогенные габброиды); комплексы океанической стадии, формировавшиеся на коре океанического типа; комплексы переходной стадии, во время которой формируются утолщенный базальтовый слой, зачатки гранитного слоя и изменчивый по мощности гранитный слой; комплексы континентальной стадии, разные этапы которой отвечают окончательному становлению континентальной коры с хорошо выраженным гранитным слоем. Для каждого комплекса характерны свои типы осадочных и магматических формаций, типы метаморфических преобразований и типы месторождений полезных ископаемых. Изменение строения коры происходит в результате интенсивных тектонических движений: раздвигания на рифтогенной и океанической стадиях тектонического скучивания, включая шарьяжеобразование на переходной и частично континентальной стадиях.

На выставке демонстрировался авторский макет Тектонической карты Северной Евразии масштаба 1:5 000 000 на 8 листах, составляемой коллективом Геологического института АН СССР. Подробное сообщение об этой карте сделано А.В. Пейве на одном из заседаний Подкомиссии по тектонической карте мира. В основу создания этой карты положен принцип выделения областей с различным временем формирования континентальной коры. Критерием для установления таких рубежей служит появление калиевых гранитов и континентальных моласс. Таким образом, в легенде заложено представление о переходе океанической земной коры в континентальную в ходе развития геосинклинали. Из 15 продемонстрированных советских карт 11 отпечатаны на Ленинградской картографической фабрике НПО "Аэрогеология" Мингео СССР, которая вновь показала мастерство и высокую геологическую культуру, не раз отмечавшиеся посетителями международных выставок.

Тенденции и проблемы. В докладе, прочитанном и распространенном в Комиссии по геологической карте мира, А.И. Жамойда указал следующие общие тенденции геологического картографирования в СССР за последние годы:

1. Повышение информативности карт в отношении строения и характеристик глубинных горизонтов земной коры.

2. Создание карт для различных выбранных горизонтов земной коры (без рыхлого покрова, для определения стратиграфических уровней, нижней поверхности осадочного чехла).

3. Издание комплектов карт, по содержанию дополняющих друг друга.

4. Максимальное использование разрешающих возможностей стандартных масштабов для изображения наивозможно мелких геологических тел и структур. При этом информативность карты масштаба 1:10 000 000 можно довести до информативности карты 1:7 500 000, а карту масштаба 1:1 000 000 – до информативности карты масштаба 1:500 000.

В геологическом картографировании других стран, достаточно развитых в этой области, проявляются в общем те же тенденции, в особенности отмеченные в пер-

вых трех пунктах. Кроме того, с каждым годом расширяется использование и сфера применения материалов космических и аэровысотных съемок (США, Австралия, Франция и др.), а также комплексного геофизическо-геологического картирования шельфовых зон (США, Великобритания, Австралия и др.).

Как отмечалось и в обзоре Георамы-72, активизируются работы, в результате которых создаются различные международные карты, часть которых экспонировалась в Сиднее. ЮНЕСКО выпустила специальный каталог карт, среди которых следующие вышли в последние годы: листы Геологического атласа Мира масштаба 1:10 000 000 (Северная Америка – 2 листа, Африка – 3 листа; Тихий океан масштаба 1:36 000 000), Тектоническая карта Карпатско-Балканской системы масштаба 1:1 000 000 (1973 г.) и Карта метаморфических образований Европы масштаба 1:2 500 000 (1974 г.). Как известно, советские геологи активно участвуют в большинстве картографических работ, организуемых на международной основе [1].

Как и прежде, ряд стран картирует территории других государств. Например, выставка ФРГ по существу состояла из таких карт: Иордана масштаба 1:1 000 000 (1974 г.), Сальвадора (1974 г.) и Центральной Уганды (1976 г.) масштаба 1:500 000, Северного Таиланда масштаба 1:250 000 (1975 г.), Танзании масштаба 1:125 000 (1974 г.). США показали две карты Индонезийского региона масштаба 1:5 000 000 (1974 г.): осадочных бассейнов и землетрясений. На последней (черно-белый вариант) изображены следы зон субдукции, линии сопрокосновения зон субдукции различной полярности, сейсмичная зона Беньофа (изолиниями в километрах), сдвиги, нерасчлененные разломы, вулканы. По механизму своего образования землетрясения разделены на 5 групп, например, связанные с разрывообразованием при надвигах и т.д. Италия представила геологическую карту Эфиопии и Сомали (1:2 000 000; 1973 г.). В экспозиции Великобритании указано, что ее геологическая служба оказывает техническую помощь (в том числе по геологическому картированию) 57 странам.

Близкие тенденции и цели мировой геологической картографии обусловливают близость проблем этой отрасли геологии на современном этапе. Первой проблемой является геологическое картирование дна морей и океанов, дополняющее геологические карты континентов. Для решения указанной проблемы необходимо прежде всего разработать и согласовать легенды для геологических и специальных карт дна акваторий, а затем подготовить макеты карт применительно к разным условиям и структурам. Комиссия по геологической карте Мира приняла решение создать к 1978 г. специальную рабочую группу по геологическому картированию морского дна, которая должна будет выполнять перечисленные выше задачи. Второй проблемой можно назвать разработку эффективных и наглядных методик изображения глубинного строения участков земной коры. До сих пор это достигалось системами изолиний, картами для различных выбранных горизонтов, сериями геологических профилей, прозрачными накладками. По-видимому, было бы очень заманчиво выяснить возможности голографии в этом плане. Совершенствуя перечисленные способы, следует более широко использовать космические и аэровысотные съемки. Комплексное и скоординированное использование материалов космических съемок является третьей и особой проблемой. Здесь очень перспективным может быть изучение по единой методике серий космических снимков одних и тех же территорий, однако снятых в различное время, в различных условиях и различных режимах. Четвертая проблема появилась в связи с распространением многочисленных нетрадиционных карт геологического содержания. Уже назрела необходимость обсуждения и выработки единых принципов построения и составления легенд таких карт, как металлогенические, литолого-фациальные, палеогеографические, глубинных горизонтов и др. Пятая проблема назревает в связи с упомянутой выше тенденцией максимального использования разрешающих возможностей масштабов. Необходимо найти такие способы геологического картографирования, чтобы достигнуть рационального сочетания детальности геологических контуров, структурности и в то же время выразительности карты. Шестая проблема связана с использованием ЭВМ при подготовке, составлении, создании макета и корректировке карт. На выставке Канадская геологическая служба показала схемы

проведения картографических работ с помощью компьютера (computer assisted cartography).

Схема представляет систему фиксации, хранения, поиска и воспроизведения информации в таком виде, какой удобен для тиражирования топографических и геологических карт с воспроизведением цветовой нагрузки и сопутствующей геологической информации (тип пород, координаты объектов и т.д.). Система позволяет в автоматизированном режиме совмещать графическое изображение топоосновы с цветовой геологической нагрузкой и другими данными, комбинировать различные участки геологических карт, заменять устаревшие или неправильные их фрагменты, изменять в любых пределах масштаб изображения. На всех этапах работы предусматривается возможность вывода информации на телеэкран для контроля и внесения исправлений. На выставке демонстрировался лист Геохимической карты Великобритании (Оркнейские острова, 1:250 000), составленный также с помощью компьютера.

Все возрастающее число карт геологического содержания, издаваемых в различных странах, использование различных масштабов и легенд ставит на повестку дня еще одну проблему – применение информационно-поисковых систем. Такого рода работа проведена во ВСЕГЕИ [4]. Предложенная методика геолого-картографической информации предусматривает реферирование содержания карт. Она включает как собственно картографические признаки – тип карт, год составления и издания, организация – составитель, организация – издатель, авторы и редактор, геологический регион и административный район, масштаб, так и признаки фактографического характера, а именно: литолого-стратиграфические, метаморфогенно-магматические, структурно-тектонические и сведения о полезных ископаемых. Очевидно, что разработка перечисленных выше проблем геологической картографии и должна явиться предметом обсуждения и исследований соответствующих организаций и специалистов Мингео СССР и АН СССР. В особенности важно активно включиться советским геологам в работу Подкомиссии по металлогенической карте Мира и создаваемой Рабочей группы по геологическому картированию морского дна, а также резко расширить использование материалов космических и высотных съемок в геологической картографии различных масштабов.

Одно предложение относится к международным процедурам. Необходимо обсудить на пленуме КГКМ вопрос об обязательности применения стандартных цветов стратиграфической и магматической легенд по крайней мере для обзорных и мелкомасштабных карт. Как было указано выше, принятые II сессией МГК цвета не пересматривались, однако в ряде стран (США, Австралия, Канада и др.) они используются произвольно даже в рамках серии одного масштаба, что очень затрудняет восприятие структурности карты.

Уже ставшее традиционным участие СССР в выставках карт на сессиях МГК бесспорно приносит большую взаимную пользу как для советской, так и для зарубежных геологических служб. За последние годы Министерством геологии СССР намечены основные направления картографических работ, установлены основные стандартные масштабы карт, создана система координации соответствующих работ в масштабе ведомства. Очевидно, что необходимо в ближайшее время согласовать эти важные вопросы с АН СССР, чтобы усилиями двух крупнейших геологических коллективов в нашей стране более эффективно использовать геологическую картографию в научных и практических целях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жамойда А.И.* Геологическое картографирование в СССР в 1972–1976 гг. (Сидней, август 1976 г.). Л., 1976.
2. *Жамойда А.И., Красный Л.И.* Геологические карты на XXIV сессии Международного геологического конгресса в Канаде. – Сов. геология, 1973, № 3.
3. Карты геологического содержания Союза Советских Социалистических Республик. XXV сессия Международного геологического конгресса (Сидней, 1976). М.; Л., 1976.
4. *Миронюк Е.П.* и др. Сбор и подготовка информации о картах геологического содержания, изданных в СССР и зарубежных странах. – Научно-техническая информация в геологии, 1973, № 2, ВИЭМС.

Н.П. Лаверов

ВАЖНЕЙШИЕ УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АВСТРАЛИИ (ГЕОЛОГИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ)

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы разведанные запасы урана в Австралии резко возросли в связи с открытием новых крупных месторождений на севере и западе страны. Крупнейшими из них являются урановые месторождения Аллигейтор Риверс (Рейнджер-1, Джабилука, Кунгарра, Набарлек), локализованные в метаморфических породах среднего протерозоя (на севере Австралии), и урановое месторождение Йилирри (в Западной Австралии), расположенные в кайнозойских аллювиальных отложениях, внутри калькретов. Разведочные работы на этих месторождениях в основном завершены, определены их промышленная значимость и запасы. В ближайшие годы планируется создание горнодобывающих предприятий. В 1975 г. завершена реконструкция предприятия, созданного в 1950-х годах на базе известного месторождения Мэри Кетлин, представленного сложными редкоземельно-урановыми залежами уранинит-ортитовых руд в среднепротерозойских скарнах района Маунт-Айза (в северо-западном Квинсленде). На этом предприятии теперь возможно производство 900 т U_3O_8 ежегодно. В Австралии известны и другие месторождения урана в районах Рам-Джангл и Южный Аллигейтор (Северная территория), Уэстморленд (Квинсленд) и Биверли (Южная Австралия). Схема размещения важнейших месторождений урана в этой стране показана на рис. 1.

Таблица 1

Распределение разведанных запасов урана по важнейшим рудным районам и месторождениям Австралии

Район и месторождение	Запасы, тыс.т U_3O_8		
	достоверные и вероятные	возможные	общие
I. Северная Австралия, район Аллигейтор Риверс			
Джабилука	190	40	230
Рейнджер-1	100	10	110
Кунгарра	30	5 (?)	35 (?)
Набарлек	10	5 (?)	15 (?)
Итого	330	60 (?)	390 (?)
II. Квинсленд, район Маунт-Айза			
Месторождение Мэри Кетлин	7	–	7
III. Западная Австралия			
Месторождение Йилирри	45	?	45
Всего	380	60	440

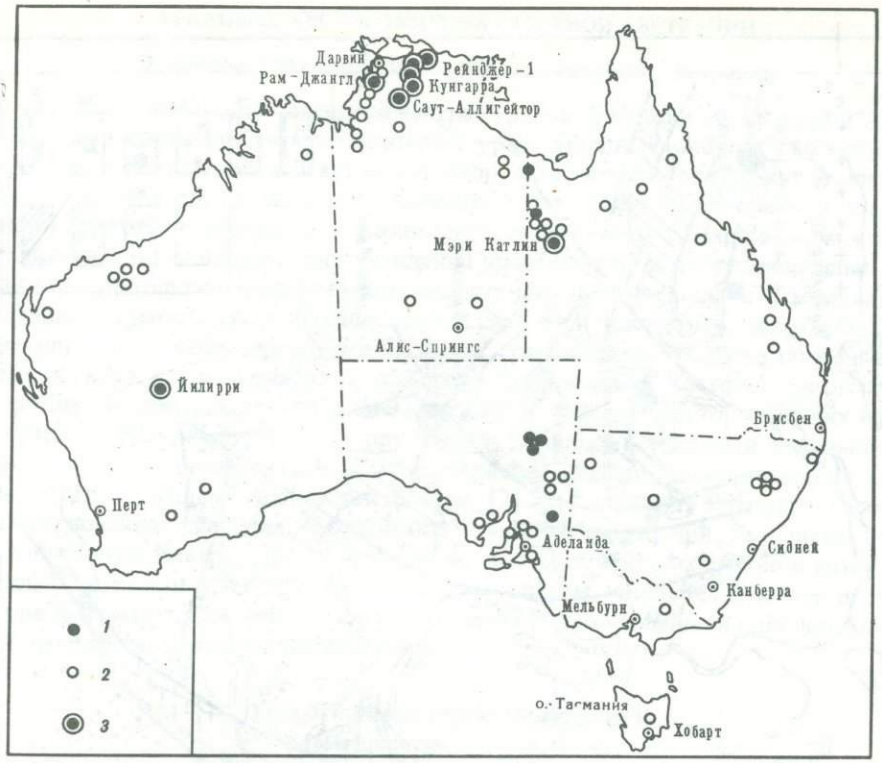
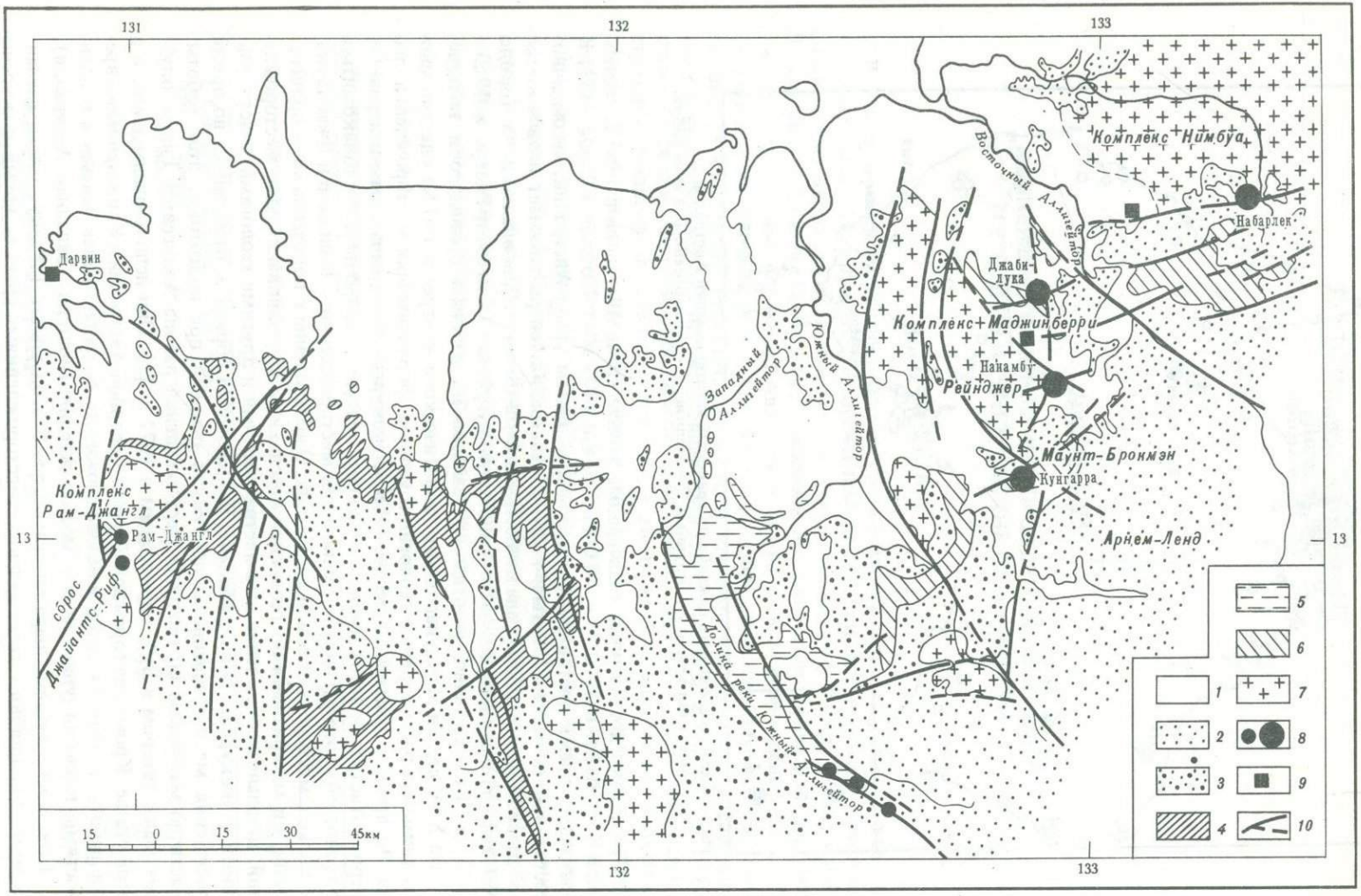


Рис. 1. **Схема размещения важнейших урановых месторождений Австралии**
Месторождения урана: *1* – крупные, *2* – мелкие, *3* – рассмотренные в этой работе

Суммарные достоверные разведанные запасы урана Австралии в 1965 г. составляли 13,6 тыс.т, в 1970 г. – 20,0 тыс. т, а в 1975 г. – 270 тыс. т U_3O_8 [15]. В настоящее время достоверные и вероятные запасы урана Австралии, несомненно, составляют не менее 380 тыс. т U_3O_8. Австралия теперь занимает первое место по разведанным запасам урана в капиталистическом мире. Основная их доля (около 330 тыс. т) выявлена в новом урановорудном рйоне Аллигейтор Риверс в 1969–1975 гг. Распределение разведанных запасов по районам приведено в таблице.

На XXV сессии Международного геологического конгресса (МГК) уделено много внимания рассмотрению геологии и условий формирования месторождений урана. Во время работы XXV сессии МГК и экскурсий по минеральным центрам Северной Австралии автор имел возможность непосредственно на месте ознакомиться с геологией этого региона и крупнейших месторождений – Рейнджер и Джабилука, а также с месторождением Мэри Кетлин. Ознакомление с полученными в процессе разведки материалами по геологии и условиям формирования этих месторождений, детальное обсуждение их с австралийскими и другими геологами, участвовавшими в экскурсии, дополнительные исследования образцов, отобранных во время посещения месторождений, и послужили основой при подготовке этой работы. Частично материалы по геологии месторождений района Аллигейтор Риверс опубликованы автором и В.Л. Барсуковым в 1977 г. [3]. Они использованы также и в этой статье. Кроме месторождений урана Северной Австралии и Квинсленда, во время работы конгресса автор имел возможность подробно ознакомиться с особенностями геологии уникального месторождения Йилирри (Западная Австралия).

Пользуясь случаем, выражаю глубокую благодарность Г.Риану, много сделавшему для подробного ознакомления с месторождениями урана во время экскурсии на минеральные центры Северной Австралии, В.Л. Барсукову – за геохимический анализ и обсуждение генетических проблем уранового рудообразования и В.И. Малышеву – за определение изотопных U/Pb отношений в образцах руд, собранных автором в Северной Австралии и на Мэри Кетлин.


131
132
133
13
Комплекс Нимбуа
Набарлек
Восточный Аллигейтор
Дарвин
Джабилука
Комплекс Маджинберри
Нанамбу
Рейнджер
Западный Аллигейтор
Южный Аллигейтор
Маунт-Брокмэн
Кунгарра
Комплекс Рам-Джангл
Рам-Джангл
Арнем-Ленд
сброс Джайантс-Риф
Долина реки Южный Аллигейтор
15 0 15 30 45км
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНОЙ АВСТРАЛИИ

Основные урановорудные районы Северной Австралии

В обширной и хорошо известной теперь урановой провинции Северной Австралии принято выделять четыре основных урановорудных района: Рам-Джангл, в 70 км к югу от г. Дарвина; Саут Аллигейтор, в 320 км к юго-востоку; Аллигейтор Риверс – в 230 км к востоку от г. Дарвина; Уэстморленд на восточной границе Северной территории Австралии и Квинсленда, в 700 км от г. Дарвина (см. рис. 1). Подавляющее большинство месторождений урана Северной Австралии расположено среди раннепротерозойских метаморфических пород, относящихся к зеленосланцевой фации, содержащих слои углеродистых сланцев и доломитов. Некоторые из них встречаются в раннепротерозойских породах гранулитовой фации, а также в вулканических породах и песчаниках среднепротерозойского платформенного чехла, вблизи от пересекающих его даек долеритов. На всех месторождениях хорошо проявлен структурный контроль оруденения. В рудах встречается в повышенных количествах (до промышленных концентраций) золото. Месторождения района Рам-Джангл описаны в нашей литературе [2]. По району Уэстморленд имеются лишь отрывочные сведения. Наиболее детальные исследования выполнены в районах Аллигейтор Риверс и Саут Аллигейтор. С геологией этих районов автор ознакомился во время экскурсии. Советским геологам их строение менее известно. Именно поэтому в настоящей работе урановым месторождениям районов Аллигейтор Риверс и уделено основное внимание.

Геологическое строение региона и размещение месторождений

Схема геологического строения региона приведена на рис. 2. Она составлена Р. Додсоном и др. (1974 г.) и дополнена автором материалами геологической и тектонической карт Австралии с учетом сведений, содержащихся в работах Б. Уолпола и др. [26], Г. Риана [14] и К. Пламба [21]. В последних работах, посвященных тектонике Австралии [21], в ее северной части принято выделять несколько крупных структурных элементов (тектонических блоков и бассейнов осадконакопления), отличающихся различной историей геологического развития, неодинаковым набором геологических формаций и структур и соответственно разной рудоносностью. В целом северная часть Австралии представляет собой древнюю платформу, основание которой сложено позднеархейскими – раннепротерозойскими образованиями, а платформенный чехол – среднепротерозойскими-фанерозойскими осадками. Соответственно принято выделять структурные элементы фундамента и платформенного чехла. Фундамент имеет гетерогенное строение. На современных геологической карте и тектонических схемах выделяются две группы древнейших складчатых структур. Первую из них образуют позднеархейские комплексы метаморфических пород и гранитов. Они слагают основание для более поздних–среднепротерозойских структур второй группы, относящихся к интракратонной геосинклинали Пайн Крик.

П. Родс [2] среди позднеархейских ассоциаций пород, относящихся к комплексу Рам-Джангл, выделяет сланцы и гнейсы, гранито-гнейсы, метадиориты, крупнозернистые граниты и лейкократовые граниты. В разрезе сланцев встречаются полосчатые железистые кварциты. Содержание урана в метадиоритах 2,8–4,5 млн.$^{-1}$,

Рис. 2. **Схема геологического строения Североавстралийской урановой провинции и положение основных месторождений (по [2] с добавлениями автора)**

1 – рыхлые кайнозойские и мезозойские отложения платформенного чехла; *2* – среднепротерозойские отложения платформенного чехла формации Комболджи: песчаники, гравелиты с покровами, дайками и силлами долеритов; *3–6* – нижнепротерозойские породы геосинклинали Пайн Крик: *3* – нерасчлененные, *4* – формации Голден Дайк, *5* – формации Кулпин, *6* – аналоги формации Кулпин; *7* – граниты, гранито-гнейсы, местами с долеритовыми телами (Оенпелли); *8* – урановые месторождения (мелкие и крупные); *9* – населенные пункты; *10* – разломы

а в лейкократовых гранитах 10–28 млн.$^{-1}$. Абсолютный возраст гранитов, определенный изохронным Rb/Sr методом, составляет не менее 2400 млн. лет, а по U/Pb – изотопным отношениям в цирконах из гранитов близок к 2500 млн. лет [2]. Кроме района Рам-Джангл, позднеархейские образования установлены в выступах основания на п-ове Гов (Арнем блок) и слагают Литчфилд блок на западе района. Они представлены различными гнейсами и сланцами гранулитовой фации метаморфизма, интрузивами основных пород и гранитов. Выходы этих пород ориентированы в меридиональном направлении, направления основных структурных элементов не совпадают с ориентацией более поздних структур. Относившиеся ранее к архейским ядерные зоны метаморфических комплексов Нанамбу и Нимбуваг в последние годы считаются раннепротерозойскими [2, 9]. Блок раннепротерозойских метаморфических пород, принадлежащих Северо-Австралийской Пайн Крик геосинклинали, сложен вулканическими, терригенными и хемогенными карбонатными отложениями, смятыми в крупные брахилинейные складки, местами опрокинутые и разбитые многочисленными разрывами. Эти породы превращены в различные сланцы и прорваны магматическими телами основных, средних и кислых пород. Наиболее поздние из них имеют абсолютный возраст 1750 млн. лет [2], [9]. Осадки относящиеся к интракратонной геосинклинальной серии, метаморфизованы до степени зеленых сланцев. В ядрах поднятий Нимбуваг и Нанамбу развиты палингенные граниты, мигматиты, кристаллические сланцы и гранулиты.

Стратиграфия нижнего протерозоя разработана детально в рудных районах Рам-Джангл и Аллигейтор Риверс. Сопоставление разрезов сделано Б. Уолполом [26], Р. Додсоном и др. [2]. Схема взаимоотношений стратиграфических подразделений и положение в разрезе урановых концентраций приведены на рис. 3. В районе Рам-Джангл нижнепротерозойские отложения залегают на выступах архейского основания. Здесь выделяются три группы отложений. Нижняя из них – группа Батчелор представлена отложениями формаций Бистонс и Крейтер, доломитами Селиа и Кумали, образованными в литоральной и неритовой зонах. Залегающие выше по разрезу отложения формации Голден Дайк относятся к группе Гудпарла. Они сформировались в мелководных условиях и принадлежат частично фации так называемых черных углеродистых сланцев. Породы обеих групп – Батчелор и Гудпарла – перекрываются прибрежно-морскими отложениями формации Берелл Крик группы Финис Ривер, представленной здесь слоями Нолтениус. Все пять небольших месторождений, известных в районе Рам-Джангл, расположены в углеродистых и хлоритовых сланцах над доломитами Кумали, в зонах разрывов, усложняющих складчатые структуры.

В долине р. Южный Аллигейтор, де известны 13 небольших месторождений урана, установлен близкий разрез отложений нижнего протерозоя. Породы архейского фундамента здесь не имеют выхода на поверхность. В нижней доступной изучению части геосинклинальных отложений Пайн Крик выделяются слои вулканических пород Стэг Крик, которые в последние годы относятся к верхним слоям формации Мэссон [2], подстилающей отложения формации Маунт Партридж, принадлежащие, как и Мэссон, группе Гудпарла. Верхняя часть разреза представлена здесь песчаниками, алевролитами, углеродистыми сланцами и доломитами группы Южный Аллигейтор, в составе которой выделяется несколько формаций, в том числе и рудовмещающие хлоритовые и углеродистые сланцы формации Кулпин. Р. Додсон и др. [2] уверенно относят рудовмещающие отложения формаций Голден Дайк и Кулпин к единой литологической и стратиграфической серии раннепротерозойских осадков, сформировавшихся в сходных литоральных и прибрежно-морских условиях, вблизи от выступов архейского основания.

В районе Аллигейтор Риверс раннепротерозойские слабо метаморфизованные отложения установлены в зонах, обрамляющих выступы гнейсов, мигматитов и гранитов двух комплексов – Нанамбу и Нимбуваг, которые по современным представлениям [14] являются в основном глубоко переработанными в конце раннего протерозоя (1800–1750 млн. лет) осадками Пайн Крик геосинклинали и породами позднеархейского фундамента. На это, по данным Р. Додсона и др. [2], указывает абсолютный возраст некоторых гранитоидов ядра, определенный изохронным Rb/Sr методом. Наиболее древние из них имеют абсолютный возраст, близкий к

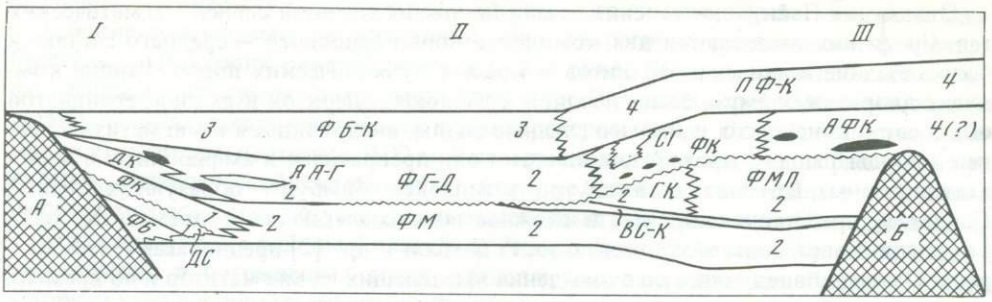


Рис. 3. **Стратиграфия нижнепротерозойских отложений в районах Рам-Джангл, Аллигейтор Риверс, Саут Аллигейтор [2]. Названия групп и их положение приведены по данным Уолпола и др., 1968 г. Корреляция формаций – на основе картирования последних лет**

I – район Рам-Джангл; II – долина р. Южный Аллигейтор; III – район Аллигейтор-Риверс; *А* – комплекс Рам-Джангл; *Б* – компекс Нанамбу; *1* – группа Батчелор; *2* – группа Гудпарла; *3* – группа Финнис-Ривер; *4* – группа Южный Аллигейтор

ФБ – формация Бистонс; *ДС* – доломиты Селна; *ФК* – формация Крейтер; *ДК* – доломиты Кумали; *ФБ-К* – формация Барелл–Крик; *ФМ* – формация Мэион; *ЯАГ* – "язык" Акейша-Геп; *ФГ-Д* – формация Голден Дайк; *ВС-К* – вулканиты Стэг-Крик; *ГК* – граувакки Койруонг; *ФМ-П* – формация Маунт-Партридж; *ФК* – формация Кулпин; *АФК* – аналог формации Кулпин; *СГ* – кремнистые сланцы Герови. *ПФ-К* – песчаники Фишер-Крик. Черным показано положение урановых месторождений

2500± 30 млн. лет [2]. Другие метаморфические породы комплекса Нанамбу имеют абсолютный возраст 2000 и 1800 млн. лет, соответствующий возрасту осадков Пайн Крик геосинклинали и времени их наиболее интенсивного метаморфизма, в том числе и мигматизации раннепротерозойских пород, обрамляющих палингенные граниты "ядерной зоны" комплекса Нанамбу.

Характерна зональность в размещении метаморфических пород. Центральная часть комплексов Нанамбу и Нимбуваг сложена палингенными гранитами, их сменяет зона мигматитов и затем – кварц-полевошпат-слюдистых сланцев. Внешняя зона представлена породами зеленосланцевых фаций.

В разрезе слабо метаморфизованных нижнепротерозойских отложений района Аллигейтор Риверс ведущая роль принадлежит осадкам группы Гудпарла, представленным формациями Мэссон, Маунт-Партридж и Кулпин, а также алевролитам Фишер-Крик, которые относятся к группе Южный Аллигейтор [9]. Отложения формаций Мэссон, Маунт Партридж и Кулпин имеют суммарную мощность, не превышающую 3000 м в конкретных разрезах. Слои пород в них часто замещаются фациально. Среди них преобладают кварцевые граувакки, конгломераты, песчаники, углеродистые сланцы, алевролиты, известковые песчаники и доломиты. Алевролиты Фишер-Крик залегают трансгрессивно не только на раннепротерозойских отложениях, но и на гранитоидах комплекса Нанамбу, стратиграфически это верхние слои группы Южный Аллигатор, аналогичные по положению алевролитам формаций Барелл-Крик и Нолтениус на западе [2].

Все месторождения урана расположены в верхней части разреза группы Гудпарла – в хлоритовых и углеродистых сланцах формации Кулпин в обрамлении купольных структур комплексов Нанамбу и Нимбуваг. Рудовмещающие углеродистые сланцы формации Кулпин, изученные в долине р. Южный Аллигейтор, характеризуются некоторыми геохимическими особенностями, отличающими их от урановосных углеродистых сланцев других районов, описанных в советской геологической литературе. Для них характерны [4], как правило, пониженные содержания Ca (0,04%), Na (0,03%) и P (0,2%) при повышенных содержаниях органического углерода (до 30%), Mg (13,5%), U (0,002–0,013%), V (0,045%), Co (0,004%), Cr (0,013%), Cu (0,018%), W (0,015%), Zr (0,012%) и B (0,03%). D. Ayres и P. Eadington на основе изучения распределений различных элементов в сланцах района Южный Аллигейтор установили, что для них характерна устойчивая корреляция между содержанием урана, ванадия, меди и галлия при отсутствии прямой корреляции его содержания с углеродистым веществом. Эти геохимические особенности рудовмещающих сланцев оказывают влияние на состав урановых руд [4].

Отложения Пайн Крик геосинклинали прорваны сложной серией магматических тел. Среди них выделяются два комплекса пород основного – среднего состава и более поздние комплексы гранитов и кислых вулканических пород. Ранний комплекс диоритов Зейму и более поздний комплекс долеритов и их дифференциатов образуют секущие тела и многочисленные силлы, внедрившиеся в мигматизированные породы раннего протерозоя. Местами они превращены в амфиболиты и милонитизированы. Крупное тело внутри комплекса Нимбуваг образуют долериты Оэнпелли, представляющие собой сложное пологозалегающее в мигматитах тело, без роговиковой зоны в экзоконтакте. Р. Додсон и др. [2] предполагают, что долериты Оэнпелли внедрились до охлаждения вмещающих их мигматитов и по времени оказываются бликими к наиболее интенсивному метаморфизму пород раннего протерозоя (1800 млн. лет). Кроме силлов, в комплексе Нанамбу встречаются серии даек, сложенных фонолитами и натровыми трахитами. В главную фазу магматической деятельности образованы крупные массивы палингенных гранитов, приуроченные в основном к купольным структурам (см. рис. 2). Их абсолютный возраст 1700–1800 млн. лет. Для них характерны повышенные содержания урана (до 0,003–0,005%), калия (8,00% K_2O), бора (0,006%), иттрия (0,004%) и циркония (0,02%).

В районе р. Южный Аллигейтор широко развиты переходные к платформенным формации кислых вулканических пород, образующие сложные покровы, силлы, купола, некки и трубки взрыва: Скинто брекчия, Пал пал риолит, Этид ривер волканикс и другие, суммарная мощность покровов которых не превышает 1000 м. Их абсолютный возраст 1750 млн. лет [4]. Кислые вулканические породы рассматриваются многими геологами, изучавшими бассейн р. Южный Аллигейтор [2, 14] в качестве приповерхностных аналогов гранитов, слагающих ядерные зоны метаморфических комплексов Нанамбу, Нимбуваг и других сходных с ними куполов. Вулканические породы, так же как и граниты, характеризуются повышенными концентрациями калия (до 5,5% K_2O), урана (от 0,001 до 0,0025%), иттрия, циркония и бора.

Среднепротерозойские отложения развиты широко в регионе. Они образуют платформенный чехол и залегают не только на породах геосинклиналей Пайн Крик, но и на более древних мигматитах фундамента с резким угловым несогласием. Внутри единой структуры бассейна Мак Артур выделяются два суббассейна осадконакопления. Первый из них именуется Арнем шельф, а второй, более поздний – Мейвок (см. рис. 2). Район Арнем шельфа сложен слабо метаморфизованными граувакками, кварцевыми песчаниками и конгломератами, алевролитами и другими отложениями, перемежающимися с вулканитами основного состава, которые имеют абсолютный возраст, близкий к 1700 млн. лет. Более поздние платформенные отложения суббассейна Мейвок насыщены сложными послойными и секущими телами долеритов, гранофиров и сиенитов с абсолютным возрастом, близким к 1400 и даже 1200 млн. лет. Долеритовые тела распространены не только в суббассейне Мейвок. Они встречаются и в более древних породах Арнем шельфа, в том числе и в районе урановых месторождений Аллигейтор Риверс.

Среднепротерозойские платформенные осадки бассейна Мак Артур залегают, как правило, полого. Они нарушены крупными разломами близмеридионального и северо-западного (близширотного) направлений, образующими на востоке грабенообразную структуру – Бейтон трог. В районах развития разрывов хорошо проявлены складчато-глыбовые структуры с наклоном платформенных слоев до 30–45°. На отдельных участках на эти слои надвинуты среднепротерозойские метаморфические породы Пайн Крик геосинклинали. В результате возникли сложные структуры типа тектонических чешуй. Подобные структуры установлены на урановом месторождении Кунгарра, где им принадлежит важная рудоконтролирующая роль. Движения в зоне разломов Бейтон трога в южной части района и в блоке Литчфилд датируются поздним протерозоем – рифеем, что подчеркивает возможность проявления послеплатформенной тектонической активизации в районе, примыкающем к Аллигейтор Риверс.

В прибрежной северной и северо-западной части рассматриваемого региона расположены платформенные структуры Арафура бассейна. В чехле этих структур широко развиты меловые морские, озерные и дельтовые осадки, перекрывающие

различные по возрасту образования, в том числе триасовые, пермские и, возможно, рифейские платформенные отложения. На юге региона расположены осадочные бассейны – Виктория ривер бассейн и Дейли ривер бассейн, принадлежащие платформенным структурам Центральной Австралии. В их чехле, кроме меловых осадков, установлены позднепротерозойские и раннепротерозойские отложения, суммарная мощность которых достигает 2500 м. В краевых зонах этих осадочных бассейнов проявлены раннепалеозойские разрывы, которые развиваются в отдельных участках раннепротерозойских выступов, вдоль заложенных ранее разломов (Литчфилд блок).

Урановые рудные районы Аллигейтор Риверс, Южный Аллигейтор и Рам-Джангл расположены в пограничных зонах, разделяющих тектонические блоки с разной историей геологического развития. Все известные здесь месторождения приурочены к раннепротерозойским комплексам метаморфических пород Пайн Крик геосинклинали, к обрамлению купольных структур, непосредственно под покровом платформенных осадков среднего протерозоя бассейна Мак Артур. Рудоносные зоны, так же как и другие границы между древними структурными элементами Северной Австралии, имеют северо-восточное, близмеридиональное простирание. Они осложнены серией продольных и поперечных разрывов, пересекающих как геосинклинальные, так и платформенные отложения. На участках пересечения таких разрывов и расположены основные месторождения района. Наибольшие концентрации урана, выявленные к настоящему времени, тяготеют к верхней части разреза раннепротерозойских отложений, к толще, в которой чередуются, как правило, доломиты и углеродистые сланцы. Рудные тела залегают в интенсивно хлоритизированных породах, развивающихся в послойных и секущих разрывах.

Важная роль в размещении ураноносных зон в региональном плане, по-видимому, принадлежит купольным структурам, вмещающим поздние гранитные тела и кислые вулканиты. Хотя связь уранового оруденения с магматизмом здесь не установлена, размещение главных урановорудных полей во внешней зоне ареалов кислого мигматизма, близкого по времени к урановой минерализации, может свидетельствовать о проявлении магматического контроля. Этот фактор, наряду с другими отмеченными выше, австралийские геологи учитывают при анализе закономерностей размещения месторождений урана в Северной Австралии [2].

Геология уранового рудного района Аллигейтор Риверс

Урановорудный район Аллигейтор Риверс расположен в штате Северная территория, в 230 км в востоку от г. Дарвин, в бассейне рек Южный и Восточный Аллигейтор. Он имеет площадь около 1500 км^2, заключенную в треугольнике, вершины которого приходятся соответственно на 12°15′ю.ш. и 132°45′в.д.; 12° 15′ю.ш. и 133°30′в.д.; 13°00′ю.ш. и 132°45′в.д. [14]. Схема геологического строения района приведена на рис. 4. На этой схеме, в отличие от более ранних карт, не выделяются архейские породы в ядрах мигматитовых куполов. Они рассматриваются австралийскими геологами [2] в качестве наиболее метаморфизованных раннепротерозойских отложений Пайн Крик геосинклинали. Однако предполагается, что в гранитном ядре комплекса Нанамбу возможно присутствие архейских образований, аналогичных гранитам Рам Джангл, с абсолютным возрастом 2,45 млрд. лет [2]. Стратиграфический разрез района Г. Риан (1976 г.) представляет следующим образом (сверху вниз):

Кайнозой	Поверхностные отложения, литериты
Мезозой	Меловые глины, пески, алевролиты морского, дельтового и озерного происхождения (мулламанские слои)
Верхний протерозой	Дайки, другие тела долеритов
Средний протерозой	Платформенные отложения (формация Комболджи): преимущественно кварцевые песчаники с конгломератами, алевролитами, кварцевыми граувакками, переслаивающиеся с вулканическими породами, прорываемые силлами долеритов

Нижний протерозой	Магматические тела. Б. Мощное дифференцированное тело долеритов, представленное серией лополитов, включающее дайки фонолитов и розовые биотитовые граниты А. Согласные силлообразные тела метадолеритов (комплекс Зейму) Метаморфизованные осадочные породы: 3) тонкозернистые метаморфизованные пелиты (алевриты Фишер Крик); 2) сланцы различного состава (формация Кулпин): кварцево-слюдистые, графитовые, тальковые, хлоритовые и другие пиритизированные и окварцованные; доломиты и магнезиты; пластовые тела основных пород и туфов; роговики и роговиковые брекчии 1) грубозернистые обломочные отложения (формация) Маунт Партридж), по-видимому, возникшие при размыве архейских выступов фундамента

Весьма характерно, что между нижнепротерозойскими толщами, принадлежащими формациям Маунт Партридж и Кулпин, не отмечается хорошо выраженного стратиграфического несогласия. Породы формации Маунт Партридж отличаются несколько более высокой степенью метаморфизма по отношению к породам формации Кулпин. Алевролиты Фишер Крик залегают в основном в верхней части разреза геосинклинальных отложений и, по мнению Г. Риана (1976 г.), могут относиться к формации Кулпин. Они на значительной площади района подстилают платформенные осадки формации Комболджи, залегающие в целом резко несогласно и перекрывающие не только алевролиты и сланцы, но также и мигматиты комплекса Нимбуваг.

Австралийские геологи подчеркивают увеличение степени метаморфизма раннепротерозойских пород вниз по разрезу. Соответственно при картировании в районе выделены четыре зоны их метаморфизма, которые отражают неодинаковый эрозионный срез в блоке, сложенном породами Пайн Крик геосинклинали. Предполагается, что обнаженные в центре района метарофический комплекс Нанамбу и на северо-востоке – комплекс Нимбуваг (см. рис. 4) на глубине образуют единую серию метаморфических пород, подстилающих рудовмещающие отложения формации Кулпин. Важным для генетических построений является тот факт, что именно в этих наиболее глубокометаморфизованных породах встречаются тела гранитов и пегматитов, обогащенные ураном.

Ядро глубокометаморфизованных пород, сложенное гранитоидами, установлено лишь в комплексе Нимбуваг. Здесь выделяются две фазы: средне- и крупнозернистые розовые гранитоидные диатекситы и порфиробластовые диатекситы. В следующей зоне расположен комплекс мигматитов, сменяющийся послойно инъецированными гнейсами, в которых присутствуют кварциты, сланцы, амфиболитовые и пегматоидные тела. В переходной зоне, где проявлена лишь начальная мигматизация, преимущественно развиты сланцы с гранатовыми порфиробластами и в значительно меньшей степени гнейсы, амфиболиты и пегматоиды.

Большая часть пород мигматитового комплекса, по мнению Г. Риана [14], образована за счет отложений формации Маунт Партридж и, возможно, формации Мэссон (установленной к западу от рассматриваемого района). Поскольку осадки формации Кулпин залегают на этих отложениях согласно, время формирования мигматитового комплекса относится к раннему протерозою, к этапу интенсивной складчатости и замыкания Пайн Крик геосинклинали.

Метаморфизованные осадочные породы формации Кулпин смяты в брахилинейные складки, крылья которых в обрамлении куполов имеют пологие падения (до 45°), а на удалении от них достигают 70–80°. В юго-западной зоне контакта с комплексом Нимбуваг они опрокинуты. В районе Аллигейтор Риверс широко развиты разрывы, как правило, имеющие незначительные амплитуды перемещения, за исключением двух крупнейших разломов – Балмен и Южный Аллигейтор. Отмеча-

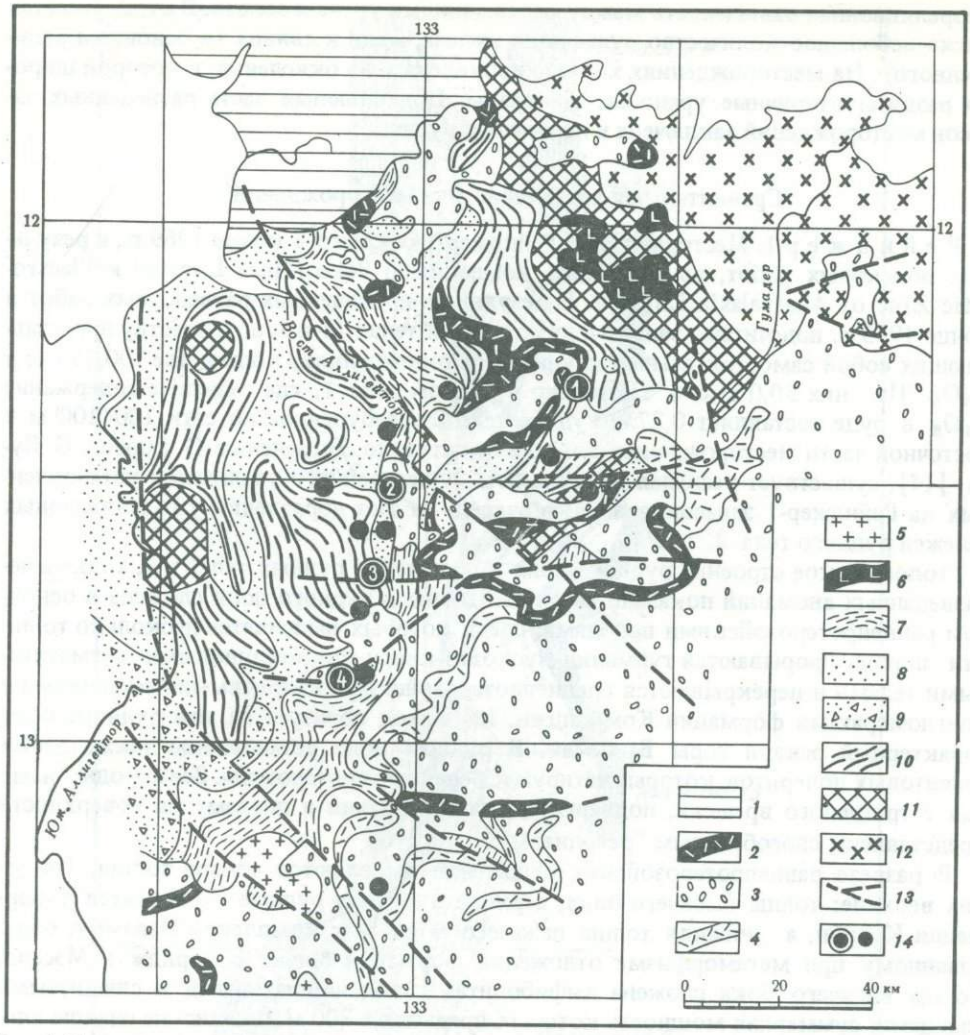


Рис. 4. **Схема геологического строения района Аллигейтор Риверс [14]**

1 – меловые отложения (мулламанские слои); *2–4* – породы формации Комболджи: *2* – силлы и секущие тела долеритов, *3* – кварцевые песчаники, конгломераты, граувакки с прослоями туфов, *4* – силлы и покровы пород основного – среднего состава; *5* – граниты; *6* – долериты Оенпелли; *7* – метаморфизованные алевролиты (Фишер Крик); *8* – сланцы различного состава (формации Кулпин); *9* – грубозернистые метаосадки (формации Маунт Партридж); *10–12* – комплексы метаморфических пород: *10* – послойно инъецированные гнейсы, сланцы, амфиболиты, пегматоиды, *11* – мигматиты, *12* – гранитоидное ядро комплекса Нимбуваг; *13* – разрывы; *14* – месторождения и рудопроявления урана (цифры в кружках на рисунке): *1* – Набарлек, *2* – Джабилука, *3* – Рейнджер-1, *4* – Кунгарра

ется, что все основные смещения по разломам произошли до накопления платформенных осадков формации Комболджи. Однако определенно установлено, что в среднем протерозое и позднее происходило обновление заложенных ранее разломов и были образованы новые, которые вместе с древними в ряде случаев контролируют размещение даек, гидротермальных рудовмещающих метасоматитов и урановых руд. Особенно отчетливо это проявлено на месторождениях Кунгарра и Рейнджер-1.

В районе Аллигейтор Риверс пока выявлены только урановые месторождения. Они представлены сложными стратиформными залежами настурановых руд, расположенных в хлоритизированных породах, тяготеющих к углеродистым сланцам и другим породам формации Кулпин. Промышленные залежи сложены прожилково-вкрапленными рудами, чаще всего приуроченными к пересекающим сланцы разломам и послойным разрывам. В них, кроме урана, в потенциально промышленных количествах присутствует золото. Во многих рудных телах установлена прямая

корреляционная зависимость между содержаниями урана и золота. В рудах имеется также небольшое количество сульфидов железа, меди и свинца (в основном радиогенного). На месторождениях хорошо проявлена зона окисления, в которой широко развиты вторичные урановые минералы. Подавляющая часть разведанных запасов месторождений заключена в первичных рудах.

Сравнительная характеристика месторождений[1]

Р е й н д ж е р-1. Месторождение Рейнджер-1 открыто в конце 1969 г., в результате поисковых работ, выполненных компаниями Peko Mines Limited и Electrolytic Zinc of Australasia Limited. В результате проведенных разведочных работ в конце 1973 г. подсчитаны запасы в двух рудных телах (1 и 3, по существу представляющих собой самостоятельные крупные месторождения) в количестве 100,35 тыс.т U_3O_8. Из них 50,0 тыс. т заключено в рудном теле 1, где среднее содержание U_3O_8 в руде составляет 0,27%. Рудное тело 3, разбуренное по сети 100×100 м в восточной части месторождения, пока не оконтурено. По мнению G. Eupene, G. Ryan [14], существует реальная возможность существенного увеличения установленных на Рейнджер-1 запасов, в первую очередь за счет доразведки уже выявленных залежей рудного тела 2.

Геологическое строение рудного поля и положение рудных тел 1 и 3, а также неразведанных аномалий показано на рис.5. Площадь рудного поля сложена в основном раннепротерозойскими породами, среди которых выделяется несколько толщ. Эти породы прорываются турмалин-мусковит-кварц-микроклиновыми пегматитовыми телами и перекрываются среднепротерозойскими кварцевыми песчаниками и конгломератами формации Комболджи. Их выход образует на юге рудного поля характерный эскарп горы Брокмен. В рудном поле установлены также дайки толеитовых долеритов, которые датируются средним протерозоем. Все породы, начиная с третичного времени, подвергнуты латеритизации и поэтому на поверхности представлены своеобразным "реголитом".

В разрезе раннепротерозойских отложений выделяются четыре толщи. Три из них верхние: толща висячего бока, верхняя и нижняя рудные – относятся к формации Кулпин, а нижняя толща лежачего бока – к комплексу Нанамбу, образованному при метаморфизме отложений формации Маунт Партридж и Мэссон. Толща висячего бока сложена амфиболитами, полевошпатовыми и слюдистыми сланцами, суммарная мощность которых превышает 200 м. Слюдистые сланцы хлоритизированы, местами в них содержится рассеянный магнетит. Амфиболиты обычно тонкозернистые, рассланцованные, в полевошпатовых сланцах встречается гранат.

Верхняя рудная толща, имеющая мощность около 150 м, представлена в основном биотит-полевошпат-кварцевыми сланцами. В ее верхней части расположено несогласное (будинированное?) тело доломитовых мраморов. Сланцы местами интенсивно карбонатизированы и хлоритизированы. Они представлены тонкослоистыми разностями. В нижней рудной толще преобладают доломитовые мраморы. Суммарная мощность толщи 200–250 м. В ее верхней части расположен горизонт рассланцованных тонкозернистых и перекристаллизованных доломитов-магнезитов, содержащих прослои растертого хлорита. Ниже по разрезу выделяется маломощный горизонт (10 м) хлорит-серицитовых сланцев, в которых содержатся характерные линзы хлорита. Нижний, наиболее мощный горизонт этой толщи (до 150 м) представлен массивными, тонко- и среднезернистыми, местами рассланцованными магнезит-доломитами с тальком, тремолитом и небольшим количеством хлорита. Толща лежащего бока сложена мигматитовыми сланцами и гнейсами, среди которых встречаются мощные тела флогопит-роговообманковых амфиболитов.

Все известные к настоящему времени рудные залежи Рейнджер-1 залегают только в породах верхней и нижней рудных толщ, на участках, где развиты сложные

---

[1] Очерк по геологии месторождений Рейнджер-1 и Джабилука составлен автором совместно с В.Л. Барсуковым [3].

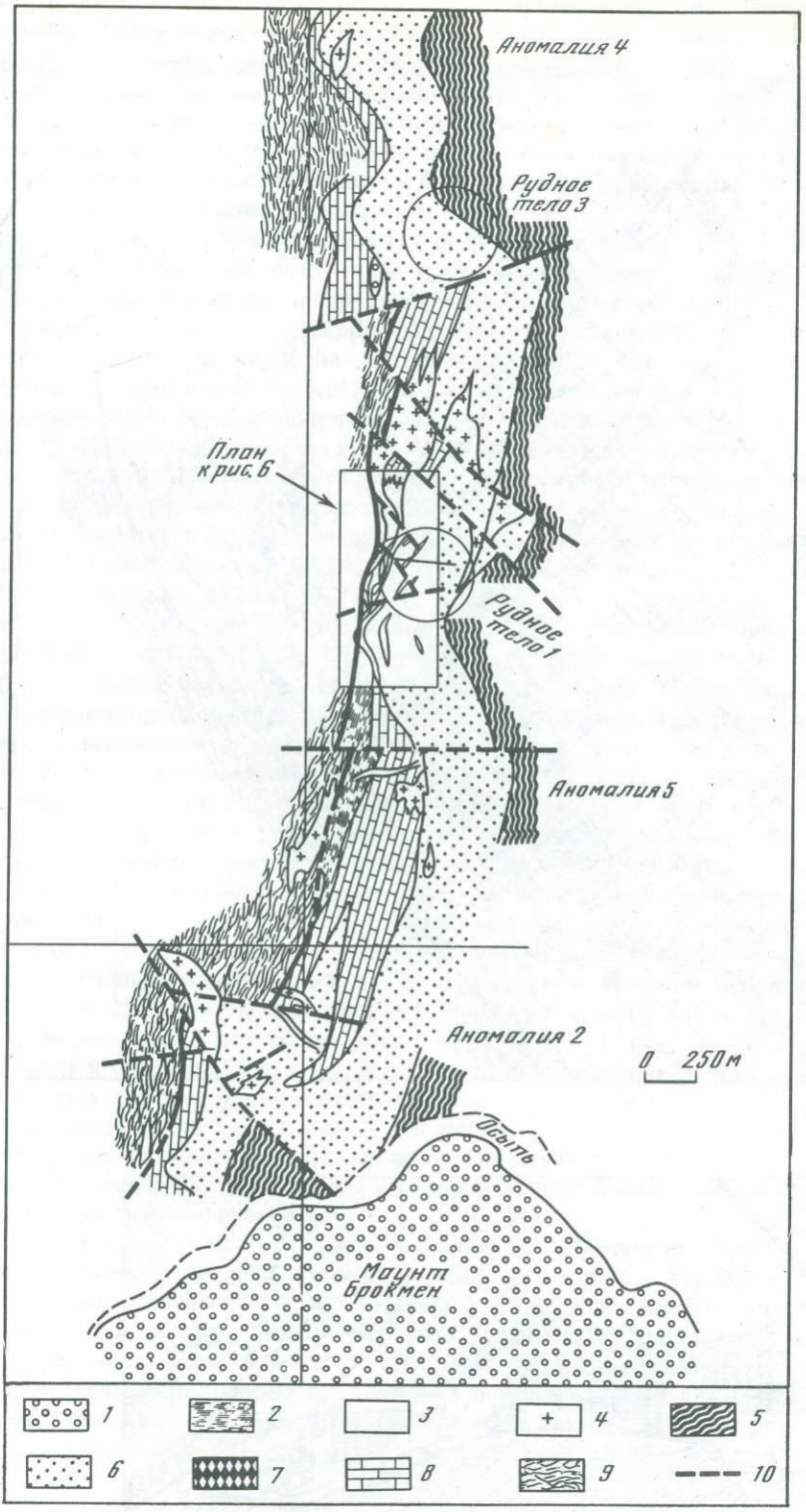
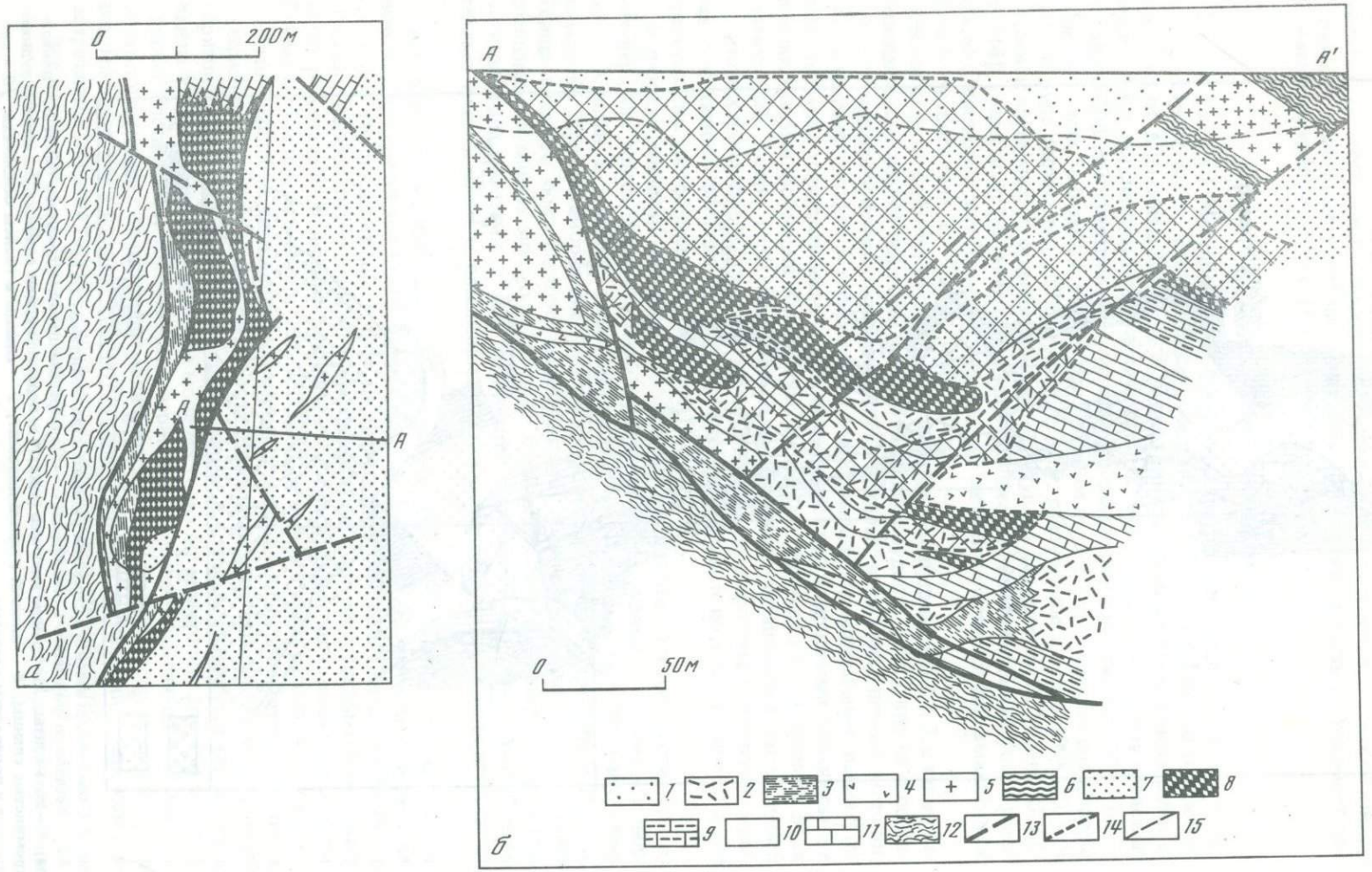


Рис. 5. **Схема геологического строения рудного поля Рейнджер–1 [14]**

1 – песчаники формации Комболджи; *2* – зона рассланцевания лежачего бока; *3* – долериты; *4* – пегматиты; *5* – сланцы висячего бока; *6* – верхние рудные сланцы; *7* – нижние рудные кремнистые сланцы; *8* – нижний рудный доломит; *9* – сланцы и гнейсы основания; *10* – продольные и поперечные разломы


0
200 м
A
A
A'
0
50 м
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
а
б

дайкообразные тела пегматитов, поперечные разрывы и мощный магнезиальный метасоматоз. Положение и структура рудного тела 1 показаны на рис. 6. На участке рудного тела 1 хорошо проявлены основные рудоконтролирующие факторы, характерные для рассматриваемых месторождений. Все рудные концентрации расположены здесь в висячем боку крупного продольного разлома, имеющего сложное строение. Этот разлом отделяет рудные толщи от гнейсов и мигматитов. Он представлен мощной зоной рассланцевания и будинажа мраморизованных доломитов, к которой приурочены сложные пегматитовые тела.

Продольный разрыв лежачего бока, падающий под углом 40–50° к востоку, пересекается поперечными разрывами и в участках наибольшей нарушенности пород интенсивно проявлен предрудный карбонатно-магнезиальный метасоматоз пород, выразившийся в интенсивнейшей хлоритизации и доломитизации рудовмещающих сланцев, формировании магнезитовых тел.

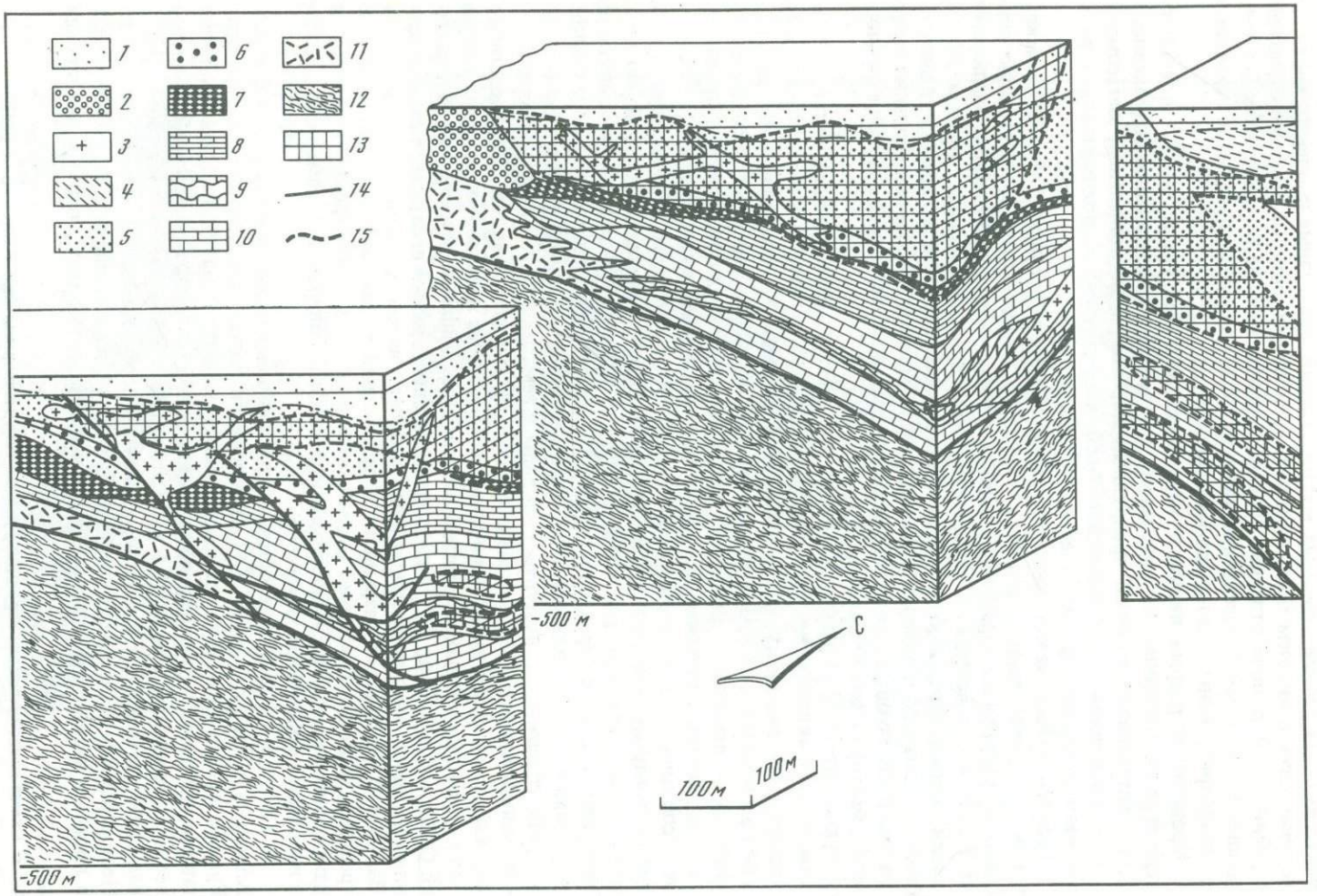
Геологи, разведывавшие месторождение, обоснованно считают, что при формировании рудовмещающих трещинных структур, по-видимому, существенную роль сыграли процессы выщелачивания карбонатов из нижней рудной толщи растворами, их вынос и соответственно растрескивание и проседание пород верхней рудной толщи. Зоны интенсивной трещиноватости и рассланцевания, возникшие в висячем боку продольного и поперечных разрывов, во многом обусловили создание благоприятной обстановки для локализации уникального по запасам металла рудного тела 1 месторождения Рейнджер-1.

Рудное тело № 3 разведано менее детально. Его юго-восточное окончание не прослежено до выклинивания, поэтому запасы руд, содержащих около 50 тыс. т U_3O_8, являются, по-видимому, минимальными. Как видно на блок-диаграмме (рис. 7), здесь выделяется несколько рудных залежей. Их положение в двух рудоносных горизонтах – верхнем и нижнем – среди доломитсодержащих хлоритизированных сланцев, сходно с положением урановых концентраций рудного тела. 1. Характерной особенностью структуры рудного тела 3, отличающего его от рудного тела 1, является контроль основной урановой залежи пологопадающим взбросом, по которому рудовмещающие раннепротерозойские сланцы и доломиты надвинуты на кварцевые песчаники среднепротерозойской формации Комболджи. В зоне разлома интенсивно развито окварцевание этих песчаников, они пронизаны прожилками хлорита, содержащего настуран, сульфиды и гематит. Основная часть урановой рудной минерализации расположена в верхней продуктивной толще, непосредственно над взбросом, среди интенсивно хлоритизированных сланцев, содержащих графит. Тело мраморизованных доломитов, расположенное ниже по разрезу, рассматривается G. Eupene и G. Ryan (1976 г.) в качестве своеобразной протрузии в сланцы, проникшей вдоль рудоконтролирующего взброса из нижележащих слоев доломитов. Над пологопадающими разрывами в рудоносной толще широко развиты мелкие трещины, которые и вмещают рудные прожилки, а также контролируют сопровождающую их вкрапленность настурана и уранинита, содержащих самородное золото и небольшое количество сульфидов.

К у н г а р р а. Это месторождение расположено в южной части рудного района Аллигейтор Риверс (см. рис. 4), в основании песчаников формации Комболджи. Рудные залежи тяготеют к юго-восточному эскарпу горы Маунт Брокмен, представляющей собой отчлененный разломом останец от плато Арнем Лэнд, юго-восточнее месторождения. Основной эскарп этого плато возвышается примерно на 300 м над слабо расчлененной равниной, сложенной породами Пайн Крик геосинклинали. Месторождение Кунгарра обнаружено в июле 1970 г. компанией Noranda Australia в процессе наземных исследований радиоактивных аномалий, ранее зафиксирован-

Рис. 6. **Схема геологического строения рудного тела месторождения Рейнджер–1 [14]**

А – **план**; *Б* – **обобщенный поперечный разрез**; *1* – **зона поверхностного окисления**; *2* – **хлоритизированные породы**; *3* – **зона рассланцевания лежачего бока**; *4* – **долериты**; *5* – **пегматиты**; *6* – **сланцы висячего бока**; *7* – **верхние рудные сланцы**; *8* – **нижние рудные кремнистые сланцы**; *9* – **хлорит-доломитовые породы**; *10* – **плойчатые сланцы**; *11* – **перекристаллизованные доломиты**; *12* – **гнейсы и сланцы лежачего бока**; *13* – **разрывы**; *14* – **рудные тела**; *15* – **граница зоны окисления**


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
-500 м
-500 м
С
100 м
100 м

ных аэрогаммасъемкой. В дальнейшем бурением здесь установлена крупная рудная залежь. Урановые руды Кунгарры локализуются в нижнепротерозойских сланцах, непосредственно над крупным взбросом, по которому с ними контактируют среднепротерозойские песчаники формации Комболджи. Их положение показано на рис. 8. Разрез рудовмещающих пород выглядит следующим образом [14, 20]:

Породы висячего бока взброса (нижний протерозой, сверху вниз):
а) кварц-мусковит-биотит-полевошпатовые сланцы и амфиболиты, мощность 200 м;
б) кварц-мусковит-хлоритовые сланцы, содержащие гранат и пирит, мощность около 100м;
в) графит-кварц-хлоритовые сланцы, содержащие пирит и местами графит-хлорит-кварцевую брекчию, мощностью около 5 м;
г) кварц-хлоритовые сланцы с прослоями нацело окварцованных пород, мощностью 5 м.
Милониты и брекчии зоны взброса мощностью 5–7 м.
Породы лежачего бока взброса (нижний протерозой).
Песчаники и конгломераты формации Комболджи, интенсивно окварцованные и пронизанные прожилками хлорита, в особенности в зоне, примыкающей к брекчиям взброса.

Урановые руды встречаются лишь в хлоритовых сланцах. Кварц-хлоритовые их разности имеют светло-серый цвет; в них хорошо проявлена сланцеватость, а местами и тонкая плойчатость. Эти породы интенсивно хлоритизированы и на отдельных участках нацело замещены магнезиальным хлоритом. В верхней части горизонта встречаются линзовидные прослои роговиков мощностью до 5 м. Графит-кварц-хлоритовые сланцы также обычно хорошо рассланцованы, часто смяты в складки и брекчированы; кроме пирита, иногда содержат и другие сульфиды. Кварц-мусковит-хлоритовые сланцы отличаются грубой плойчатостью; среди них встречаются прослои с альмандином и тонкие линзы графита. В плоскостях сланцеватости графит встречается в виде тонких пленок. Кварц-мусковит-биотит-полевошпатовые сланцы и ассоциирующие с ними амфиболиты не несут оруденения. Они состоят в основном из кварца и мусковита, а также содержат местами хлорит и альбит, образующий характерную очковую текстуру. Изредка в них присутствуют гранаты. Амфиболиты обычно полностью хлоритизированы; если они не изменены, то состоят из игольчатых кристаллов роговой обманки и полевых шпатов, образующих тонкие слойки, параллельные плоскостям рассланцевания.

Главным структурным элементом месторождения является взброс Кунгарра, имеющий северо-восточное простирание и юго-восточное падение под углом 60°. Строение зоны разлома сложное: в нем выделяются тонкополосчатые и более грубые милониты; различные брекчии, в которых наряду с мелкими ориентированными обломками выделяются участки с крупными остроугольными блоками пород неправильной формы, сцементированными кварцем и хлоритом, содержащими гематит, карбонат и первичную урановую минерализацию. Интенсивность таких изменений неодинакова в разных участках разлома. Наиболее хорошо они проявлены в местах, где взброс Кунгарра пересекается поперечными разломами, пересекающими рудоносную зону и породы формации Комболджи.

Урановое оруденение в основном локализуется в кварц-хлоритовых сланцах и залегающих над ними графитсодержащих породах. Две рудные залежи, выявленные здесь, разделены интервалом пустых пород, длина которого по простиранию составляет около 100 м. Достоверные и вероятные разведанные их запасы 30 тыс. т U_3O_8. Рудное тело 1 имеет протяженность 450 м и по падению распространяется на 100 м. Вторичная урановая минерализация прослеживается до глубины около 30 м. Вторичные руды образуют крупное тело, имеющее непрерывную форму (см. рис. 8). Оно вытянуто вниз по склону в юго-восточном направлении; его граница смещена на расстояние около 60 м от контура первичных руд. Первич-

Рис. 7. **Блок-диаграмма рудного тела № 3 месторождения Рейнджер-1 [14]**

1 – зона поверхностного окисления; *2* – песчаники формации Комболджи; *3* – пегматиты; *4* – сланцы висячего бока; *5* – верхние рудные сланцы; *6* – доломитизированные верхние рудные сланцы; *7* – кремнистые сланцы; *8* – розовые хлорит-карбонатные породы; *9* – полосчатые хлорит-карбонатные породы; *10* – перекристаллизованные доломиты; *11* – хлоритовые породы; *12* – сланцы и гнейсы лежачего бока; *13* – рудные тела; *14* – разломы; *15* – граница зоны окисления

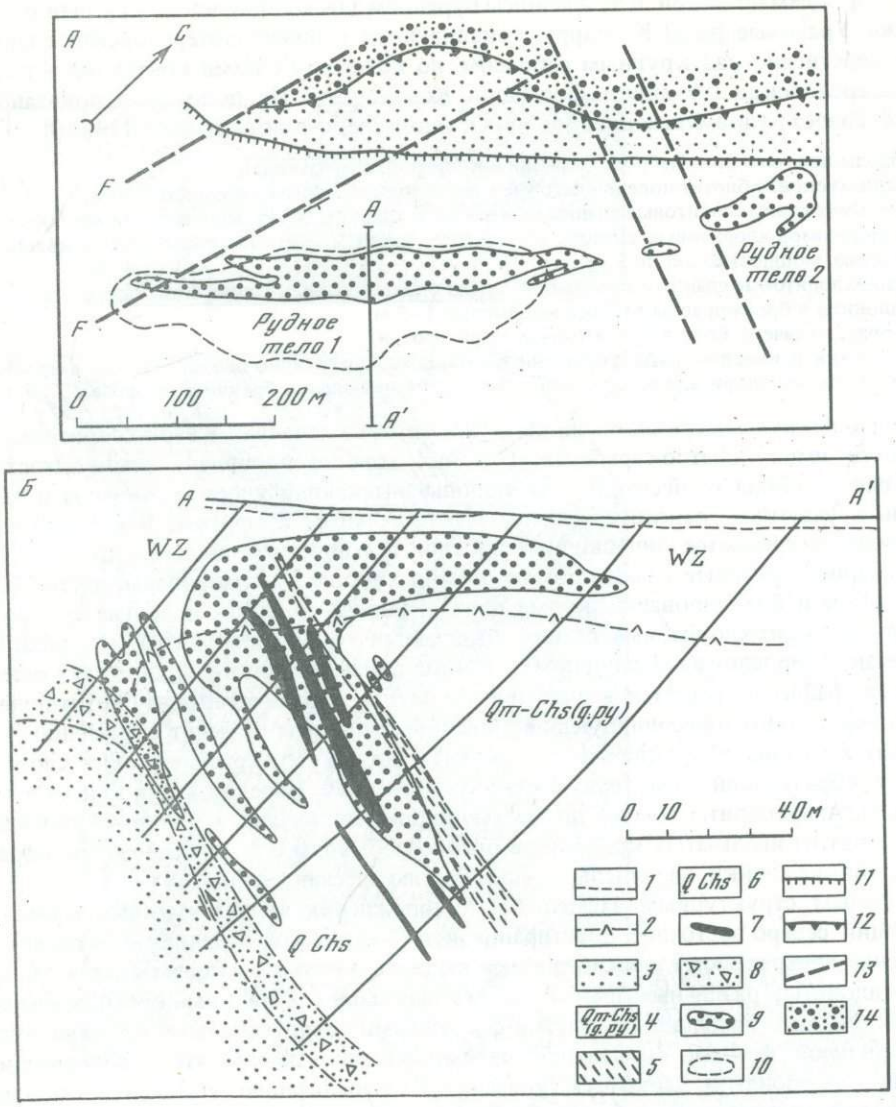


Рис. 8. **Схема геологического строения месторождения Кунгарра [20]**

А – план; *Б* – поперечный разрез через рудное тело № 1; *1* – граница зоны латеритного выветривания (реголит); *2* – граница зоны окисления; *3* – песчаники формации Комболджи; *4* – кварц-мусковит-хлоритовые сланцы (с гранатом и пиритом); *5* – графит-кварц-хлоритовые сланцы; *6* – кварц-хлоритовые сланцы; *7* – кремнистые полосчатые сланцы; *8* – приразломные брекчии; *9* – рудные тела; *10* – контур вторичных руд под "реголитом"; *11* – висячий бок взброса Кунгарра; *12* – лежачий бок взброса Кунгарра; *13* – разрывы; *14* – ненарушенные породы формации Комболджи; *F* – "поперечные" разломы

ные настуран-уранинитовые руды образуют рудные залежи линзовидной формы, длинная ось которых имеет северо-восточное простирание и юго-восточное падение, в среднем близкое к 55°. Эти рудные тела прослеживаются параллельно взбросу Кунгарра (в висячем боку), на расстояние 10–50 м от его осевой линии. Средняя мощность рудной зоны 30 м. Наиболее богатые руды, мощностью несколько метров, расположены непосредственно под горизонтом графитовых сланцев. Они прослеживаются по простиранию и падению на всем протяжении рудной зоны. Участки рудных залежей ближе к лежачему боку имеют обычные содержания урана в рудах, пятнистую текстуру и резко выклиниваются с глубиной.

Рудное тело 2 расположено в северо-восточной части рудной зоны. Оно прослежено по простиранию более чем на 150 м и на глубину от 50 до 250 м. Нижняя гра-



Рис. 9. **Район месторождения Джабилука (фото) [14]**

ница оруденения не установлена. Зона вторичной минерализации здесь отсутствует, содержание урана ниже, чем в рудном теле 1. Рудное тело 2 имеет мощность в центральной части около 50 м. Оруденение залегает как над, так и под толщей графитовых сланцев. Урановые руды сложены уранинитом, настураном и урановыми чернями. Настуран образует мелкие и крупные почковидные выделения и прожилки среди сильно хлоритизированных сланцев. Жилы и прожилки приурочены к зонам дробления и трещинам, параллельным плоскостям рассланцевания и взбросу. Сплошные, весьма богатые руды расположены в крупных тектонических швах взброса Кунгарра или в местах резкого изгиба складок в сланцах и изменения направлений рассланцованности пород. Для верхней части зоны выветривания характерны уранил-фосфатные руды, а для более глубоких ее частей, тяготеющих к разлому,– силикаты урана. В первичных рудах в потенциально промышленных количествах присутствует золото. Сульфидная минерализация проявлена слабо.

Д ж а б и л у к а. Месторождение Джабилука расположено примерно в 20 км севернее месторождения Рейнджер-1 (см. рис. 4). Оно образовано двумя рудными телами – Джабилука-1 и Джабилука-2, суммарные достоверные и вероятные запасы U_3O_8 в которых составляют около 190,0 тыс.т при содержании 0,38 U_3O_8 в рудах [19]. Рудное тело Джабилука-2 пока не оконтурено с юго-востока, и, по-видимому, эти запасы будут увеличены. Возможные запасы оцениваются в 40 тыс. т U_3O_8. Таким образом, общие установленные на Джабилуке запасы около 230 тыс.т U_3O_8. Это месторождение несомненно является крупнейшим в мире. В его рудах, кроме урана, выявлены высокие концентрации золота. Только на верхних горизонтах разведано около 400 тыс. т урановых руд с содержанием Au = 16,1 г/т и 120 тыс. т с содержанием Au = 12,3 г/т. Площади с проявлением золотой минерализации пока не оконтурены [19].

Рудное тело Джабилука-1 открыто в 1971 г. при наземных гамма-спектрометрических поисках, проведенных по поручению компании Pancontinental Mining Lmd. и компаний A.C.A. Howe Lmd. Поверхностные радиоактивные аномалии выявлены в чехле рыхлых отложений среди раннепротерозойских сланцев, вблизи их границы с эскарпом кварцевых песчаников Комболджи. Площадь аномалии 100х45 м при среднем превышении показателей гамма-активности в 2,5 раза по сравнению с фоновыми. Размеры рудного тела в плане примерно 300х300 м.

Рудное тело Джабилука-2 не имеет выхода на поверхность. Оно открыто в 1973 г. в результате разведочного бурения, ориентированного на вскрытие рудовмещающих пород под покровом песчаников Комболджи. Его размеры в плане примерно 120х450 м. Положение и схема геологического строения месторождения приведены на рис. 9 и 10. Рудовмещающие породы Джабилука принадлежат той же

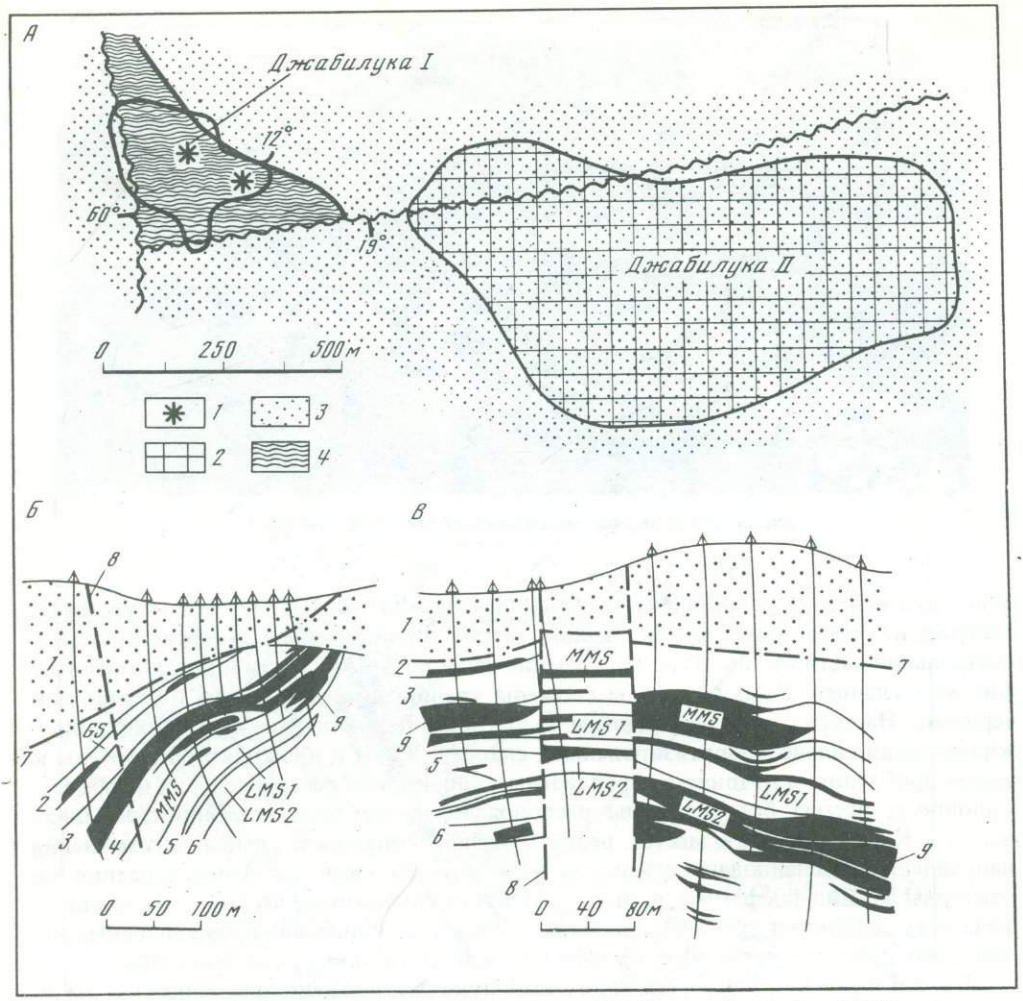


Рис. 10. **Схема геологического строения месторождения Джабилука (по Mosher, 1977)**

1 – наземная радиометрическая аномалия, *2* – ареал рудных тел в горизонтальной плоскости; *3* – формация Комболджи, *4* – формация Кулпин

А – план; *Б* – поперечный и *В* – продольный разрезы

1 – песчаники Комболджи, *2–5* – рудоносные горизонты формации Кулпин: *2* – графитовые сланцы, *3* – рудоносные кварц-хлоритовые сланцы, *4* – нижние рудоносные хлоритовые сланцы 1, *5* – нижние рудоносные карбонат-хлоритовые сланцы 2; *6* – безрудные кварц-мусковит-хлоритовые сланцы; *7* – межформационный сброс между песчаниками и сланцами; *8* – поперечные разрывы; *9* – рудные тела

серии раннепротерозойских отложений, которая является рудоносной на месторождениях Рейнджер-1 и Кунгарра. В их разрезе выделяются две рудовмещающие толщи. Самая верхняя получила название "верхняя графитовая". Она сложена графитовыми сланцами, содержащими доломит и доломитизированные сланцевые брекчии. Основной "рудоносный горизонт", вмещающий главные запасы U_3O_8, залегает в 60 м ниже верхней графитовой толщи. Он состоит из графитовых и кварц-хлоритовых сланцев, их брекчий, прослоев доломитов и роговиков. В 15–20 м ниже по разрезу выявлены еще два рудоносных горизонта, имеющих название первый и второй рудные слои. Они представлены хлоритовыми и кварц-полевошпатовыми сланцами, в которых лишь местами встречается графит. Неоруденелая часть разреза Джабилука сложена светло-серыми кварц-мусковит-хлоритовыми сланцами. Наибольшие концентрации урана сосредоточены в нацело хлоритизированных породах, примыкающих к разрывам, расположенным в разрезе под слоями графитовых сланцев.

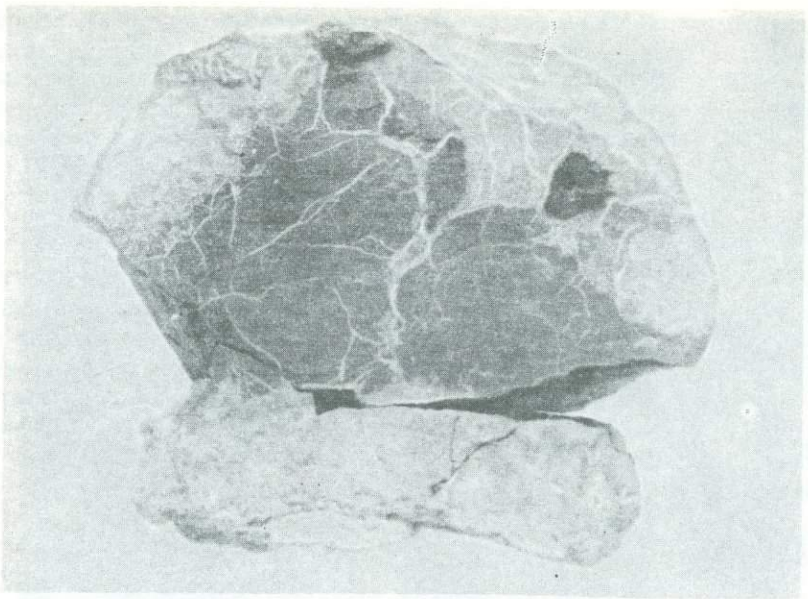


Рис. 11. **Настурановые руды с прожилками вторичных минералов. Набарлек. Из коллекции А. Щеглова. Увел. 1,5**

Важная роль в структуре месторождения принадлежит тектоническим разрывам. Наиболее крупными из них являются пологопадающий сброс, приуроченный к контакту песчаников Комболджи и рудовмещающих сланцев, и серия поперечных разрывов, рассекающих породы обеих формаций (см. рис. 10). Рудовмещающие сланцы смяты в линейные складки, длинная ось которых ориентирована в близширотном направлении и погружается к востоку под углом до 10°. На фоне общего падения слоев рудовмещающей толщи к югу под углами 30–40°, на участке, где развито оруденение, они образуют асимметричные антиклинальную и синклинальную складки, южные крылья которых имеют более крутое падение. Рудные тела вытянуты вдоль осей складок и примыкают к поперечным разломам. Такое их положение позволяет австралийским геологам [2] рассматривать комбинированные складчатые и разрывные структуры в качестве важного фактора в локализации урановых руд на этом месторождении.

Первичные урановые руды здесь в основном представлены настураном и меньше уранинитом, которые образуют вкрапленность, прожилки и массивные послойные скопления в хлоритизированных породах. На отдельных участках встречаются округлые скопления настурана в хлорите, достигающие в диаметре 10–15 см. Характерным околорудным изменением пород является развитие в них магнезиальных хлорита и карбонатов. В метасоматитах встречаются пирит, марказит, халькопирит, галенит, гематит и самородное золото. Наиболее высокие концентрации золота характерны для верхних частей рудных тел, примыкающих к толще графитовых сланцев. Установлена прямая корреляционная связь между содержаниями урана и золота в рудах. Зона окисления на Джабилуке проявлена слабо и достигает лишь 10–15 м в 1-м рудном теле. В ней развиты отенит, складовскит, салеит и другие фосфаты и силикаты урана.

Набарлек. Это месторождение расположено в 40 км к северо-востоку от Джабилука. Оно приурочено к толще послойно инъецированных гнейсов и сланцев, возникших, вероятно, за счет метаморфизма древних осадков формации Маунт Партридж. В районе месторождения широко развиты силлы среднепротерозойских долеритов, приуроченных к пограничной зоне, разделяющей гнейсо-сланцевую толщу с платформенными отложениями формации Комболджи. Посещение Набарлека не было предусмотрено организаторами экскурсии, поэтому сведения о его

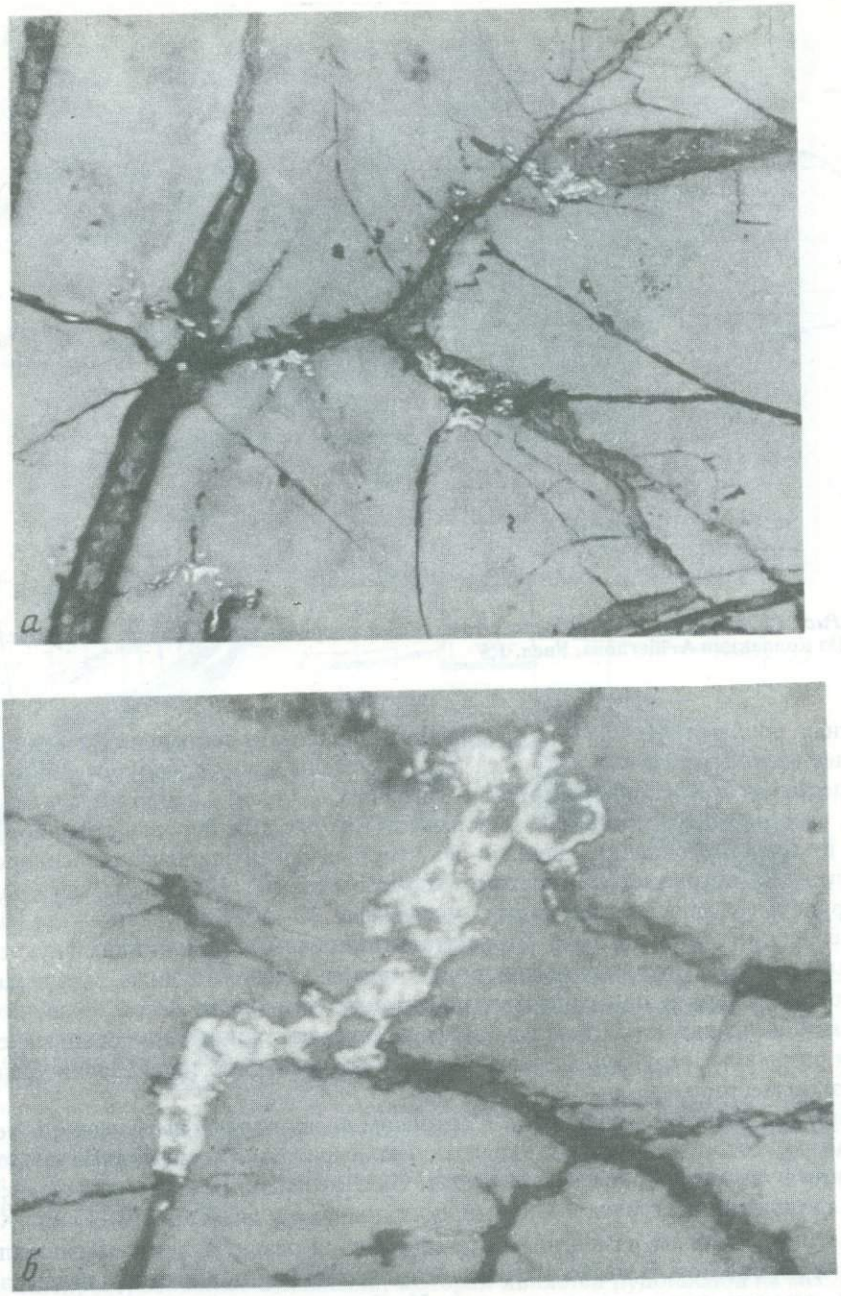


Рис. 12. **Характерные структуры урановых руд. Набарлек. Из коллекции А. Щеглова**
а – обр. 12А-Х 80, в прожилках, пересекающих настуран, – самородное золото; *б* – обр. 12Б-Х 500: то же, светлое – выделения золота в настуране

геологии базируются лишь на опубликованных данных. Разведанные запасы уникально богатых руд, содержащих 10–12% U_3O_8, составляют здесь, по-видимому, не более 10 тыс.т [2, 14]. Другие рудные тела сложены рядовыми рудами (с содержанием 0,2–0,3%). Фото образца руд Набарлека из коллекции А.Д. Щеглова приведено на рис. 11. Мы имели возможность исследовать образцы урановых руд с Набарлека. При их изучении установлено высокое содержание Au в настуране (0,5–0,8 кг/т) и характерное их соотношение. Скопления золота, как это видно на рис. 12, всегда приурочены к трещинкам, рассекающим зерна настурана. Представляют несомнен-

ный интерес и изотопные соотношения U и Pb в настуране Набарлека. Масс-спектрометрические исследования, выполненные В.И. Малышевым, свидетельствуют, что изученные настураны имеют наиболее вероятный возраст, близкий к 620–700 млн. лет, значительно более поздний, чем вмещающие его сланцы, платформенные отложения формации Комболджи и пересекающие их тела долеритов (1400–1200 млн. лет).

Геологические особенности месторождений районов Рам-Джангл и Южный Аллигейтор

Геологическое положение основных месторождений Рам-Джангл показано на схеме рис. 13 [12]. Как известно [2], главные урановые залежи Уайт, Дайсон и другие в этом районе расположены в сложной синклинорной структуре раннепротерозойских осадков Имбаймент [12], залегающих на позднеархейских гранитах. Все они тяготеют к зонам рассланцевания, параллельным разломам северо-восточного простирания. Рудные тела в основном локализуются в контактовых зонах хлоритовых и углеродистых сланцев с доломитами. Они не прослеживаются на глубину более 50–120 м от современной поверхности и не встречаются в платформенных осадках позднего протерозоя, залегающих почти горизонтально и представленных песчаниками и конглобрекчиями. Как отмечают В. Уолпол и др. [26], а также Ф. Ленгфорд [12], современная поверхность в районе Рам-Джангл в основном совпадает с поверхностью несогласия, разделяющей рудовмещающие отложения и позднепротерозойские песчаники. На этом основании упомянутые исследователи подчеркивают важную рудоконтролирующую роль поверхности несогласия. В рудном поле Имбаймент, кроме настурановых рудных тел, встречаются стратиформные свинцово-цинково-медные рудные залежи, обнаруживающие закономерное размещение относительно урановых рудных тел. Установлено [12], что на месторождении Дайсон, расположенном на северо-восточном фланге рудоносной зоны рассланцевания, встречается только урановая (настурановая) минерализация, в то время как на месторождении Уайт секущие урановые тела совмещены с залежами медных руд, сконцентрированными в трех стратиформных залежах. На юго-западном фланге рудного поля, на урановом месторождении Браун выявлены пластообразные тела свинцово-цинковых руд. Ф. Ленгфорд подчеркивает [12] хорошо проявленную эпигенетичность настурановых руд, тяготеющих к разрывам и зонам рассланцевания, по отношению к стратиформным залежам свинцово-цинковых и медных сульфидных руд, тяготеющих к определенным горизонтам сланцевой толщи.

Таким образом, в локализации урановых месторождений района Рам-Джангл проявлены несколько основных факторов контроля: а) структурный, б) литологический, в) поверхностью несогласия и г) совмещение с ранее образованными стратиформными залежами сульфидных свинцово-цинковых и медных руд. Магматический контроль оруденения определенно не установлен, хотя абсолютный возраст некоторых настуранов, полученный U/Pb методом (1800 млн. лет), оказывается близким к возрасту поздних гранитов и времени наиболее мощной мигматизации, проявленной в районе.

Геология уранового рудного района Южный Аллигейтор менее, чем района Рам-Джангл, известна советским геологам. Наиболее подробно она описана Д. Ейресом и П. Эдингтоном [4]. По их данным, в долине р. Южный Аллигейтор к настоящему времени выявлено 13 рудных залежей, 5 из которых представляют собой небольшие месторождения, называемые Эль Шейрейн, Палит, Рокхол, Коронэйшнл Хилл и Кулпин. Эти месторождения открыты в начале 1950-х годов и из них добыто 150 тыс.т высококачественных руд, содержащих в среднем 0,57% U_3O_8, т.е. около 840 т U_3O_8. Схема геологического строения этого рудного района приведена на рис. 14. Для этого района характерно двухъярусное строение. Нижний ярус слагают раннепротерозойские отложения Пайн Крик геосинклинали, принадлежащие в основном группе Южный Аллигейтор. Они прорываются диоритами комплекса Зейму и гранитами Мейлон Крик. Верхний ярус платформенных осадков образуют комплекс вулканических пород и залегающие выше по разрезу кварцевые песчаники формации Комболджи. Раннепротерозойские породы метаморфизованы и смяты в крутые

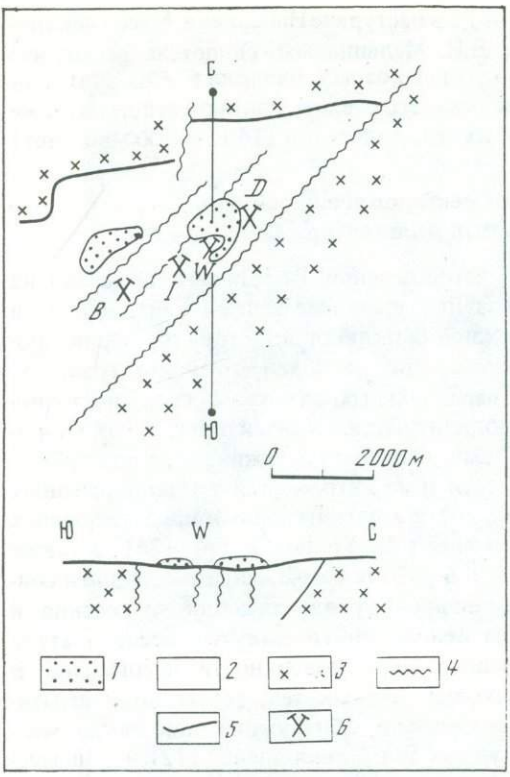
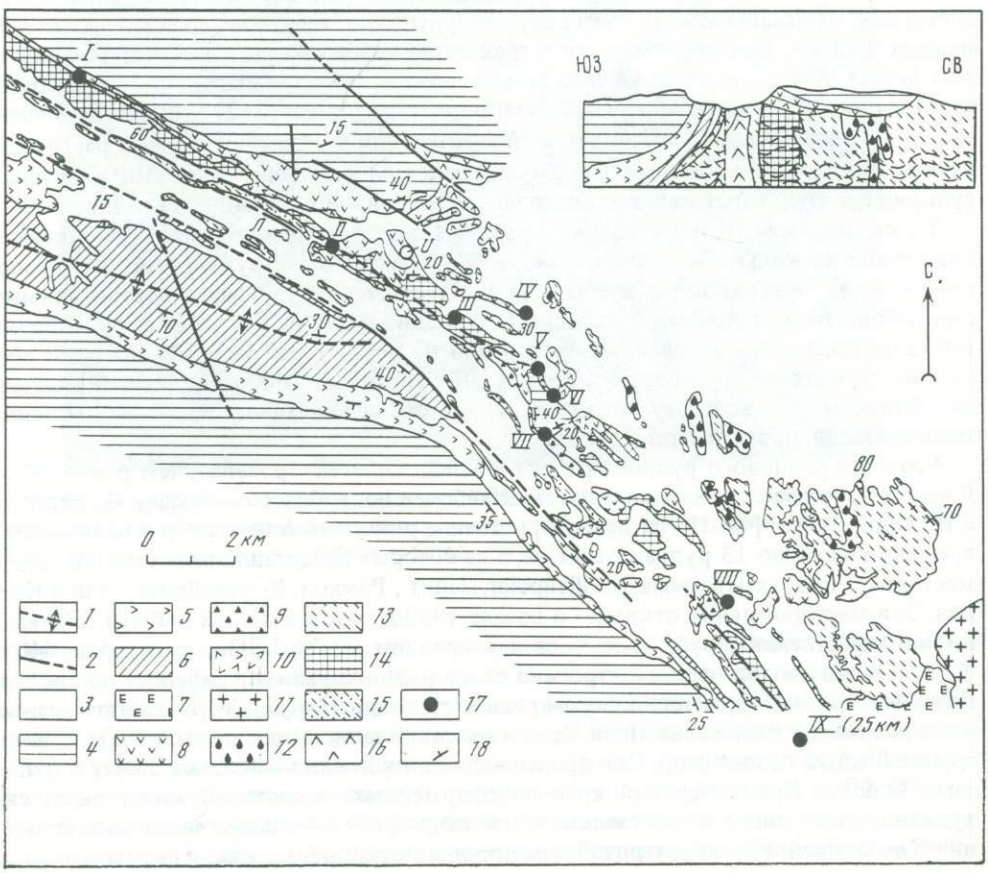


Рис 13. **Схема геологического строения района Рам-Джангл (по [12])**

1 – платформенные отложения; *2* – сланцы формации Голден Дайк; *3* – граниты комплекса Рам-Джангл (архей); *4* – разрывы; *5* – границы пород; *6* – месторождения: *B* – Браун, *W* – Уайт, *D* – Дайсон

Рис. 14. **Схема геологического строения района Южный Аллигейтор (по [4])**

1 – оси антиклиналей; *2* – разрывы; *3* – аллювий и почвы; *4–10* – среднепротерозойская группа Катрин Ривер: *4* – формация Комболджи, песчаники, *5* – вулканические слои Плам Три Крик, *6* – слои Карранди, *7* – вулканиты Эдит ривер, *8* – риолиты Пал Пал, *9* – вулканические брекчии Скинто, *10* – слои Коронэйшн; *11* – граниты Мейлоун Крик; *12–16* – раннепротерозойская группа Южный Аллигейтор: *12* – комплекс Зейму, *13* – алевролиты Фишер Крик, *14* – формация Кулпин, *15* – формация Мэссон, *16* – вулканиты Стэг Крик; *17* – урановые месторождения; *18* – углы падения слоев



складки с падением крыльев 70–90°, оси которых имеют северо-западное простирани.. Среднепротерозойские породы слабо метаморфизованы, они образуют брахилинейные депрессионные структуры, крылья которых наклонены до 35–40° в зоне, примыкающей к горстообразному выступу раннепротерозойских пород. В современном рельефе выходы этих пород совпадают с долиной р. Южный Аллигейтор, в то время как ее борта сложены платформенными массивными песчаниками формации Комболджи, риолитами и другими вулканическими породами.

Среди раннепротерозойских метаморфических пород и в зоне их контакта с платформенным чехлом широко развиты крупные разрывы северо-западного простирания, согласные с направлением осей складок. Меньшую роль в структуре играют диагональные разрывы, сопровождающие главную зону разломов, закартированную в долине р. Южный Аллигейтор. Все известные здесь месторождения расположены в зоне главных продольных разломов, среди раннепротерозойских отложений и в меньшей мере в породах платформенного чехла. Здесь выделяются два типа урановых проявлений: а) образованные первичными настурановыми рудами и б) содержащие только вторичные урановые минералы. Проявления первого типа, как правило, залегают в сланцах, под покровами риолитов, их туфов и игнимбритов или песчаников Комболджи, в то время как вторичные минералы встречаются и в породах платформенного чехла, даже в латеритном покрове.

Скопления богатых настурановых руд не имеют значительного распространения на глубину. Они прослежены всего лишь на 15–90 м от поверхности. Многие авторы [2, 12, 4] подчеркивают выклинивание рудных тел с глубиной, хотя следует отметить, что это заключение не всегда подтверждено бурением на глубокие горизонты. Рудовмещающими породами в основном являются углеродистые, кремнистые и яшмовидные сланцы, алевролиты, песчаники и прослои туфогенных пород, которые почти всегда в разной степени хлоритизированы. Рудные тела представлены пластообразными залежами, вытянутыми штокверками-линзами и "лентами", а также трубчатыми и гнездообразными телами, локализованными в узлах пересечения разломов. Первичные руды образованы настураном, с которым ассоциируют присутствующие в небольших количествах: галенит, клаусталит (селенид свинца), пирит, марказит, халькопирит, Co–Ni арсениды, самородное золото и колорадоит (HgTe), а из жильных – кварц (прожилки), сидерит и апатит. Для руд характерны прожилковые, ленточные и брекчиевые текстуры. Настуран в рудах образует сферические нодули, размеры которых изменяются от первых мм до нескольких см в диаметре. Вес отдельных из них достигает 50 кг [4].

Главными рудоконтролирующими факторами для месторождений долины р. Южный Аллигейтор являются следующие. Ведущую роль играют структурный и литологический контроль оруденения. Приуроченность рудных тел к разломам и углеродистым сланцам проявлена наиболее ярко. Ф. Ленгфорд [12], Д. Ейрес и Р. Эдингтон [4] и некоторые другие геологи придают большое значение контролирующей роли поверхности регионального несогласия между сланцами Пайн Крик геосинклинали и платформенным чехлом. Р. Додсон и др. [2] подчеркивают возможность магматического контроля рудных концентраций, частично связывая их с континентальным кислым вулканизмом, проявившимся на рубеже раннего и среднего протерозоя (1750 млн. лет). Геохронометрические исследования, выполненные И. Хиллсом, П. Ричардсом [10] и И. Гупером [6] на образцах настурана из руд месторождений Палит, Эль Шейрейн, Брокс Крик и Стайсбекк, привели И. Купера к заключению о наиболее вероятном времени формирования настуранов в этом районе на рубеже, близком к 710 млн. лет. Магматические образования такого возраста в районе не установлены.

Возможный генезис месторождений

Большинство австралийских геологов, изучавших уникальные месторождения урана Северной Австралии, относят их к эпигенетическим образованиям, хотя нередко и подчеркивают стратиформный характер рудных залежей. В обширной литературе, посвященной геологии и условиям формирования этих месторождений,

на наш взгляд, можно выделить три различные гипотезы их генезиса, базирующиеся на фактическом материале. Первая, наиболее ранняя гипотеза образования руд предполагает их отложение из гидротермальных (магматогенных) восходящих растворов. Вторая, более поздняя, развивает идею гипергенного формирования урановых концентраций при выветривании обогащенных ураном углеродистых сланцев на различных этапах континентальной истории Северной Австралии: на границе раннего и среднего протерозоя, в начале и конце позднего протерозоя и, наконец, на рубеже докембрия с фанерозоем. Третья гипотеза предполагает полигенное происхождение руд. В настоящее время она разделяется большинством геологов, изучающих месторождения района Аллигейтор Риверс, и наиболее полно, на наш взгляд, учитывает весь накопленный геологический и экспериментальный материал. По этой гипотезе формирование промышленных урановых руд является закономерным процессом, в котором выделяется ряд разделенных во времени этапов его концентрации: седиментационный, метаморфизма обогащенных ураном осадков, гидротермальный магматогенный и переотложение сформированных ранее настуранов, связанное с активизацией тектонических движений в условиях стабильной платформы.

Гидротермальную гипотезу формирования руд Аллигейтор Ривер наиболее полно сформулировали И. Шепэд [19], И. Тредгоулд [25] и частично И. Тейлор [24]. В основу их заключений положены явные признаки эпигенетического формирования, отчетливый контроль рудных тел разрывами и зонами рассланцевания; характерные для гидротермальных месторождений ассоциации настурана с сульфидами и золотом, а также околорудный карбонат-хлоритовый метасоматоз и, наконец, размещение урановых месторождений в ареалах гранитоидного магматизма, проявленного в условиях замыкания Пайн Крик геосинклинали. При этом П. Тейлор особо подчеркивал возможность заимствования урана гидротермальными растворами из сланцевых толщ и его отложение в углеродистых разностях, тяготеющих к разрывам. Более поздние по отношению к гранитам и кислым вулканитам геохронометрические данные, полученные по настуранам, объяснялись его переотложением и миграцией радиогенного свинца.

Представление о гипергенном происхождении урановых руд наиболее полно обосновано в работе Ф. Ленгфорда [12] и частично в работах М. Кондона и Б. Уолпола [5], а также Д. Ейреса и Р. Эдингтона [4]. Ф. Ленгфорд, развивая идею о гипергенном происхождении урановых месторождений Северной Австралии, исходит из анализа условий формирования плиоцен-современных месторождений урана Йилирри (Западная Австралия), локализованных в калькретах речных долин района Соляных озер. Эти месторождения образованы грунтовыми водами. Промышленные концентрации урана в них возникли в проницаемых породах на испарительном барьере в особых условиях жаркого климата, на глубине от 0 до 14 м от поверхности. Главным свидетельством возможной важной роли гипергенных процессов в формировании эпигенетических месторождений урана Северной Австралии является незначительная протяженность их по вертикали (вниз) от поверхности несогласия, отчетливый контроль в размещении промышленных руд такими поверхностями, в первую очередь поверхностью, отделяющей формацию Комболджи от нижележащих образований. Такую же роль могли играть и более поздние определенно установленные поверхности несогласия позднепротерозойского возраста и отделяющие раннепалеозойские отложения от более древних. Ф. Ленгфорд отмечает закономерное размещение месторождений в обрамлении гранитных выступов, отличающихся существенно повышенными концентрациями урана, рассматривая их в качестве источника этого металла. Он подчеркивает важную роль приповерхностных разрывов как зон разгрузки грунтовых вод, а также углеродистых сланцев и содержащих сульфиды пород в качестве возможных "осадителей" урана. Расходящиеся геохронометрические даты настурана, по его мнению, указывают дополнительно на важную роль гипергенных процессов в формировании этих месторождений.

Д. Ейрес и Р. Эдингтон на основании геолого-геохимических исследований, выполненных в рудном районе Южный Аллигейтор, пришли к выводу, что первич-

ные повышенные концентрации урана возникли в углеродистых сланцах в седиментационный период. Позднее сформировалась серия кислых вулканических пород, лежащая в основании платформенных осадков формации Комболджи. Урановые концентрации в долине р. Южный Аллигейтор, по их мнению, отложены в зонах разрывов грунтовыми водами, обогащенными ураном за счет риолитов, их туфов и игнимбритов. Кроме упомянутых выше свидетельств важной контролирующей роли межформационного несогласия, Ейрес и Эдингтон [4] приводят данные о существенном разбросе изотопных отношений серы, сульфидов, ассоциирующих с настураном: от –5,6 до +12,3% с отчетливым преобладанием тяжелой серы. Эти данные свидетельствуют о важной роли экзогенных процессов в формировании сульфидов. Черные углеродистые сланцы рассматриваются ими в качестве пород, благоприятных для осаждения урана из грунтовых вод.

М. Кондон и Б. Уолпол [5], а также ряд других исследователей [2, 4] подчеркивали важную роль первичных седиментационных концентраций в углеродистых сланцах и связывали возникновение промышленных рудных залежей с их переотложением в благоприятных структурах. При этом допускается, что рудоносные растворы могли возникать в процессе метаморфизма этих осадков, их мигматизации, а также в результате более поздней магматической деятельности. Уран при этом в основном заимствовался из вмещающих пород, а рудные залежи формировались в зонах разрывов пересекающих толщу углеродистых сланцев.

Гипотеза полигенного происхождения урановых руд Аллигейтор Риверс сформулирована Р. Додсоном, Р. Нидхемом и др. [2]. Эти исследователи показали, что в рудообразующем процессе следует выделять по крайней мере три главных этапа:

1) сингенетическое обогащение ураном богатых органическим веществом осадков нижнего протерозоя; 2) отложение урановых руд в благоприятных структурах из рудоносных растворов, возникших в результате метаморфизма осадков, во время главной фазы тектоно-магматической активности; 3) последующее выщелачивание, перемещение и переотложение урана циркулирующими растворами, как правило, на небольшом расстоянии от рудных залежей.

Нам представляется, что уникальные месторождения урана в районе Аллигейтор Риверс правильно относятся к группе стратиформных месторождений. Их образование началось в раннем протерозое, в седиментационно-диагенетическую стадию формирования интракратонной толщи песчано-глинистых и карбонатных пород, содержащих рассеянное органическое вещество. Первичные повышенные концентрации урана в этих осадках, по-видимому, возникли в результате сорбции из придонных вод, а источником урана являлись разрушающиеся гранитно-мигматитовые купола архея (типа комплекса Рам Джангл), отличающиеся аномально высокими содержаниями урана. Для всех месторождений этого региона установлен эпигенетический характер промышленных рудных концентраций по отношению к рудовмещающим раннепротерозойским метаморфическим породам. На месторождениях хорошо выражено более позднее формирование руд не только по отношению к дайковым телам пегматитов и долеритов, пересекающим сланцы, но также и кварцевым песчаникам среднепротерозойской формации Комболджи, образующей платформенный чехол древних складчатых сооружений. Ярко выраженный структурный контроль оруденения разрывами, пересекающими среднепротерозойские платформенные осадки, сложный [2, 4] состав руд, широкое проявление предрудного карбонатно-магнезиального метасоматоза, существенный разброс изотопных данных абсолютного возраста (1750±50, 710±30 и 620±20 млн. лет) и изотопных отношений серы сульфидов, ассоциирующих с настураном, а также ряд других признаков, определенно свидетельствуют о сложном многоэтапном процессе, приведшем к образованию промышленных концентраций урана в Аллигейтор Риверс.

В этом процессе уверенно выделяется несколько главных этапов. Первый уже упоминавшийся выше седиментационно-диагенетический охватывает период, близкий к 2,0 млрд. лет. На этом этапе накопление урана в осадках, содержащих орга-

ническое вещество, не привело к возникновению промышленных руд. Второй этап – этап складчатости и метаморфизма обогащенных ураном и органическим веществом осадочных пород (около 1,9–1,8 млрд. лет), на котором сформировались метаморфогенные и, возможно, магматогенные, гидротермальные растворы, связанные с континентальным гранитоидным магматизмом (около 1,8–1,7 млрд.лет). На этом этапе возникли метаморфические породы зеленосланцевой фации, графитовые сланцы и доломитовые мраморы, а позднее приразломные зоны хлоритизации и промышленные рудные тела. Представляется возможным, что уран в эти тела привнесен не только из углеродистых сланцев, но и из магматогенных источников. Золото в урановых рудах, по-видимому, связано с долеритовым магматизмом. В конце этапа возможны гипергенные концентрации урана вблизи поверхности несогласия, на которой расположены платформенные отложения формации Комболджи.

Третий этап – послеплатформенной протоактивизации (около 1,6–1,55–1,4–1,2 млрд. лет) – наиболее ярко проявился в зонах глубинных разломов. На этом этапе платформенные отложения бассейна Мак Артур деформированы и расчленены крупными разрывами на ряд блоков, пронизаны магматическими телами долеритов, гранофиров и сиенитов. Вполне вероятно, что в результате активизации произошло дальнейшее перераспределение урана и его концентрация в зонах долгоживущих разрывов, пересекающих кварцевые песчаники формации Комболджи. Существенный привнос эндогенного урана в рудоносные зоны на этом этапе представляется маловероятным.

Четвертый этап ярко выраженной активизации тектонических движений произошел на границе позднего рифея–палеозоя (0,7–0,6 млрд. лет). На этом этапе произошла перестройка платформенных структур осадочных бассейнов Арафура и Виктория Пивер, заложен новый Дейли Ривер, бассейн к югу от района Аллигейтор Риверс. Перестройка структуры района, обновление рудоконтролирующих разрывов привели к последнему наиболее существенному перераспределению урановых концентраций, возникновению гипергенных концентраций. На этом этапе, по-видимому, и возникли новообразования настурана, свободные от древнего радиогенного свинца. Более поздние первичные минералы урана не установлены.

Анализ условий сохранения урановых концентраций в раннепротерозойских сланцах района Аллигейтор Риверс свидетельствует о весьма важной роли древнего платформенного чехла, в частности, толщи песчаников и гравелитов формации Комболджи и долеритовых силлов. Все известные рудные тела этого района расположены непосредственно под песчаниками Комболджи или у подножия эскарпов, сложенных ими. Представляется, что платформенные толщи с силлами долеритов на всех этапах послерудной истории играли роль покровов, предохранявших выявленные руды от размыва. Неоген-четвертичная латеритизация пород района привела к выносу урана из верхних частей рудных тел, имевших выход на поверхность. Зона окисления первичных руд в этом случае обычно не опускается глубже 20–30 м от поверхности.

Таким образом, накопленнные к настоящему времени данные по геологии урановых месторождений свидетельствуют, что они не могут быть отнесены ни к одному из известных в мире типов месторождений урана. Эти месторождения уникальны по составу руд и околорудных метасоматитов, запасам урана, геологическому положению, структуре, возрастным и пространственным соотношениям с послегеосинклинальными-орогенными и платформенными магматическими телами. На наш взгляд, их следует выделять в самостоятельную группу стратиформных месторождений урана полигенного происхождения. Внутри этой группы они образуют особый тип золото-урановых, эпигенетических концентраций, контролируемых древними углеродистыми сланцами и разрывами. Для таких месторождений характерны контрастные богатые прожилково-вкрапленные метасоматические руды, сложенные настураном, уранинитом и самородным золотом, имеющим попутное промышленное значение. Научное обоснование и выявление подобных месторождений в СССР, по нашему мнению, должно стать одной из важнейших задач советских геологов.

РУДНЫЙ РАЙОН МАУНТ-АЙЗА (Квинсленд). МЕСТОРОЖДЕНИЕ МЭРИ КЕТЛИН

Месторождение Мэри Кетлин расположено в известном, крупнейшем в Австралии рудном районе Маунт-Айза, в 65 км к востоку от г. Маунт-Айза. Это месторождение открыто в июле 1954 г. Добыча урановых руд начата в 1958 г. и продолжалась до 1964 г. После переоборудования рудника и завода работа предприятия возобновилась в июне 1975 г. Всего за период эксплуатации месторождения добыто около 4500 т U_3O_8. По данным геологической службы Mary Kathleen Uranium Ltd. [13], общие запасы месторождения около 13000 т U_3O_8 с содержанием в руде 1,30 кг/т (U_3O_8). К настоящему времени оставшиеся пригодные к отработке запасы составляют около 7000 т U_3O_8 с содержанием 1,2 кг/т U_3O_8. Предприятие, перерабатывающее руды Мэри Кетлин, рассчитано на производство 900 т U_3O_8 ежегодно. В рудничном поселке проживает 1000 жителей [13].

Геологическое положение

Геологическое положение месторождения показано на рис. 15. Как видно из схематизированной геологической карты региона, основные структурные элементы здесь имеют близмеридиональное простирание. Среди протерозойских структур выделяются срединный хребет, западная и восточная геосинклинали (троги). Месторождение Мэри Кетлин расположено в восточной геосинклинали, в то время как крупнейшие полиметальные Cu–Pb–Zn–Ag месторождения Маунт-Айза и Pb–Zn–Ag – Хилтон приурочены к западному трогу. В геологическом разрезе района К. Пламб [21] выделяет образование трех структурных этажей (см. схему).

Схема возрастных взаимоотношений в срединном поднятии складчатого пояса Маунт-Айза [17]

	Граниты Барстелл (1540 млн. лет)	
Средний протерозой	Группа Портал	Формация Уайт Блоу Дайтон кварцит
	Группа Мэри Кетлин	Формация Корелла Баллара кварцит
	Группа Мальбон	Митакуды кварцит Вулканит Марраба
	Несогласие	
Нижний протерозой	Формация Аргилла	
	Граниты Калькадум Эвен, Уонга (1800 млн. лет)	

Нижний из них образует раннепротерозойский метаморфический (зеленокаменный) комплекс, вмещающий гранитоиды с абсолютным возрастом 1700 млн. лет. Породы этого комплекса слагают тектонический блок срединного хребта, известный под названием блока Калькадун-Лейчхардт, входящего в состав Североавстралийской орогенной области. Породы комплекса относятся к группе Тевинга. Прорывающие их граниты слагают массивы Калькадун, Эван и, возможно, Уонга. Верхние слои метаморфических пород группы Тевинга, относящиеся к формации Аргилла, имеют абсолютный возраст, близкий к 1800 млн. лет.

Второй структурный этаж образуют геосинклинальные среднепротерозойские вулканогенные и осадочные отложения, а также прорывающие их гранитоиды, принадлежащие Центрально-Австралийскому орогенному поясу, обрамляющему с юго-востока Северо-Австралийскую платформу, возникшую в конце среднего протерозоя. Разрез этого структурного этажа неодинаков в срединном хребте,

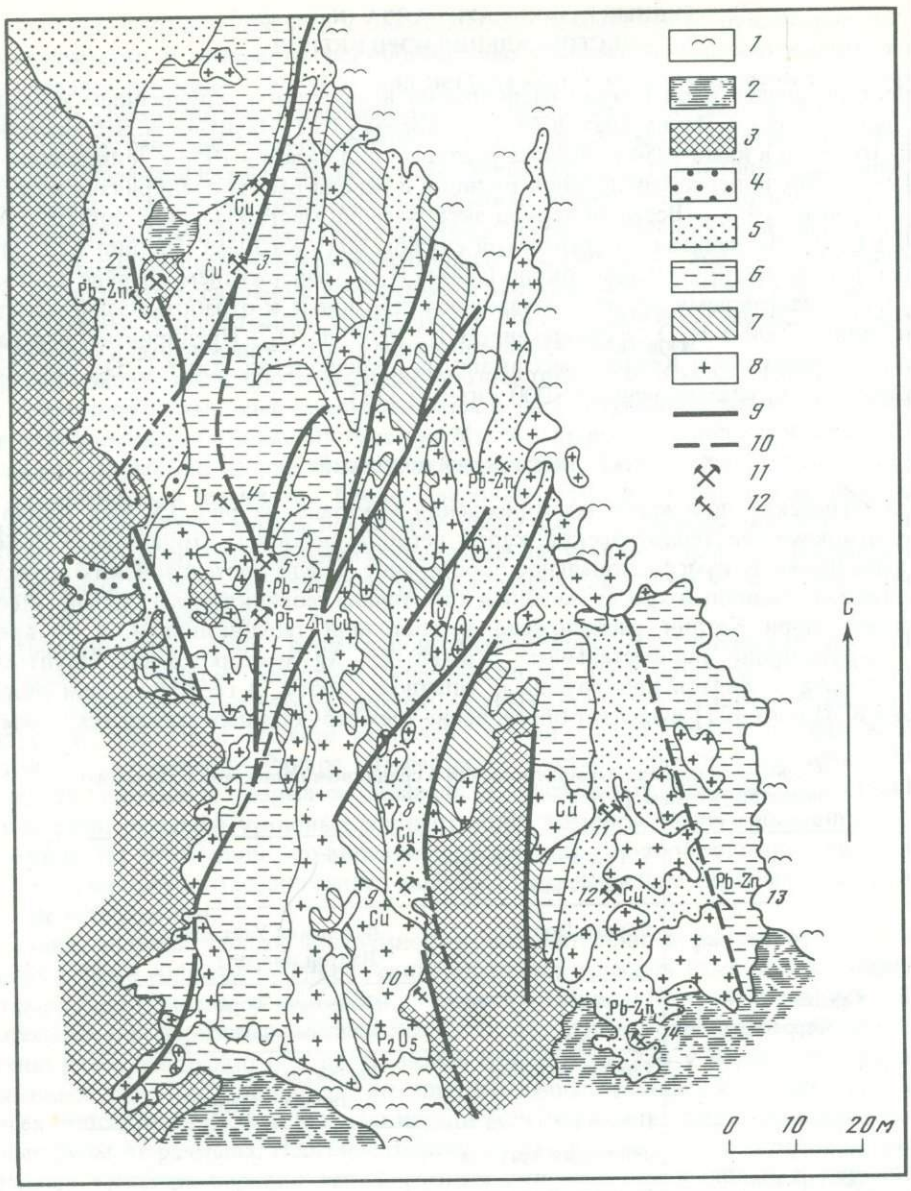


Рис. 15. **Схема геологического строения района Маунт-Айза – Мэри Кетлин**

1 – аллювий; *2–4* – платформенный чехол: *2* – мезозойские отложения, *3* – кембрийские отложения, *4* – позднепротерозойские отложения; *5–8* – протерозойские породы основания: *5* и *6* – среднепротерозойские отложения групп Маунт-Айза (*5*) и Хаслингден (*6*) и их аналогов, *7* – нижнепротерозойские отложения группы Тьюинга и ее аналогов, *8* – граниты; *9* – разрывы закартированные; *10* – разрывы предполагаемые; *11* – месторождения и *12* – рудопроявления) (цифры на карте: *1* – Маунт Оксайд, *2* – Леди Анна; *3* – Ганпаудер, *4* – Вальхалла, *5* – Хилтон, *6* – Маунт-Айза, *7* – Мэри Кетлин, *8* – Дачес, *9* – Трайкланд, *10* – Фосфат Хилл, *11* – Хамиден, *12* – Маунт Эллиот, *13* – Файрмил, *14* – Пигмонт)

западной и восточной геосинклинальных зонах. В западном троге он отличается большей полнотой. Ведущая роль здесь принадлежит породам серии Хасмингдем: гнейсам, кварцитам, вулканическим породам и залегающим выше породам группы Маунт-Айза: кварцитам, сланцам, алевролитам, песчаникам, доломитам. В срединном хребте в районе, примыкающем к Мэри Кетлин, установлены сокращенные разрезы, более частые перерывы в осадконакоплении. Здесь среди среднепалеозойских метаморфических пород выделяются породы следующих трех групп (снизу вверх): Мальбон, Мэри Кетлин и Портал. В их разрезе преобладают вулканиты,

кварциты, песчаники и сланцы, которые прорваны гранитоидами с абсолютным возрастом 1450–1400 млн. лет (массив Барстелл и др.). В восточной геосинклинальной зоне установлены более полные разрезы среднепротерозойских отложений, хорошо коррелирующиеся с осадками западного трога.

Основные запасы стратиформных полиметальных руд Маунт-Айзы и других месторождений, в том числе и урановых Мэри Кетлин, расположены в средней части разреза позднего протерозоя, соответственно в породах групп Маунт-Айза и Мэри Кетлин (формация Корелла), имеющих абсолютный возраст, близкий к 1500 млн. лет.

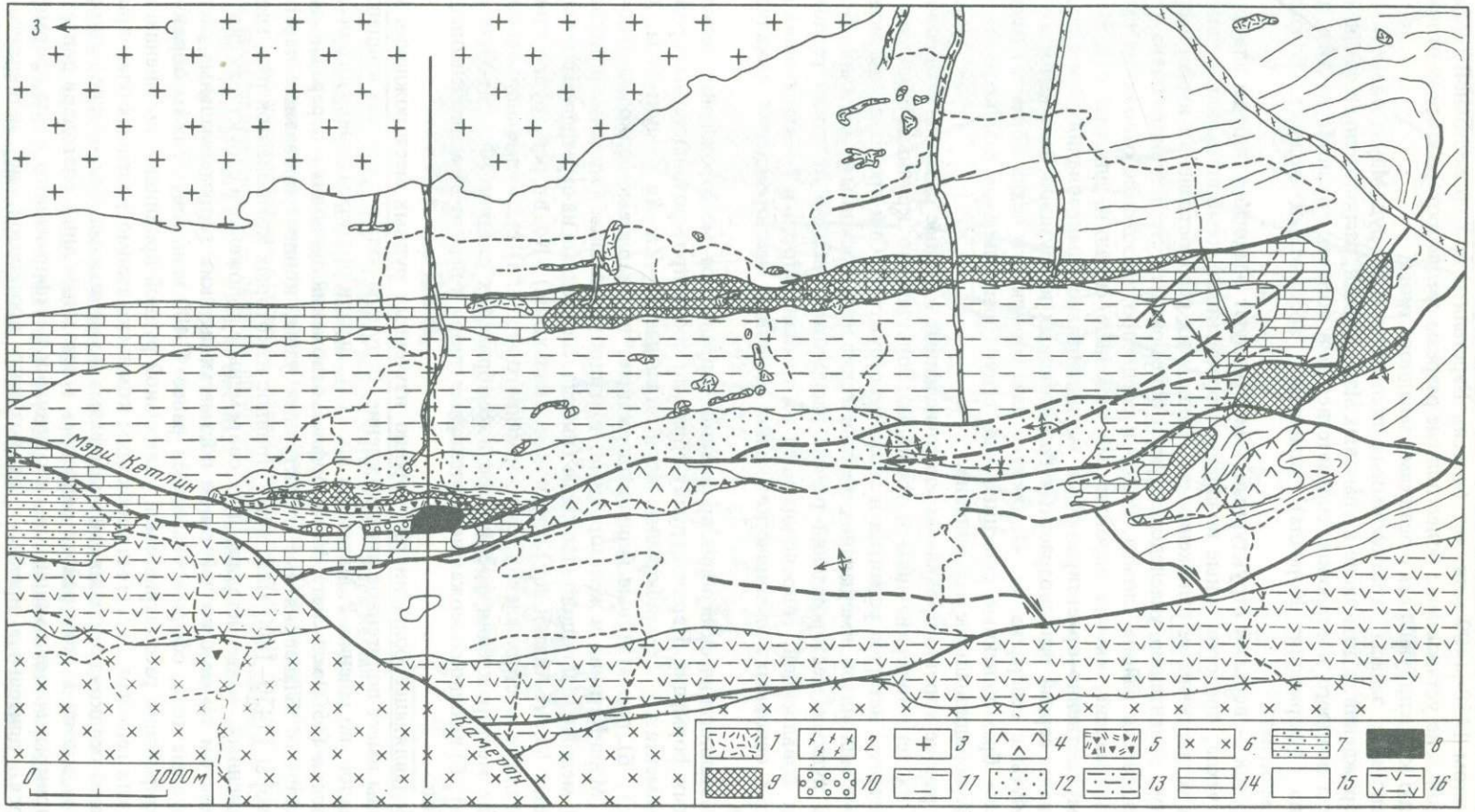
Третий – верхний структурный этаж образуют осадочные породы платформенного чехла, представленные позднепротерозойскими, кембрийскими, мезозойскими и четвертичными отложениями. Границы их распространения имеют меридиональную ориентацию, унаследованную от более раннего структурного плана.

Тектоника района сложна. Ранне- и среднепротерозойские отложения смяты в крутопадающие, иногда опрокинутые линейные складки, длинные оси которых преимущественно ориентированы в меридиональном направлении. Эти отложения прорваны серией разновозрастных гранитоидных интрузивов, тела которых также вытянуты с севера на юг. Отложения платформенного чехла образуют пологопадающие брахилинейные синклинорные структуры, длинные оси которых также имеют меридиональное направление.

В районе хорошо проявлены многочисленные крупные разломы и сопровождающие их тектонические швы и трещины. Большинство крупных разломов имеет длительную историю развития и сложную структуру. Они представлены мощными зонами милонитов, вмещающих тектонические швы, трещины и брекчии. Большая часть рудных месторождений района расположена вблизи от таких разломов, в зонах повышенной, сопровождающей их трещиноватости и брекчирования пород. Внутри основных тектонических швов разломов месторождения локализуются реже.

Металлогенический облик провинции определяют месторождения нескольких рудных формаций. Первую группу образуют среднепротерозойские месторождения фундамента: а) стратиформные полиметальные Pb–Zn–Ag (Маунт-Айза, Хилтон и др.); б) пегматитовые бериллсодержащие; в) скарновые редкоземельно-урановые (Мэри Кетлин) и железорудные; г) гидротермальные (жильные и штокверковые) медные и свинцово-цинковые (иногда наложенные на стратиформные полиметальные Маунт-Айза и др.), урановые (Вальхалла). Ко второй группе относятся экзогенные месторождения платформенного чехла: а) седиментационно-диагенетические месторождения фосфоритов в кембрийских осадках (Фосфат-Хилл и Леди Анна); б) ванадийсодержащие нефтеносные глины и пески; в) марганецсодержащие осадки.

Подавляющее большинство хорошо изученных рудных месторождений первой группы имеет полигенное происхождение. Ведущую роль в процессах концентрации металлов, по мнению Р. Матиаса и др. [14], играли процессы первичного осадконакопления (1500 млн. лет). Метаморфизм отложений приводит к перераспределению металлов в благоприятные структурные узлы, концентрировавшие термальные растворы (1450–1400 млн. лет). Привнос некоторых компонентов руд, миграция отложенных ранее металлов и их современное положение в структурах связывают во многом также с воздействием постмагматических гидротермальных растворов на рудные тела, сформировавшиеся ранее (1400 млн. лет). Таким образом, для формирования рассматриваемой уникальной рудной провинции, по мнению австралийских геологов [13], был необходим комплекс взаимосвязанных благоприятных условий осадконакопления, метаморфизма и магматизма. Сохранение месторождений от эрозии в этом районе оказалось возможным лишь благодаря длительному их прикрытию маломощными отложениями платформенного чехла, формировавшегося длительное время – от позднего протерозоя до четвертичного периода в стабильной обстановке без существенной активизации тектонических движений.


3
Мэри Кетлин
Камерон
0
1000 м
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Геологическое строение и минеральный состав руд

Схема геологического строения рудного поля Мэри Кетлин приведена на рис. 16. Н.Бриан [13] выделяет здесь две разновозрастные группы пород. К раннепротерозойским относятся породы формации Аргжилла: метаморфизованные и рассланцованные гранитизированные вулканиты, кварциты и алевриты, а также гнейсированные граниты Уонга. Среднепротерозойскую группу образуют рудовмещающие породы формации Корелла и прорывающие их амфиболиты, диориты, граниты Барстелл, дайки аплитов, кварц-полевошпатовых порфиров и долеритов. Породы формации Корелла относятся к прибрежным фациям, образованным в западной краевой зоне восточной геосинклинали. В их разрезе выделяются снизу вверх [13, 14]:

1) переслаивающиеся известковистые, кремнистые и глинистые сланцы;
2) загрязненные известняки и алевролиты с прослоями кремней;
3) известковые алевролиты с прослоями песчаников;
4) кварцевые песчаники с прослоями глинистых сланцев;
5) известковые песчаники (превращенные в скаполит-диопсидовые породы);
6) грубообломочные конгломераты и галечники.

В рудном поле породы формации Корелла интенсивно метаморфизованы. Метаморфические породы относятся к гранулитовой фации. Здесь установлены скаполит-диопсидовые и скаполитовые с пятнами гранатов метаосадки, в отдельных горизонтах которых содержатся остатки водорослей.

Главными тектоническими элементами рудного поля являются синклинальная складка Мэри Кетлин и серия крупных разломов. Замыкание синклинали установлено в южной части рудного поля, соответственно закартировано ее погружение к северу – в сторону месторождения. Крупные разломы – Камерон и Мэри Кетлин – образуют сложную зону близмеридионального простирания, в целом согласную с ориентацией осей складок. Разлом Камерон представляет собой левосторонний сдвиг с амплитудой не менее 1000 м в плане. По разлому Мэри Кетлин установлены сбросовые перемещения, амплитуда которых превышает 1500 м. Кроме этих крупнейших разломов, в рудном поле широко развиты поперечные разрывы, заполненные дайками кислых пород и долеритов, поперечные и продольные тектонические швы и сложнопостроенные зоны повышенной трещиноватости. Месторождение расположено на участке сочленения диагонального разлома Камерон с серией продольных разрывов Мэри Кетлин. Рудные тела с глубиной склоняются к северу – по направлению к зоне сочленения этих разломов.

Участок месторождения сложен породами, принадлежащими верхней части разреза формации Корелла. Схематизированный план и поперечные разрезы месторождения приведены на рис. 17. К западу от разлома Мэри Кетлин и в его зоне расположен горизонт засоренных глинистым материалом скаполитовых мраморов, скаполитовых и скаполит-диопсидовых гранулитов, а также слюдистых сланцев и тонко рассланцованных амфиболитов. По разлому эти породы контактируют с породами верхней части разреза формации Корелла. Непосредственно на месторождении их разрез начинается с мелкозернистых пиритизированных кварцитов, переслаивающихся с известково-кварцевыми гранулитами. Их сменяют в разрезе тонкопереслаивающиеся полевошпатовые и кварцевые гранулиты с пятнами гранатов, сменяющихся восточной гранатовой зоной, в которой гранаты замещают скаполит. Восточнее рудных залежей отчетливо выделяется полоса (слой) загрязненных известняков, с обильными остатками водорослей. В нем содержатся линзы скаполит-

Рис. 16. **Схема геологического строения рудного поля Мэри Кетлин**

1–5 – "граниты" Барстелл: *1* – аплиты, кварц-полевошпатовые порфиры, *2* – долериты, *3* – граниты апикальной зоны, *4* – амфиболиты, *5* – скаполитизированные диориты; *6* – гнейсированные граниты Уонга; *7–15* – породы формации Корелла: *7* – нерасчлененные, *8* – ортитовые рудные линзы, *9* – зоны гранатового метасоматоза, *10* – глыбовые конгломераты, *11* – полевошпат-диопсидовые гранулиты, *12* – кварцевые песчаники с прослоями глинистых пород, *13* – мраморизованные известняки с прослоями песчаников, *14* – известняки, кремнистые сланцы, песчаники, *15* – переслаивание карбонатных, кварцевых песчаников и аргиллитов; *16* – формация Аргжилла: кислые вулканические породы, кварциты, песчаники

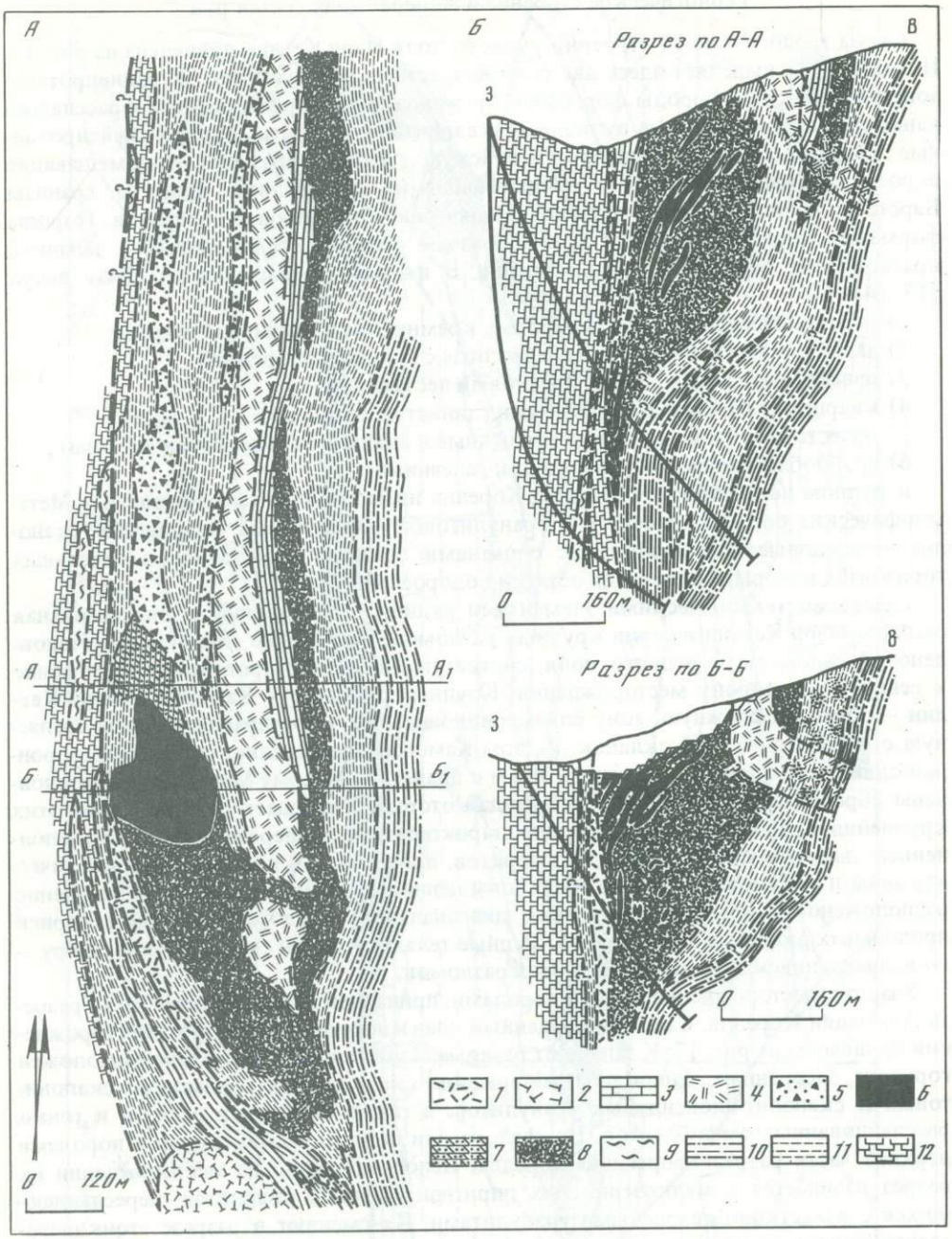


Рис. 17. **Схема геологического строения месторождения Мэри Кетлин**

А – план; *Б* и *В* – поперечные разрезы по *АА* и *ББ* соответственно; *1* – амфиболиты (?), диориты; *2* – габбро; *3* – органогенные известняки; *4* – диориты; *5* – конгломераты, конгобрекчии глыбовые; *6* – ортитовые рудные тела; *7* – кварц-полевошпатовые скаполитизированные гранулиты, содержащие повышенные концентрации урана; *8* – гранатовые скарны; *9* – слюдистые сланцы; *10* – пиритизированные кварциты и гранулиты; *11* – скаполит-диопсидовые гранулиты; *12* – "засоренные" скаполитизированные мраморы и скаполитовые гранулиты

диопсид-роговообманковых гранулитов. Параллельно разлому в плане, но с обратным падением прослеживается дайкообразное тело скаполитсодержащих диоритов.

Редкоземельно-урановая минерализация приурочена к массивным и брекчированным скаполит-диопсидовым и полевошпат-кварц-скаполитовым гранулитам, своеобразным галечникам и конглобрекчиям. Для рудовмещающих пород характерно резкое выклинивание одних горизонтов и фациальное замещение их

другими. Фациальный анализ показывает, что они, по-видимому, сформировались в условиях прибрежного замкнутого бассейна, заполнявшегося в основном алевролитовыми известковистыми осадками. Возможно, что насыщенные остатками водорослей известняки относятся к рифогенным образованиям. Рудные тела Мэри Кетлин представляют собой сложнопостроенную серию грибообразных залежей, линз и гнезд. В верхней части они имеют пологое падение, овальную форму и значительную площадь в плане (до 40 000 м^2). Здесь рудные тела удалены от разлома Мэри Кетлин на расстоянии до 250 м. С глубиной падение рудных тел становится более крутым, согласным с наклоном к западу рудовмещающих пород. Они постоянно приближаются к разлому Мэри Кетлин и превращаются в серию линз, вытянутых в меридиональном направлении.

Установлено, что все промышленные концентрации уранинита сосредоточены в ортите. Ортитовые тела залегают в зоне массивных, лишенных первичной структуры гранатовых скарнов, содержащих диопсид, скаполит и альбит. Породы, окружающие рудные тела, в различной степени замещены гранатами. Среди них выделяются благоприятные и менее благоприятные для этого процесса слои. Гранаты принадлежат андрадит-гроссуляровой серии. Ортит в основном замещает гранаты и диопсид. Уранинит рассеян в ортите равномерно и образует мелкие овоидные зерна диаметром 0,01–0,1 мм. Как правило, такие зерна окружены тонкой каймой кварца. Уранинит встречается также в стиллвелите (силикате Ca, Ce, B) и фторапатите, но его доля в этих минералах незначительна. Более поздними по отношению к ортиту, стиллвелиту, фторапатиту и уранините являются прожилковые скопления роговой обманки, пренита и кальцита. Местами на месторождении встречаются сульфиды, количество которых достигает 2% от объема вмещающих их пород. Сульфиды представлены пирротином (имеющим преобладающее распространение), пиритом, марказитом и халькопиритом. Кроме этих минералов, иногда встречаются галенит, сфалерит, молибденит, пентландит, борнит и линнеит.

Мэри Кетлин является крупным месторождением редкоземельных элементов. Они встречаются здесь в ортите и стиллвелите в следующих пропорциях: окислы лантана – 35%, церия – 50%, празеодима – 30%, неодима – 11% и другие – 1%. Весь имеющийся в рудах иттрий сконцентрирован в гранатах. Содержание Ce в урановых рудах составляет в среднем по месторождению 4%. Основная их часть входит в ортит. В настоящее время на урановом заводе извлекается вместе с ураном лишь 10–15% от общего содержания Ce в руде. Остальная часть складируется в качестве возможного источника Ce в будущем. Имеется проект строительства опытного завода по извлечению церия из хвостов уранового производства с получением двух продуктов, отличающихся высоким и низким содержанием этого элемента.

На месторождении Мэри Кетлин хорошо развита зона окисления. Сильное поверхностное окисление происходило до глубины 15 м от поверхности, а полуокисленные руды встречаются на глубине до 35 м. В зоне окисления уранинит замещается гуммитом и уранофаном. Хотя урановые руды в карьере обнажены для выветривания уже в течение 15 лет, существенного их окисления не отмечается. Этим руды Мэри Кетлин отличаются от многих других типов урановых руд. Слабое их окисление, по-видимому, обусловлено тонковкрапленными структурами, концентрацией уранинита в массивных ортите и стиллвелите, наличием "кварцевых рубашек" на периферии его овоидных зерен.

Генетические особенности

Существует несколько точек зрения на генезис месторождения Мэри Кетлин. Наиболее распространено представление об этом месторождении как контактово-метасоматическом скарновом с сопутствующей скарнам редкоземельно-урановой и сульфидной минерализацией. Формирование промышленных руд связывается с высокотемпературными гидротермальными растворами, сопровождавшими становление гранитоидного интрузива. На раннем этапе его изучения А. Мачесон и Р. Серль [14] подчеркивали характерную структуру месторождения, рисовавшуюся в виде своеобразного останца – провеса кровли (осадочных пород) в сложном гранитоидном интрузиве. Эти исследователи связывали формирование рудовме-

щающих скарнов и оруденение с раннепротерозойскими магматическими процессами.

В последние годы в связи с расчленением вулканогенно-осадочных толщ и гранитоидов рудного поля на две группы – ранее- и среднепротерозойскую, подкрепленным геохронометрическими и другими исследованиями, высказаны другие представления об условиях формирования руд Мэри Кетлин [7, 13]. Особенно подчеркивается связь промышленных концентраций урана с процессами среднепротерозойского осадконакопления – с породами формации Корелла. Тщательное изучение метаморфизма этих пород позволило высказать соображение о возможности перераспределения урана в результате метаморфических процессов на рубеже 1500–1450 млн. лет и формировании промышленных рудных тел термальными растворами в благоприятных структурных ловушках. Следующее за метаморфизмом становление сложных диоритовых и гранитоидных тел массива Барстелл сопровождалось постмагматической гидротермальной деятельностью, приведшей к скарнированию пород и формированию сопутствующей скарнам редкоземельной ортитовой урановой и сульфидной минерализации. Постмагматические гидротермальные растворы отличались повышенным содержанием бора, фтора и редких земель. Возможно, что на этом этапе происходила и локальная альбитизация пород. Допускается, что часть урана привносилась этими растворами, а другая заимствована из слабо гранулитизированных пород формации Корелла и скарнов. Карбонатно-сульфидная минерализация отложилась позднее. Такая точка зрения представляется вероятной. Об этом свидетельствуют геологическая и геохимическая обстановка формирования месторождения, последовательность отложения минералов, положение и структура рудных тел, хорошо проявленная структурная и минеральная зональность.

В последние годы получены определенные данные о возрастной близости редкоземельно-урановой минерализации с породами формации Корелла и одновременно с гранитами Барстелл. Получены расходящиеся даты возраста уранинитов – от 1500 до 1200 млн. лет. Показано, что наиболее вероятный возраст первичного уранинита 1500 млн. лет. Последующие перераспределения урана при метаморфизме и магматической деятельности приводили к нарушению изотопных U–Pb отношений. Определения абсолютного возраста уранинитов Мэри Кетлин, выполненные в 1977 г. В.И. Малышевым по образцам из коллекции автора, подтвердили это заключение.

РУДНЫЙ РАЙОН МЕРЧИСОН (ЗАПАДНАЯ АВСТРАЛИЯ). МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЙИЛИРРИ

Месторождение Йилирри расположено в районе Мерчисон, штата Западная Австралия, примерно в 700 км к северо-востоку от г. Перт (см. рис. 1). В этом районе известны месторождения золота, на базе которых действует ряд горнодобывающих предприятий. Наиболее близко к месторождению Йилирри (в 65 км) расположен рудничный поселок Уилуна. В деятельности золотодобывающих предприятий в настоящее время наблюдается заметный спад. Открытие Йилирри в 1972 г. компанией Western Mining, по-видимому, будет содействовать активизации горной промышленности в этом районе Австралии. Проведенные на месторождении и в районе разведочные работы выявили контуры рудоносной зоны и распределение металла, протяженность руд на глубину, позволили определить запасы. Установлено, что главная рудоносная зона имеет протяженность около 6000 м при средней ширине в 50 м. Промышленная минерализация залегает в интервале глубины – от современной поверхности до 14 м, чаще всего до 8–10 м. По данным алмазного бурения, достоверные запасы урановых руд Йилирри в главной зоне составляют 30 млн. т со средним содержанием 0,15% U_3O_8, т.е. 45 тыс. т U_3O_8. Примерно половина этих руд имеет среднее содержание выше 0,36% U_3O_8.

Основным рудным минералом Йилирри является карнотит, который сосредоточен в калькретах (или каличе), своеобразных карбонатных (или богатых карбонатом) породах, образованных вблизи от современной поверхности в засушливом

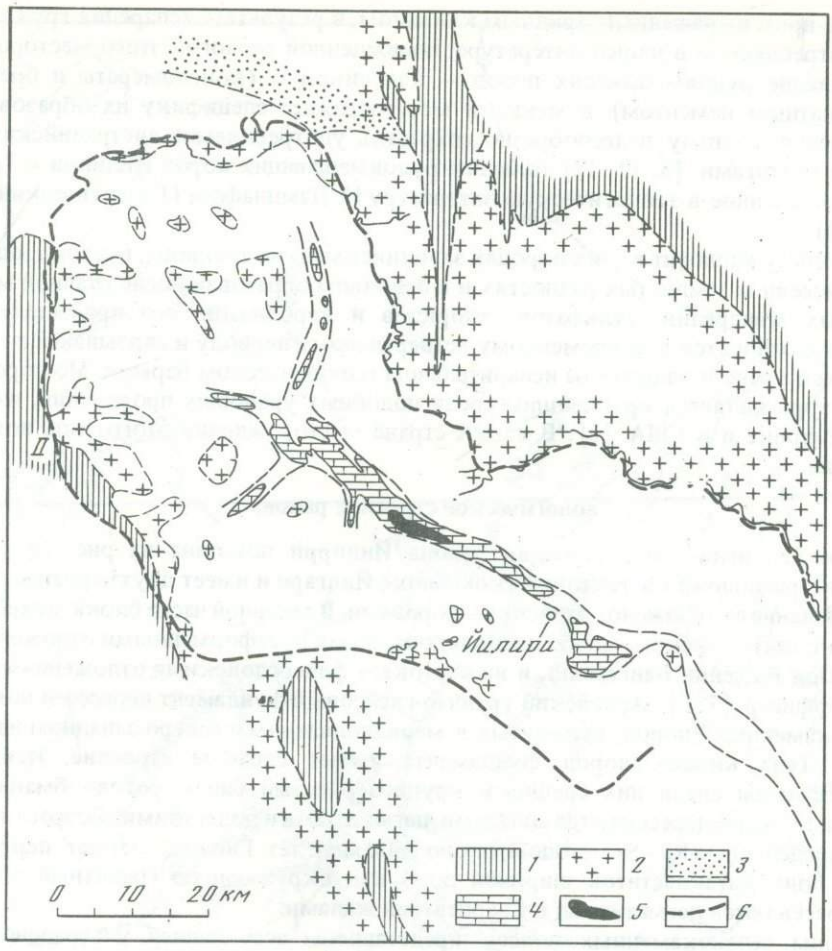


Рис. 18. **Схема геологического строения района Йилирри [8]**

1 и *2* – архейские зеленосланцевые (*1*) и гранито-гнейсовые (*2*) комплексы пород; *3* – приблизительная граница протерозоя; *4* – калькреты; *5* – рудные тела; *6* – граница водосборного бассейна Йилирри: *I* – зеленосланцевый пояс Уиллуна-Леонора; *II* – зеленосланцевый пояс Монтегю

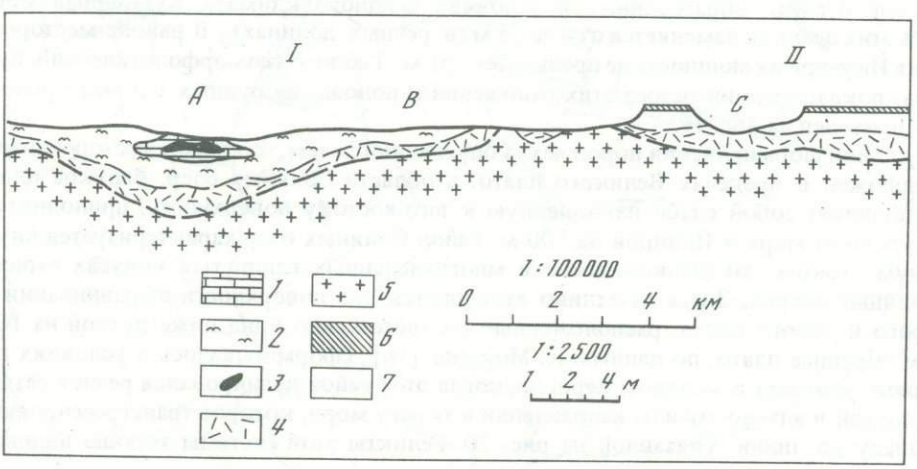


Рис. 19. **Геолого-геоморфологический профиль района Йилирри [8]**

1 – калькреты; *2* – аллювий; *3* – рудное тело; *4* – разложенные граниты; *5* – гранит; *6* – кремнистые породы верхней части коры выветривания "старого плато"; *7* – каолинитовая зона; *I* – новое плато: *A* – канал, *B* – аллювиальная равнина; *II* – старое плато, *C* – эрозионная долина

районе, с ярко выраженным аридным климатом, в результате испарения грунтовых вод. Употребляемое в нашей литературе, посвященной геологии этого месторождения, название рудовмещающих пород – кальцикриты (конгломераты и брекчии с карбонатным цементом) в меньшей мере отражает специфику их образования [8]. Именно поэтому целесообразно сохранить употребляемое австралийскими и другими геологами [8, 11, 12] название рудовмещающих пород Йилирри – "калькреты", введенное в геологическую литературу Н. Ламплафом (Геологический словарь, т. 1).

Поскольку карнотит в этих породах заполняет мелкие трещины, пустоты и поры, тонко рассеян в землистых разностях и в основном образован после главной массы глинистых минералов, сульфатов, хлоридов и карбонатов, его промышленные скопления относятся к современному четвертичному периоду и связываются с концентрацией урана и ванадия на испарительном геохимическом барьере. Месторождение Йилирри является крупнейшим среди подобных урановых проявлений, известных в Африке и в США [1]. В нашей стране месторождения этого типа пока не выявлены.

Геологическое строение района

Схема геологического строения района Йилирри показана на рис. 18. Район Йилирри расположен в тектоническом блоке Йилгарн и имеет двухъярусное строение. Основание его сложено архейскими породами. В северной части блока архейский комплекс щита перекрыт слабо дислоцированными платформенными отложениями протерозоя бассейна Бангемолл, и на востоке – фанерозойскими отложениями бассейна Оффисер [7, 8]. Архейский гранито-гнейсовый фундамент пересечен поясами "зеленокаменных" пород, вытянутых в меридиональном и северо-западном направлениях. Тела кислых пород фундамента имеют сложное строение. Наиболее распространены среди них средне- и крупнозернистые биотит-роговообманковые граниты, которые пересекаются аплитами, пегматитами и долеритами. Возраст гранитов, определенный Rb–Sr методом, около 2600 млн. лет. Гнейсы слагают периферическую зону катакластитов шириной до 6 км, окружающую гранитный массив. Они пересекаются пегматитами и кварцевыми жилами.

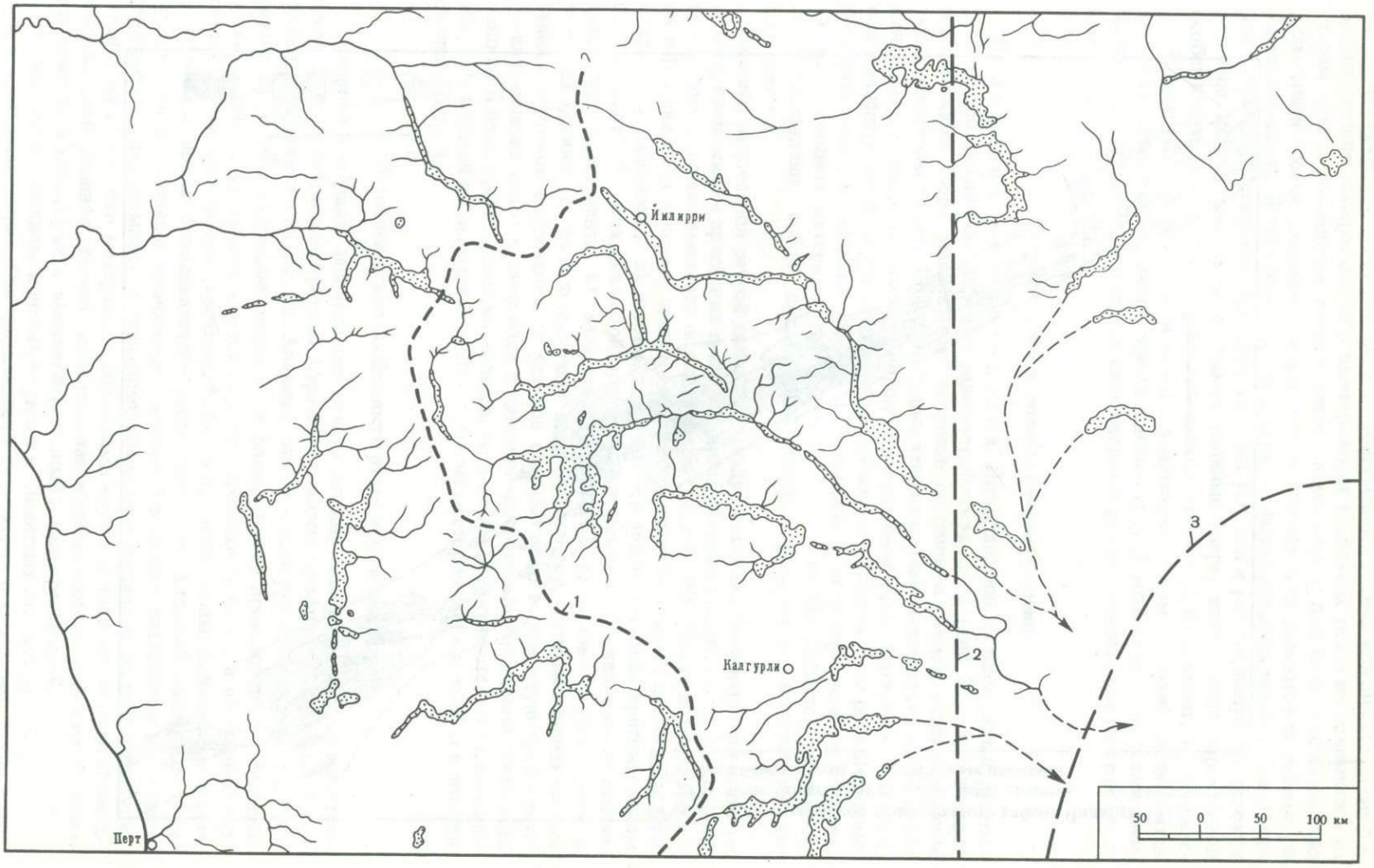
Породы зеленокаменных поясов представлены ассоциацией ультраосновных, основных интрузивных и эффузивных пород, а также кислых вулканитов, кластических и химических осадков, превращенных в результате метаморфизма в сложные по составу зеленосланцевые толщи, в которых и залегают золоторудные и другие месторождения и рудопроявления. Верхний маломощный ярус слагают остаточные древние латеритные коры выветривания и плиоцен-четвертичные речные и озерные осадки, образованные в условиях аридного климата. Суммарная мощность этих осадков изменяется от 0 до 75 м (в речных долинах). В районе месторождения Йилирри их мощность не превышает 20 м. Геолого-геоморфологический профиль, показывающий разрез этих отложений и положение рудных тел месторождения, приведен на рис. 19.

Условия формирования пород чехла определяются тем, что район месторождения расположен в пределах Великого плато, в области Соляных озер. Великое плато представляет собой слабо наклоненную к юго-востоку поверхность, приподнятую над уровнем моря в Йилирри на 500 м. Район Соляных озер характеризуется внутренним стоком, заканчивающимся в многочисленных глинистых конусах выноса и соляных озерах. Здесь отчетливо выделяются две поверхности выравнивания – старого и нового плато, расположенные соответственно одна ниже другой на 10–30 м. Древнее плато, по данным К. Моргана [16], сформировалось в условиях гумидного климата в меловом периоде, когда этот район дренировался речной сетью, вытянутой в юго-восточном направлении к берегу моря, которое трансгрессировало к западу до линии, указанной на рис. 20. Реликты этой системы хорошо видны в

→

Рис. 20. **Схема дренажной системы в южной части Западной Австралии [16]**

1 – линия водораздела; *2* – граница меловой трансгрессии; *3* – граница осадочного бассейна Оффисер


Йилирри
Калгурли
Перт
1
2
3
50 0 50 100 км

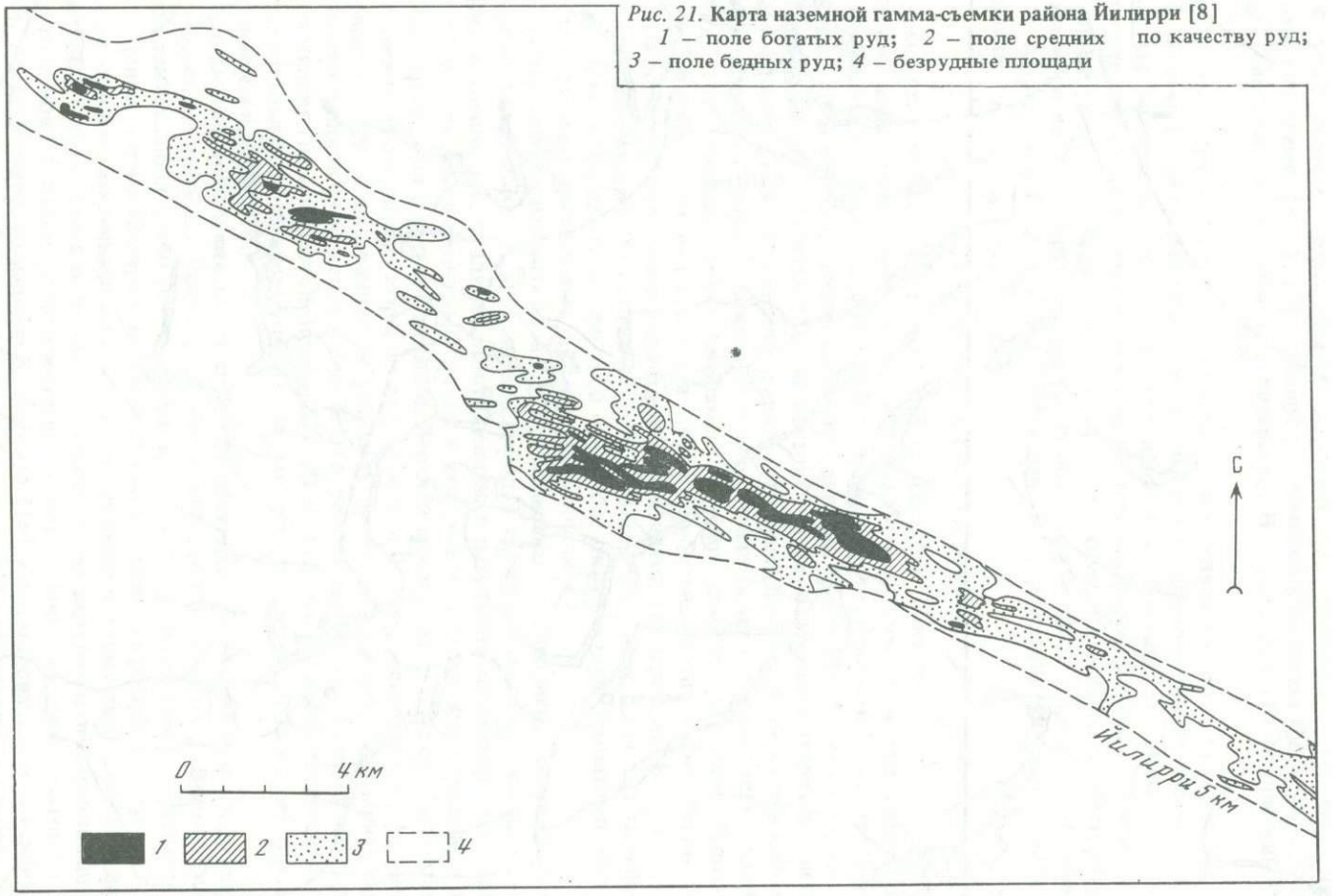


Рис. 21. **Карта наземной гамма-съемки района Йилирри [8]**
1 – поле богатых руд; *2* – поле средних по качеству руд; *3* – поле бедных руд; *4* – безрудные площади

настоящее время. Отступление моря до современных границ континента привело к эрозии древних латеритных кор выветривания в долинах рек и их сохранению на старом плато. Обновление речных систем в миоцене и плиоцене способствовало дальнейшей эрозии латеритной коры, теперь уже местами размытой полностью до коренных пород. В этот более поздний период сформировалось новое плато. Начиная с плиоцена произошло усиление аридных условий в районе, получили широкое развитие конуса выноса и возникли соляные озера, являющиеся характерной особенностью Великого плато. Австралийские геологи [7, 8] считают, что калькреты формируются с плиоцена, в связи с усилением аридных условий. Допускается их образование и в настоящее время, однако точный возраст пока не установлен. Калькреты расположены вдоль речных систем в речных долинах или по краю соляных озер.

Геология речной долины и месторождения

Положение месторождения. Представление о размещении рудных тел месторождения Йилирри дает радиометрическая карта (рис. 21), составленная сотрудниками Бюро минеральных ресурсов по данным съемки интегрирующим γ-спектрометром по сети 500×60 м. Рудное тело отчетливо выделяется на этой карте контуром, ограничивающим поля пород с содержанием U_3O_8, близким к 0,4%. Рудные концентрации Йилирри отчетливо приурочены к русловой части речной долины. В разрезе они расположены только в калькретах, от поверхности до глубины 14 м, в среднем интервале глубин от 2–3 до 8 м. По существу рудные тела представляют собой протяженные вдоль русла ленты, контролируемые калькретами.

Бессейн рудоносной речной долины к западу от поселка Йилирри почти целиком сложен комплексом архейских гранитов, лишь крайняя западная часть охватывает выход пород зеленокаменного пояса Мантегю (см. рис. 19). Между долиной Йилирри и ближайшими речными сетями сохранились реликты старого плато. В системе водосброса выделяются: а) истоки, тяготеющие к приподнятым латеритным полям старого плато, б) зона скалистой предгорной равнины с обнаженными выходами архейского фундамента, в) аллювиальная равнина, г) основное русло реки и затем д) соляные озера юго-восточнее поселка Йилирри. Многочисленные конуса выноса притоков спускаются от уступов старого плато в скалистую предгорную равнину нового плато и сливаются с широкой аллювиальной равниной. Мощность осадков в палеорусле сильно колеблется, но в целом увеличивается от нескольких метров в верхней части долины до 30 м в районе месторождения и до 85 м в области соляных озер.

Литологические особенности рудовмещающих пород

Основной материал, заполняющий речную долину Йилирри, представлен аллювием, эвапоритами и калькретами. Стратиграфические профили (поперечный и продольный) приведены на рис. 22. Аллювий, заполняющий русло, по-видимому, образовался за счет отложений эолового и флювиального происхождения. Эоловые пески возникли из элювия архейских и протерозойских пород в плиоцен-четвертичное время. Они слагают песчаные равнины и редкие дюны, движение которых в настоящее время приостановлено растительностью. Аллювий водных потоков представлен в основном русловыми фациями. Он сильно различается по степени сортировки, минеральному и гранулометрическому составу и состоит преимущественно из глинистого материала с обломками кварца и полевых шпатов. Поверхностный слой аллювия обычно сцементирован кремнеземом, иногда карбонатным материалом. В этом случае возникает переходный к калькретам слой.

Эвапориты в основном концентрируются в глинистых отложениях конусов выноса и в соляных озерах. Они представлены сульфатами и хлоридами, среди которых преобладают гипс, целестин и галит, чаще всего тяготеющие к глинам. Глины и суглинки, содержащие гипс, особенно характерны для верхней части разреза,

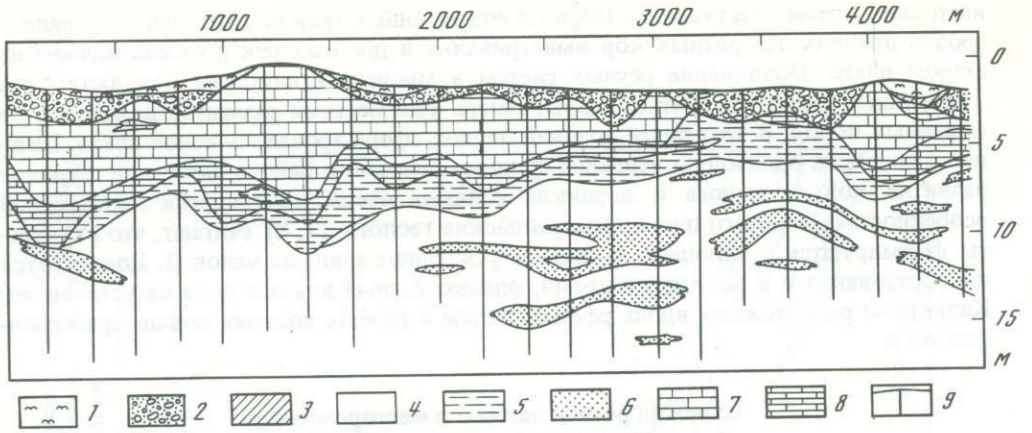


Рис. 22. **Литологический профиль Йилирри (продольный [8])**

1 – суглинки; *2* – карбонатизированные суглинки; *3* – ортштейны; *4* – глины с обломками кварца; *5* – карбонатизированные глины; *6* – пески; *7* – калькреты; *8* – калькреты, переходные к глинам; *9* – буровые скважины

но иногда встречаются и по всему разрезу. Целестин характерен для прослоев глин под калькретами. Он образует рассеянные в породе небольшие кристаллы, либо слагает линзы, мощность которых достигает 10 см. Галит типичен для сильно осолоненных озерных глин. Калькреты широко развиты в долине Йилирри. В отдельных участках полоса калькрет достигает 6,5 км. Для них характерны непостоянные мощности, изменяющиеся от нескольких метров на участках, примыкающих к выступам коренных пород, до 20 м и более в глубоких частях руслового канала. Форма калькретовых тел варьирует от небольших разрозненных линз до протяженных пластов с линзовидной косой слоистостью, параллельной направлению русла. В районе месторождения имеется только один горизонт калькретов и не наблюдается их фациального замещения русловыми отложениями.

Кремнистые (опаловые) породы встречаются в верхней части латеритных кор старого плато. Опалы образуют прожилки, конкреции, заполняют пустоты или пропитывают разложенные породы. Мощность зоны окремнения в некоторых случаях достигает нескольких метров.

Более детальная стратиграфическая колонка месторождения приведена на рис. 23. По данным колонкового бурения и горных выработок здесь выделяются три основных горизонта: верхний горизонт почв, ортштейнов и глин (вскрыша), средний – калькретовый горизонт и нижний горизонт глин с обломками кварца (располагающийся на аркозах гранитов основания). Суммарная мощность верхнего покрывающего горизонта 1–2,5 м. Самый верхний его слой (мощность 1 м) сложен почвами, суглинками, содержащими ортштейны. Песчанистые почвы рыхлые серого или коричневого цвета, обычно известковые, склонные к растрескиванию. Железистые и кремнистые конкреции образуют в нижней части профиля твердые ортштейны. Гипссодержащие и засоленные почвы обычно имеют бурый или коричневый цвет, тяготеют к прослоям суглинков. Нижний слой этого горизонта представлен известковыми суглинками, мощность которых 1–2 м. Эти породы относятся к переходным разностям между почвенным слоем и калькретами. Для них обычны узловатые и слоистые текстуры. Узловатые – характерны для известковистых суглинков, вмещающих мелкие линзы и включения гравия и песка, а слоистые – возникают на участках, где известковые суглинки содержат останцы почвы (или ортштейнов).

В разрезе горизонта калькретов выделяются два слоя: верхний – собственно калькретовый и нижний – переходный к известковым глинам. Мощность калькретового слоя 2–4 м. Его граница с вышележащим горизонтом условна. Она обычно проводится там, где количество остаточных суглинков и кварца в карбонатной массе не превышает 10%. Калькреты весьма разнообразны по текстуре и цвету.

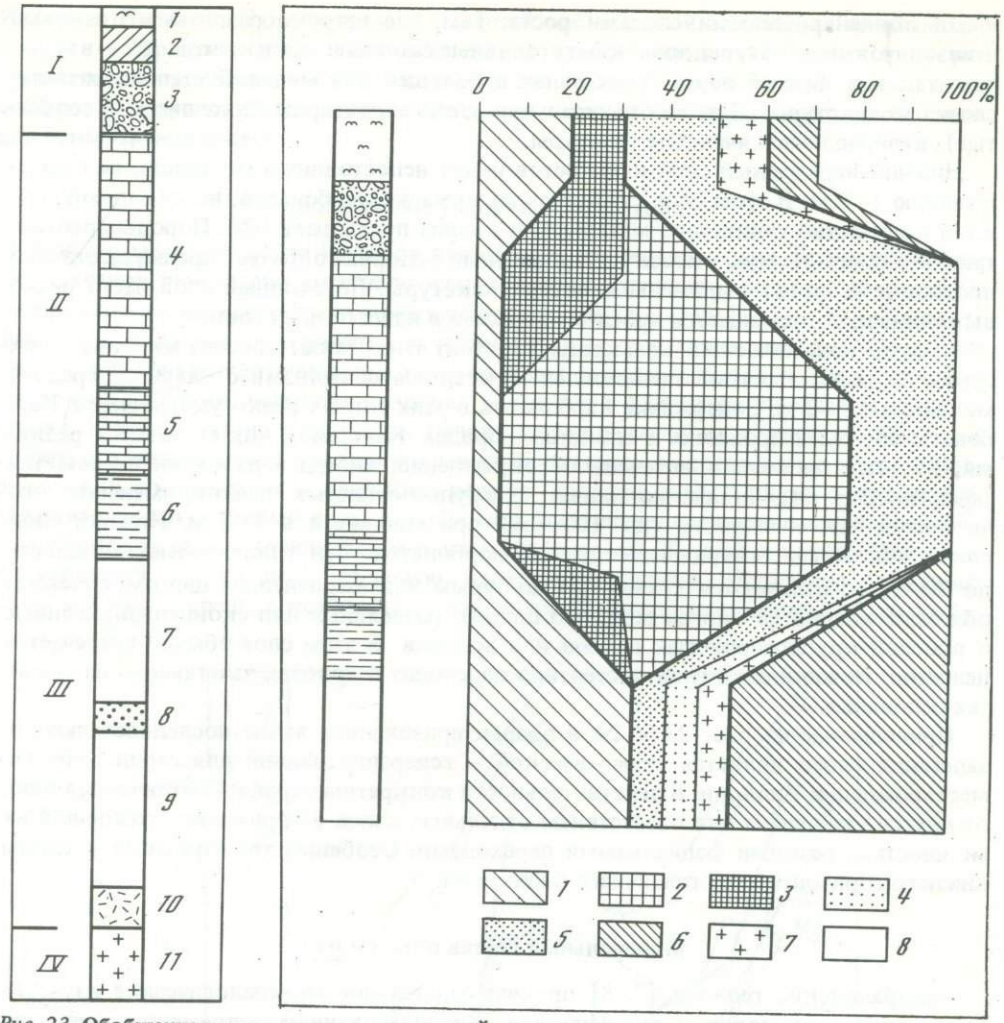


Рис. 23. **Обобщенная литологическая полонка Йилирри** [8]

I – верхний горизонт: *1* – почвы, *2* – ортштейны, *3* – известковые суглинки; *II* – кальк-креты: *4* – калькреты, *5* – калькреты, переходные к известковым глинам; *III* – горизонт глин: *6* – известковые глины с обломками кварца, *7* – глины с обломками кварца, *8* – пески, *9* – глины, *10* – аркозы; *IV* – основание: *11* – граниты

Рис. 24. **Схема минерального состава пород русла Йилирри** [8]

Условные обозначения см. на рис. 23

1 – кварц; *2* – доломит; *3* – кальцит; *4* – иллит; *5* – монтмориллонит; *6* – каолинит; *7* – полевой шпат; *8* – гипс

Наиболее распространены плотные белые, фарфоровидные и кавернозные кальк-креты. Менее характерные рыхлые землистые разности, которые так же, как и мас-сивные калькреты представляют собой один из крайних членов в ряду этих пород, содержащем полный набор переходных типов. Для них весьма характерны каверны, иногда достигающие в длину нескольких метров, беспорядочно ориентированные трещины с раздувами и небольшие пустоты, как правило, заполненные глинистыми минералами или минералами кремнезема.

Во всех типах калькретов имеются остатки красно-бурых или коричневых суглинков и кварца, в различной степени замещенных карбонатом. Неодинаковое по интенсивности замещение "первичных" пород часто обусловливает пятнистые тексту-ры калькретов. Для верхней, переходной зоны характерны желваковые калькреты, состоящие из почвенных комочков и стяжений, имеющих карбонатную оболочку. В ряде случаев в этой зоне установлены карбонатные пизолиты с хорошо выражен-

ными концентрическими следами роста. Там, где широко развиты желваковые и пизолитовые текстуры, возникают гравийные скопления калькретов. Как в верхней, так и в нижней переходных зонах в большей или меньшей степени развиты слоистые текстуры. Для его центральной части характерны "натечные" (столбчатые), кавернозные и ячеистые текстуры.

Нижний переходный слой калькретов имеет непостоянную мощность, не превышающую 1–2 м. В этом слое снижается содержание карбонатов, но они преобладают, а количество глинистого материала и кварца превышает 10%. Породы приобретают все более темную окраску. Карбонатный материал образует преимущественно прожилки. Хорошо выражены слоистые текстуры. Переходный слой часто резко выклинивается, замещается прослоями песков и известковых глин.

Нижний подстилающий калькреты горизонт глин также состоит из нескольких слоев. Верхний его слой представлен известковыми глинами с кварцем, средней мощностью 1–2 м. Содержание карбонатов в этих глинах резко уменьшается. Карбонаты образуют прожилки в слоистых породах. Каверны в них становятся редкими, местами проявлено интенсивное окремнение, иногда в изобилии встречается целестин. Внутри глин залегают линзы крупнозернистых песков, имеющие значительную протяженность (до 1000 м) при мощности в 1–5 м. Нижний слой глин с обломками кварца не содержит карбонатов. Эти глины имеют мощность до 20–25 м, отличаются ярким красно-бурым или коричневым цветом, содержат обломки кварца (и иногда полевого шпата), рассеянные или сконцентрированные в прослои крупнозернистых песков или аркозов. В этом слое обычно встречается целестин. Нижний слой глин постепенно переходит в аркозы, залегающие на гранитах основания.

Приведенная на рис. 23 и 24 и охарактеризованная выше последовательность залегания слоев является схематической – генерализованной для серии разрезов месторождения Йилирри. В действительности конкретные профили отличаются один от другого наличием или отсутствием отдельных слоев в горизонтах, различной их мощностью, резкими фациальными переходами. Особенно это относится к слоям нижнего горизонта, подстилающего калькреты.

Минеральный состав пород и руд

Австралийские геологи [7, 8] провели тщательное минералогическое изучение рудовмещающих пород и руд Йилирри с использованием современных методов исследований. Сводные данные о составе пород приведены на рис. 24. На схеме и диаграмме нашли отображение лишь главные особенности минерального состава пород, которые в обобщенном виде характеризуют пространственное размещение минеральных ассоциаций, но не отражают последовательности в их формировании урановых руд в этом районе. Определенно лишь установлено, что нижний горизонт глин с обломками кварца в основном сложен кварцем и каолинитом; в небольших количествах в них содержатся полевой шпат, иллит и монтмориллонит. В горизонте калькретов кварца и каолинита фактически нет, они замещены карбонатами (в основном доломитом) и монтмориллонитом в соотношениях, которые определяют тип калькретов. Переходные зоны характеризуются промежуточным составом, хотя здесь более обычен кальцит. Минеральная ассоциация калькретов несомненно является наложенной на русловые отложения долины Йилирри, накопившиеся при разрушении пород, слагавших старое (древнее) плато с латеритными корами выветривания.

Среди урановых минералов на Йилирри выявлен лишь один карнотит. Он образует тонкие пластинки на стенках пустот и каверны в пористых калькретах, тонко рассеян в их землистых разностях, а также обволакивает зерна глинистых минералов и кварца, встречается вдоль трещин и на их плоскостях в породах любого состава. Карнотит несомненно является более поздним, чем минералы калькретов. Однако все же имеется небольшая часть глинистых минералов и минералов кремнезема, заполняющих пустоты в калькретах, образованных позже карнотита. Таким образом, можно уверенно выделять три главные стадии минералообразования на

Йилирри. Первая – формирование основной минеральной ассоциации калькретов, вторая – карнотита и третья – послекарнотитовое заполнение каверн и пустот глинистыми минералами и минералами кремнезема. Отложение всей гаммы этих минералов в русловых осадках речной долины, судя по всему, происходило в плиоцен-четвертичное время.

Возможные условия образования

Генезис месторождения Йилирри остается во многом неясным. Его изучение начато недавно, накоплено еще мало фактических материалов, поэтому имеющиеся соображения чаще всего носят предположительный характер [1, 7, 8, 12]. Главным фактором является приуроченность карнотитовых руд к калькретам, образованным в плиоцен-четвертичное время в аридных условиях соляных озер Западной Австралии. В этих условиях хорошо сохранился ландшафт предшествовавшей стадии развития этой территории, отличавшейся гумидным климатом. Здесь на старом (древнем) плато хорошо сохранились латериты и кремниевые коры выветривания. В то же время в широких речных долинах нового плато, заполненных аллювиальными осадками разрушенных кор, проявлены интенсивные эвапорационные процессы, продолжающиеся и в настоящее время. Климат в районе Мерчисон полуаридный, с высокой степенью испарения осадков. Испарение примерно 2500 мм/год, а среднее количество дождевых осадков не превышает 200 мм. Боль-

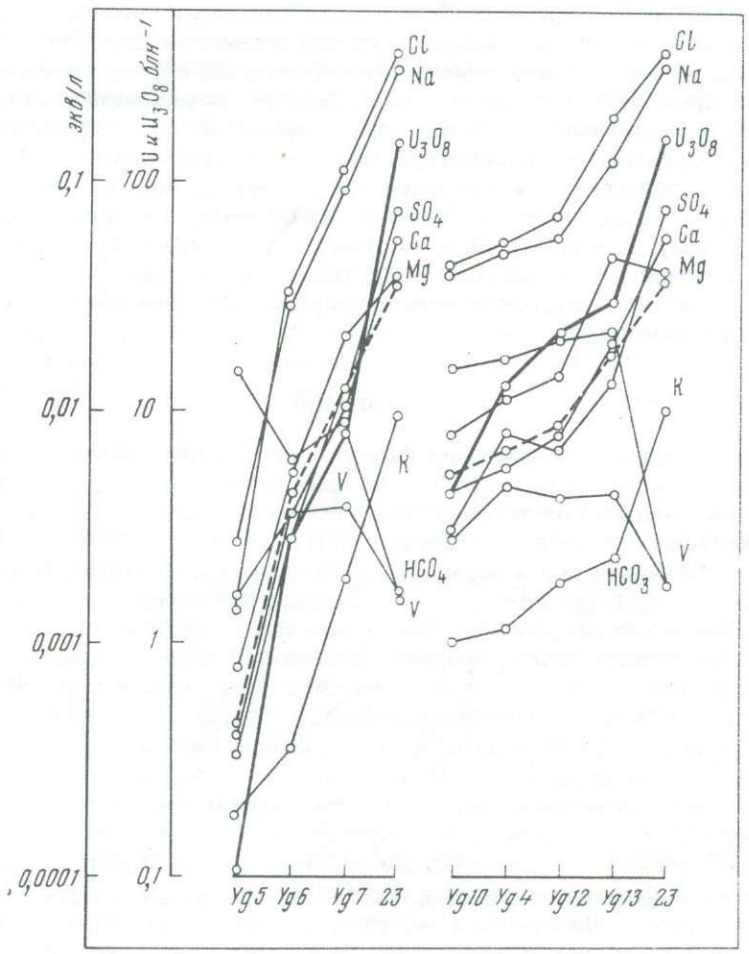


Рис. 25. **Содержания урана и ванадия, химический состав вод из калькретового бассейна Йилирри. Пробы расположены в соответствии с увеличивающейся зрелостью вод (по М. Даль'Альо, Р. Граньяни и Е. Локарди)**

шая их часть выпадает во время интенсивных грозовых дождей и тропических циклонов в летние месяцы. В этот период возникают временные поверхностные потоки.

Грунтовые воды Йилирри циркулируют от гранитных уступов с древней латеритной корой через предгорную и аллювиальную равнины в русло долины, заполненное калькретами. В районе месторождения уровень грунтовых вод находится на глубине около 5 м. Калькреты представляют основной водоносный горизонт, обеспечивающий водой местное население. Опробованием в русле Йилирри установлено, что дебит воды здесь составляет примерно 4,5 млн. л в сутки. В районе, примыкающем к месторождению, и непосредственно на месторождении не проводились систематические исследования состава вод, соответственно не определялось и содержание в них урана, калия и ванадия и других компонентов. Наиболее часто химический состав определялся для вод низкой солености, используемых для целей водоснабжения, но не на всей площади водосброса, а лишь на отдельных участках.

Однако имеющиеся данные по району месторождений Йилирри и примыкающей к нему площади [1, 7] определенно свидетельствуют о несомненном увеличении солености вод по мере их удаления от области питания к руслу. Одновременно с увеличением солености вод установлено и существенное увеличение в них содержаний урана. Как видно из рис. 25, при проведенном опробовании не установлено предельное значение его концентрации в водах. Данные получены лишь по двум профилям, они в обобщенном виде характеризуют общую тенденцию концентрации урана в водах по мере увеличения их солености, но не отражают сложную реальную гидрохимическую картину бассейна Йилирри. Детальное изучение распределения вод разной солености и других свойств в этом бассейне, распределения концентраций урана и сопутствующих компонентов в них несомненно помогло бы установлению генезиса месторождения. Однако и на данном этапе его изучения можно по совокупности приведенных сведений сделать вывод о формировании урановых руд Йилирри на испарительном геохимическом барьере внутри калькретов, в зоне, близкой к современному уровню грунтовых вод. Источники урана и калия в данном случае, по-видимому, служат архейские кислые породы, а ванадия – породы зеленокаменного пояса Монтегю. Необходимо отметить, что остается совершенно неясным, почему в этих условиях образуется лишь карнотит, но не туямунит. Реально и предположение, что такие уникальные концентрации урана в калькретах возникли в связи с разрушением древних скрытых месторождений урана, пока не выявленных в этом районе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По разведанным запасам урана Австралия в последние годы вышла на первое место в капиталистическом мире. В этой стране выявлены крупные месторождения урана новых генетических типов, аналоги которых пока не установлены в других странах. Ведущая роль среди них принадлежит:

1) протерозойским стратиформным золото-урановым месторождениям полигенного происхождения, локализованным в углеродистых сланцах и разрывах, и

2) кайнозойским инфильтрационным собственно урановым месторождениям в калькретах речных русел, сформированным в условиях жаркого климата на испарительном геохимическом барьере, вблизи от современной поверхности.

Несколько меньшее значение имеют позднепротерозойские скарновые месторождения с сопровождающей редкоземельно-урановой минерализацией, связанные с кислым орогенным магматизмом [3].

2. Для золото-урановых месторождений характерны контрастные, богатые ($0{,}35-0{,}40\%\ U_3O_8$) прожилково-вкрапленные метасоматические руды, сложенные настураном, уранинитом и самородным золотом, имеющим попутное промышленное значение. В формировании этих месторождений выделяется несколько этапов последовательной концентрации и перераспределения урана. Первый этап, близкий к 2000 млн. лет, связан с седиментационно-диагенетическими процессами накопления урана в интракратонных осадках, обогащенных органическим веществом. На втором этапе произошли складчатость и метаморфизм обогащенных ураном и орга-

ническим веществом раннепротерозойских осадков (1900–1800 млн. лет). С ним связано перераспределение урана и формирование гидротермальных метаморфогенных рудных концентраций в зонах разрывов. К этому же этапу относится палингенный магматизм (1800–1750 млн. лет) и связанные с ним гидротермальные (магнезиальные) метасоматиты и сопровождающее их перераспределение урана и его концентрация в благоприятных структурно-литологических "ловушках". По-видимому, часть урана на этом этапе привносилась с магматогенными гидротермальными растворами. Возможно также, что в конце орогенного этапа возникли экзогенные концентрации урана, контролируемые поверхностью несогласия, на которой залегают платформенные осадки Комболджи [14]. Третий и четвертый этапы связаны с послеплатформенной активизацией магматической деятельности и тектонических движений (1600–1550, 1400, 1200 и 720–650 млн. лет). На этих этапах произошло частичное переотложение урана и золота. Размещение урановых концентраций под покровом чехла платформенных отложений обусловливает сохранение месторождений. Совокупность благоприятных структурно-геохимических условий формирования и сохранения от эрозии месторождений Аллигейтор Риверс обусловила уникальный характер этих открытий.

3. Собственно урановое месторождение Йилирри также является уникальным по условиям формирования и имеет крупные разведанные запасы. Оно относится к экзогенной серии инфильтрационных месторождений. Промышленные концентрации урана на Йилирри возникли на испарительном геохимическом барьере в особых геологических, климатических и геоморфологических условиях, благоприятное сочетание которых хорошо проявлено в районе Соляных озер Западной Австралии.

4. Редкоземельно-урановое месторождение Мэри Кетлин, по-видимому, следует рассматривать как скарновое с сопровождающей гидротермальной рудной минерализацией. Первичные повышенные концентрации урана в районе связаны с накоплением в осадках формации Корелла (1700 млн. лет), их перераспределение и концентрация обусловлены метаморфизмом пород и гранитоидным магматизмом (1550 млн. лет). При этом редкоземельно-урановая минерализация рассматривается как гидротермальная (магматогенная), сопровождающая становление гранитов Барстелл и скарнирование пород.

5. Все месторождения, геология которых охарактеризована в этой сводке, представляют собой новые для СССР типы месторождений. Особый интерес представляют золото-урановые в углеродистых толщах раннего протерозоя и собственно урановые в калькретах. Их выявление на территории СССР является одной из важнейших задач советской геологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Даль'Альо М., Граньяни Р., Локарди Е.* Геохимические факторы, контролирующие образование вторичных минералов урана. – В кн.: "Образование месторождений урана". М.: Мир, 1976, с. 37–53.
2. *Додсон Р.Г., Нидхем Р.С., Уилсс П.Г., Пейдж Р.У., Смарт П.Г., Уотчмэн А.Л.* Урановое оруденение в провинции Рам Джангл – Аллигейтор Риверс, Северная Территория, Австралия. – В. кн.: "Образование месторождений урана". М.: Мир, 1976, с. 564–582.
3. *Лаверов Н.И., Барсуков В.Л.* Урановые месторождения района Аллигейтор Риверс (Северная Австралия). – Геология рудных месторождений, 1977, № 2.
4. *Ayres D.E., Eddington P.J.* (CSIRO Division of Mineralogy, Sydney, Australia). Uranium mineralization in the South Alligator River Valley. – Miner. deposit, 1975, **10**, p. 27–41.
5. *Condon M.A., Walpole B.P.* Sedimentary environment as a control of uranium mineralization in the Katherine-Darwin region Northern Territory. – Bur. Miner. Resources Austral. Rept, 1955, **24**.
6. *Cooper J.A.* On the age of uranium mineralisation at Nabarlek, Northern territory, Australia. – J. Geol. Soc. Austral., 1973, **19**, Pt 4, p. 483–486.
7. *Derrick G.M.* Timing and origin of uranium mineralization at Mary Kathleen, nortwest Queensland. – Abstr, 25th IGC, Canberra, 1976, vol. 1.
8. A General account of the Yeelirrie uranium deposit. Western Mining Corp. Ltd (exploration division), 1975.
9. Geology of Australia, Scale 1:2 500 000. Bureau of Mineral Resources, State Geological Survey. Canberra: Csiro and Co., 1976.
10. *Hills J.H., Richards J.R.* The age of the uranium mineralisation in Northern Australia. – Search, 1972, **3**, p. 382–385.

11. *Jennings J.N., Sweeting M.M.* Caliche pseudoanticlines in Tirzroy Basin, Western Australia. – Amer. J. Sci., 1971, 259, p. 635–639.
12. *Langford F.F.* A Superqene origin for Vein-Type Uranium Ores in the Light of the Western Australian Calcrete-Carnotite Deposits. – Econ. Geol., 1974, 69, p. 516–526.
13. Mary, Kathleen uranium Limited, Description of operations. 1976.
14. Mining centres of Northern Australia. Excursion guide N 49 AC. – 25th IGC, 1976. (Edite G.R. Ryan, authors: Rangen 1 – G. Eupene, Jabiluka – D. Mosher, Koongarra – C. Pedersen, Mary Kathleen – B. Hawkins).
15. More uramium plus gold at Australian prospect. – Mining Mag., 1976, 134, N 1.
16. *Morgan K.H.* Hydrogeology of the East Murchison and North Coolgaride goldfields. – Geol. Surv. West. Austral. Annu. Rept, 1965, p. 14–19.
17. *Needham R.S., Smart P.C., Watchman A.L.* A reinterpretation of the geology of the Alligator Rivers uranium field, N.T. – Search, 1974, 5, N 8, p. 397–399.
18. *Needham R.S.* et al. The Cahill Formation-host to mineralization in the Alligator Rivers Uranium Field, N.T., Australia. – Abstrs, 25th IGC, 1976, vol. 1.
19. Pancontinental, Getty increase uranium reserves estimate. – World Mining, 1976, 29, N 3, p. 45.
20. *Pedersen G.* The Kungarra Uranium deposit. – In: Abstract for the Simposium "Uranium in Australia". Geol. Soc. Austral. Inc. Specialist Group in the Genesis of Ore Deposits, 1973.
21. *Plumb K.A.* The precambrian shields and platforms of northern Australia. The structure Australia and variations in tectonic Style. – BMR, Australia, 1976.
22. *Plumb K.A.* The tectonic evolution of Australia. The structure Australia and variations in tectonic style. – BMR, Australia, 1976.
23. *Sofoulis J.* The occurrence and hydrological significance of calcrete deposits in Western Australia. – Geol. Surv. West-Austral. Annu. Rept, 1962, p. 38–42.
24. *Taylor J.* Origin and controls of uranium mineralization in South Alligator Valley. "Atom. Energy Austral.", 1969, 12, N 4.
25. *Threadgold J.M.* The mineral composition of some uranium ores from the South Alligator River Area, Northern Territory. – Mineragr. Investig. Techn. Paper N 2. CSIRO, Melbourne, 1960.
26. *Walpole B.P., Crohn P.W., Dunn P.P.* and *Randal M.A.* Geology of the Katherina-Darwin Region, Northern Territory: Australia. – Bur. Miner. Res. Bull., 1968, 82, 304 p.

Д.В. Рундквист, В.К. Денисенко

ОЛОВЯННЫЕ И ВОЛЬФРАМОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АВСТРАЛИИ (ГЕОЛОГИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ)

Австралия относится к числу континентов, для которых характерно широкое распространение редкометальной (Sn, W, Mo, Be, Bi и др.) минерализации. Преобладающим распространением пользуются месторождения W и Sn, на долю которых из общих разведанных запасов этих металлов в капиталистических и развивающихся странах приходится около 7 и 4% соответственно [4]. Be, Mo и Bi, обычно присутствующие в рудах Sn–W месторождений, имеют подчиненное значение. Подавляющая часть редкометальной минерализации сосредоточена в восточной прибрежной части материка в пределах Тасманской палеозойской геосинклинально-складчатой области, тогда как в его западной и центральной частях, представляющих собой древний Австралийский щит, известны лишь единичные месторождения и рудопроявления (рис. 1). Учитывая различие в возрасте и геологической обстановке проявления оруденения в двух указанных областях континента, представляется целесообразным привести их раздельную характеристику.

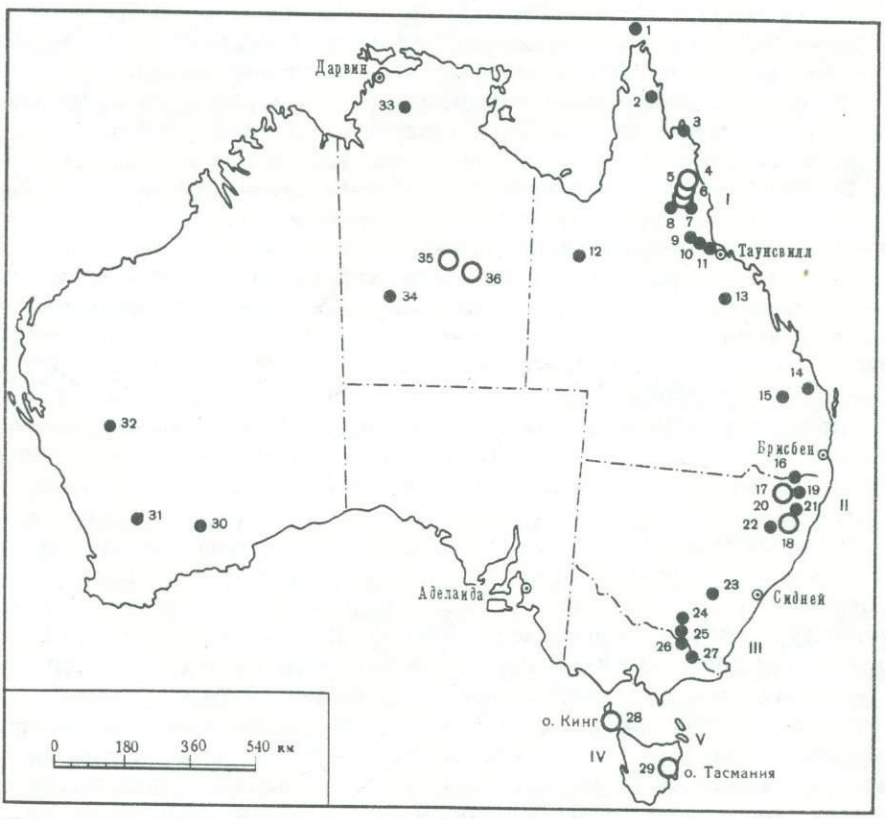


Рис. 1. **Схема размещения главнейших редкометальных месторождений в пределах Австралии**
Месторождения (кружки) и рудопроявления (точки):
1 – Бенкс Исленд, *2* – Песков Ривер, *3* – Нобл Исленд, *4* – Маунт Карбайн, *5* – Маунт Персеверенс, Вольфрам Кемп; *6* – Бамфорд Петфорд, *7* – Эмуфорд, *8* – Фишертон, *9* – Перри Крик, *10* – Кангарро Хиллз, *11* – Оллера Крик; *12* – Кеджабби; *13* – Вьярра; *14* – Розедейл; *15* – Килда; *16* – Стенхоуп; *17* – Торрингтон; *18* – Хиллгров; *19* – Роки Ривер; *20* – Дипвотер; *21* – Кингсгейт; *22* – Мунби; *23* – Фрогмор; *24* – Ватта-Ватта; *25* – Вумен; *26* – Сологолонг; *27* – Маунт Марфи; *28* – Кинг-Айленд; *29* – Стори Крик, Аберфойл; *30* – Хиггинсвилл; *31* – Эдна, Мей; *32* – Келли Соак, *33* – Вольфрам Хилл, *34* – Маунт Дорин, *35* – Ваучоп, *36* – Хэтчес Крик. Римскими цифрами обозначены провинции с Sn–W минерализацией в пределах Восточно-Австралийского складчатого пояса: *I* – Хербертон; *II* – Новая Англия; *III* – Ардлетан; *IV* – Западно-Тасманская; *V* – Блу Тир

ОЛОВЯННО-ВОЛЬФРАМОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ АХРЕЙСКО-ПРОТЕРОЗОЙСКОГО ЩИТА АВСТРАЛИИ

Западная и центральная части Австралийского континента представляют древний щит, породы которого на большей части перекрыты горизонтально лежащими отложениями платформенного чехла. Архейско-протерозойские породы щита представлены сложным комплексом интенсивно метаморфизованных осадков (разнообразные кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты и др.), прорванных интрузиями различного состава. Возраст гранитов, с которыми связано проявление Sn–W минерализации в Западной Австралии, судя по геохронологическим исследованиям, колеблется в диапазоне 2700–2000 млн. лет. В центральной части континента распространены раннепротерозойские (2000–1600 млн. лет) и более молодые позднепротерозойские (1600–650 млн. лет) рудоносные гранитоиды. Имеются данные о наличии здесь отдельных гранитных интрузий с возрастом 500–400 млн. лет [10]. На западе Австралии редкометальная минерализация представлена месторождениями трех типов: 1) пегматитовыми с Sn, Be, Nb–Ta, Li минерализацией; 2) прожилково-грейзеновыми оловянными; 3) жильными кварц-шеелит-золоторудными. Среди редкометальных пегматитов наиболее значительными являются месторождения Воджина и Иэннитхара, первое из которых отличается крупными запасами Be.

Месторождение Воджина локализовано в докембрийской толще осадочно-метаморфических и вулканических пород, прорванных протерозойскими гранитами, с которыми генетически связывают проявление минерализации в пегматитах. Рудоносные пегматитовые тела, возраст которых определен в 2100 млн. лет, образуют в экзоконтакте гранитного массива рудную зону, прослеживающуюся в северо-восточном направлении на расстоянии 120 км при ширине около 45 км (рис. 2). Пегматиты имеют неправильную прихотливую морфологию, изобилуют раздувами и пережимами, часто изменяют направление по простиранию и падению. Тела сложены крупнозернистым агрегатом кварца, альбита и ортоклаза, относительное количество которых может существенно варьировать в различных частях. Зональное строение для них не характерно. Рудная минерализация весьма разнообразна и представлена касситеритом, колумбитом – танталитом, бериллом, развивающимися в теле пегматитов в ассоциации с лепидолитом, голубым турмалином, слюдой, альбитом, образуя секущие прожилковидные выделения или нацело замещая отдельные участки жил. Для различных рудных минералов характерен свой несколько отличный парагенезис. Ниобо-танталовая минерализация развивается в пегматитах, интенсивно замещенных альбитом. Примером может служить Танталитовая жила в северной части рудного поля (см. рис. 2), представленная альбитизированным пегматитом с крупными, иногда до 250 кг весом, гнездами танталита. Бериллиевая минерализация, представленная цезийсодержащим бериллом-ростеритом, наиболее тесно ассоциирует с участками развития в пегматите лепидолита, голубого турмалина, частично слюды. Парагенезис касситерита выражен менее отчетливо. Повышенные концентрации его обычно наблюдаются в местах интенсивного проявления поздней минерализации – мусковита, альбита, турмалина, топаза без резкого преобладания одного из них. В целом редкометальная минерализация на месторождении развивается позднее пегматитов устойчивым парагенезисом, представляющим собой аналог гнейзенов, т.е. продуктов кислотного высокотемпературного метасоматоза, проявляющегося в связи с гранитоидным магматизмом.

Месторождение Гринбушес, открытое еще в 1888 г., может служить примером прожилково-грейзеновой Sn–Ta минерализации. По данным Х.А. Эллисса [11], рудное поле сложено амфиболитами, амфиболовыми, хлоритовыми, биотитовыми сланцами и архейскими гранитами, гнейсами, гранито-гнейсами. Выходы коренных пород на поверхность крайне редки ввиду широкого распространения третичного аллювиального покрова и железистых латеритов. Мощность покрова достигает в отдельных случаях 30–40 м. Основная масса Sn и Ta добывается именно из аллювиальных отложений. Коренные рудные тела представлены дайкообразными жилами гранита мощностью до 30–50 м. Граниты предположительно протеро-

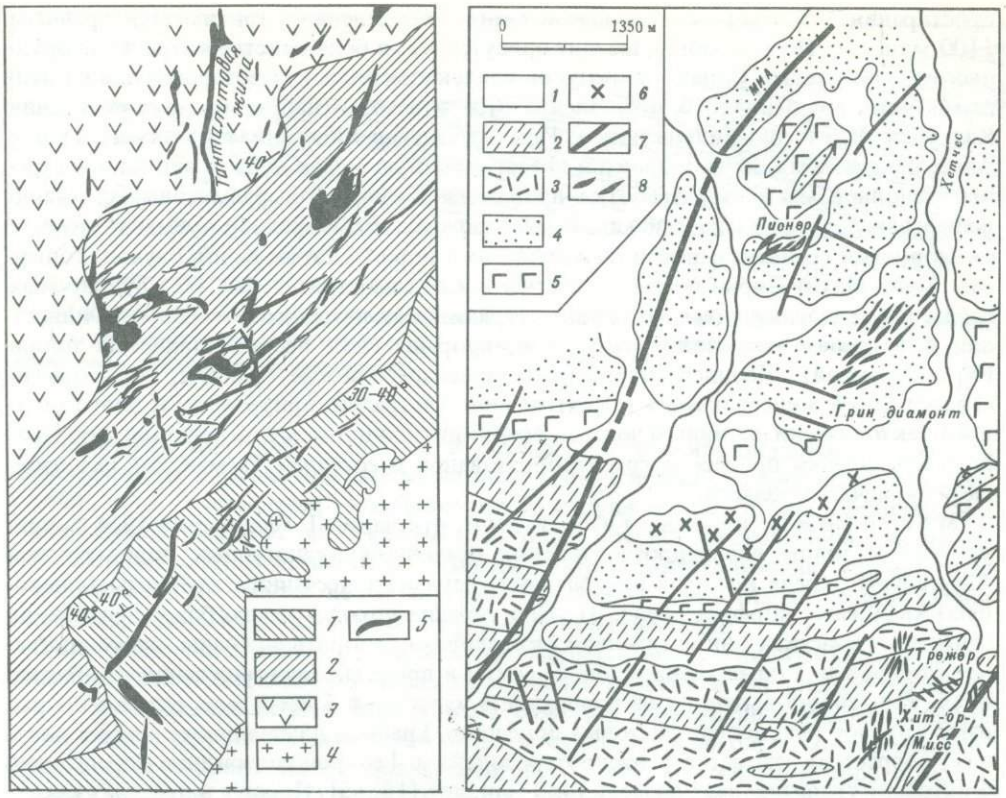


Рис. 2. **Схематическая геологическая карта месторождения Вуджина**

1 – слюдистые сланцы; *2* – кремнистые сланцы; *3* – зеленокаменные породы; *4* – граниты; *5* – тела редкометальных пегматитов

Рис. 3. **Геологическое строение района месторождения Хэтчес Крик [12]. Составлена по данным Е.В. Дженсена**

1 – аллювиальные отложения с известковыми туфами и конгломератами; *2* – кварциты с прослоями песчаников и конгломератов; *3* – лавы кислого и среднего состава; *4* – песчаники, граувакки с прослоями алевритов; *5* – габбро, долериты, габбро-пегматиты; *6* – гранофиры, различные гибридные породы; *7* – тектонические нарушения различных порядков; *8* – кварцеворудные жилы

зойского возраста, интенсивно грейзенизированы и каолинизированы. Степень гидротермального изменения обычно настолько велика, что порода оказывается нацело превращена в кварц-слюдяные грейзены с небольшим количеством топаза, турмалина, касситерита, либо в альбит-мусковит-турмалиновые метасоматиты с касситеритом и колумбит-танталитом, или в массу почти чистого каолина, также рудоносную. При этом установить исходную жильную породу – гранит, пегматит (последние иногда наблюдаются в каолинизированном граните) – в большинстве случаев не представляется возможным. Измененные породы содержат многочисленные маломощные кварц-турмалиновые прожилки с мусковитом и касситеритом. Ориентированы такие прожилки обычно согласно с простиранием гранитных даек, иногда приурочиваясь к их зальбандам. Реже прожилки образуют сложноветвящуюся штокверковую сеть. Граниты в таких участках оказываются грейзенизированными и содержат вкрапленность касситерита. Всего на месторождении Гринбушес разработано около десяти коренных рудных тел (участки Корнволл, Дикси, Капанга и др.). Разработка велась шахтами на глубине 40–45 м или открытым способом. Соотношение в рудах касситерита и колумбита-танталита самое разнообразное.

Третий тип редкометальной минерализации, известный и в Западной Австралии, представлен шеелитсодержащими кварц-золоторудными месторождениями, пространственно ассоциирующими с вулканитами основного состава, развитыми в пределах так называемых зеленокаменных поясов или трогов северо-западного

простирания. Возраст золото-шеелитового оруденения принимается равным 1100 млн. лет. По-видимому, шеелит присутствует в большинстве кварц-золоторудных месторождений. Однако попутно он извлекался лишь из месторождений с крупными запасами основного компонента руд – золота (например, месторождения Калгурли, Мурчисон, Уилуна и др.). Редкометальная минерализация в Центральной Австралии развита более широко и играет заметную роль в добыче руд Sn и W страны. Основное место в разработке принадлежит кварц-вольфрамитовым и кварц-вольфрамит-сульфидным жильным месторождениям, характеризуемым ниже, с околорудной грейзенизацией и березитизацией пород (Хэтчес Крик, Ваучоп, Вольфрам Хилл, Маунт Дорин и др.). Известны также самостоятельные тела рудоносных грейзенов, развивающиеся по дайкам гранитов и пегматитов (Маунт Финнис) или в пределах массивов гранитоидов, прорывающих песчано-сланцевые толщи PR_I (Маранбой). Позднепротерозойско-раннепалеозойские граниты, с которыми связана Sn–W минерализация в Центральной Австралии, приурочены к долгоживущим тектонически активным зонам и возникли, по-видимому, вследствие интенсивного проявления процессов гранитообразования в соседней Тасманской палеозойской складчатой области.

Месторождение Хэтчес Крик, открытое Д. Педларом в 1914 г., приурочено к толще верхнепротерозойских осадочно-вулканогенных пород группы Хэтчес-Крик, среди которых преобладают граувакки, песчаники, кварциты, полевошпат-кварцевые порфиры (рис. 3). Простирание пород в целом близширотное, на отдельных участках они интенсивно окварцованы, хлоритизированы, ороговикованы и прорваны телами габброидов. Граниты в пределах месторождения не обнажаются, ближайший выход их на поверхность известен в 5 км к югу, где они прорывают крупное тело полевошпатовых порфиров. Граниты двуслюдяные микроклиновые, возраст их считается раннепротерозойским. Геохронологическое определение 6 образцов гранитов дает возраст 1440 млн. лет [10, 15]. Породы в пределах месторождения смяты в пологие складки общего запад-северо-западного простирания, которые осложнены рядом брахиформных поднятий. На участке рудного поля оси складок изменяют свое простирание с северо-запада на север-северо-восток. Разрывные нарушения весьма многочисленны и представлены сбросо-сдвигами. Выделяются две наиболее мощные и протяженные зоны тектонических нарушений, расположенные близпараллельно друг другу и ограничивающие месторождение с запада и востока (см. рис. 3). За пределами этого тектонического блока пород рудных тел не известно. Западная зона Миа-Миа прослеживается далеко за пределы рудного поля. Породы в пределах нее раздроблены и интенсивно окварцованы, амплитуда горизонтального перемещения составляет примерно 1,5 км. Восточная зона аналогична по строению, но выражена менее отчетливо. В блоке пород между указанными нарушениями развита сеть более мелких сбросов преимущественно СВ и СЗ простирания.

Кварцево-рудные жилы, общим числом свыше 50, образуют на месторождении рудоносную зону северо-западного простирания шириной около 1,5 км и протяженностью 8 км. Жилы в пределах зоны распространены неравномерно и локализуются в нескольких пространственно обособленных участках (см. рис. 3). Длина отдельных жил по простиранию не превышает 150 м при мощности 0,3–1,5 м, однако, располагаясь обычно кулисообразно, они образуют жильные системы протяженностью 1–1,5 км (например, группа жил Кенгуру). Угол падения жил не более 40°. Широтные жилы имеют преимущественно южное падение, близмеридиональные падают как на восток, так и на запад. На глубину месторождение разведано до 100 м. Какого-либо изменения в минерализации или выклинивания жил в пределах этого интервала не устанавливается. Состав рудных тел отличается своеобразием – в жильном выполнении наряду с кварцем и мусковитом широко распространены биотит, полевой шпат, эпидот, гранат. Среди рудных минералов широко развиты вольфрамит, шеелит, молибденит, касситерит, минералы висмута и меди. Размещение оруденения в жилах неравномерное с образованием рудных столбов, карманов и т.п. Такие обогащенные участки оказываются приуроченными к коленообразным изгибам трещин, местам резкого изменения мощности жил, участкам сочленения

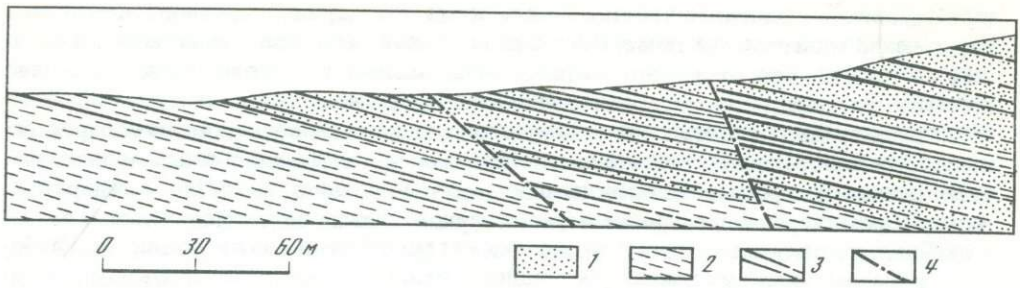


Рис. 4. **Схематический разрез месторождения Ваучоп [10]. Составлен по данным С.Дж.Сулливана**
1 – ороговикованные аргиллиты; *2* – кварциты; *3* – кварцево-рудные жилы; *4* – предполагаемые тектонические нарушения

и пересечения жил друг с другом. В случаях, когда жила оказывается смещена тектоническим нарушением, вольфрамовая минерализация развивается не только в жиле, но и "растекается" вдоль плоскости нарушения на отрезке, соединяющем концы смещенных жил, что указывает на более позднее по сравнению с жильным выполнением, метасоматическое развитие рудной минерализации. Интенсивные околорудные изменения не характерны. Отмечается лишь слабая серицитизация и каолинизация вмещающих пород на руднике Грин Диамонд.

Установлена следующая возрастная последовательность рудообразования [19]. Вольфрамовая минерализация является наиболее ранней, за ней следует висмутовая и молибденово-медная. Может быть отмечена определенная закономерность в размещении двух основных типов рудных тел, выделяющихся на месторождении. Рудные тела первого шеелит-вольфрамитового типа, примером которого могут служить участки Пионер, Грин Диамонд, имеют простой мусковит-кварцевый состав и расположены среди метаморфических толщ и изверженных пород габброидного состава (см. рис. 3). Шеелит преимущественно развит в жилах или отдельных их частях, залегающих в габброидах. Содержание его в этих случаях может достигать 60% от общего количества вольфрама (участок Пионер). По мере перехода жил в осадочно-метаморфические породы в них резко возрастает количество вольфрамита при одновременном снижении содержания шеелита. W–Mo–Cu оруденение, относимое ко второму типу, развито в южной части месторождения среди вулканических пород (участки Хит-ор-Мисс, Коппер Шоу). Для жил характерен разнообразный минеральный состав, обилие сульфидов, максимальные концентрации Mo и присутствие Cu в промышленных количествах. Из минералов вольфрама развит практически только вольфрамит. Отмеченная особенность в размещении минерализации может свидетельствовать о наличии в пределах месторождения Хэтчес Крик двух самостоятельных типов оруденения – вольфрамового, связанного с гранитным магматизмом, и медно-молибденового, проявляющегося в ассоциации с вулканитами среднекислого состава. На отдельных участках они могут быть пространственно совмещены.

Месторождение Ваучоп, периодически разрабатывающееся с 1917 г., приурочено к докембрийской толще пород, слагающих крупную пологую синклиналь и представленных частым переслаиванием песчаников и кварцитов, а также двумя [10] маломощными горизонтами глинистых сланцев. Кварцево-рудные жилы расположены в каждой из перечисленных литологических разностей пород (рис. 4). Ближайший выход на поверхность гранитов массива Девилз-Марблез находится в 3,5–4 км к северо-западу от рудного поля. На месторождении выявлено 15 кварцеворудных жил, из которых разрабатывалось в основном три до глубины 50–60 м. Протяженность жил достигает 1 км при мощности, изменяющейся от 15 до 50 см. Жилы расположены согласно с напластованием вмещающих пород и имеют пологое падение под углом 10–20° на юго-восток. Пластообразная форма жил осложняется на отдельных участках коленообразными изгибами. Строение и минеральный состав жил обычные для жильно-грейзеновых месторождений: вдоль зальбандов наблюдается мусковитовая оторочка мощностью 3–6 см, друзы

вольфрамита и единичные кристаллы флюорита, топаза, пирита, молибденита. Этот парагенезис минералов развивается и в центральной части жил, существенно состоящей из кварца. Тип околорудного изменения зависит от литологического состава вмещающих пород: жилы среди песчаников сопровождаются зонами турмалин-топазовых грейзенов, тогда как в глинистых сланцах преимущественно распространены мусковит-кварц-турмалиновые метасоматиты. Основным рудным минералом, определяющим промышленное значение месторождения, является вольфрамит, для которого характерно крайне неравномерное, гнездовое распределение. В незначительных количествах присутствуют также молибденит и висмутин. С глубиной размеры жил уменьшаются, одновременно в них появляются полевой шпат и гранат.

ОЛОВЯННО-ВОЛЬФРАМОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНО-АВСТРАЛИЙСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

Основные месторождения Sn и W Австралии сосредоточены в ее восточной прибрежной части, где они образуют рудоносный пояс, прослеживающийся в близмеридиональном направлении на расстоянии свыше 2500 км от п-ова Кейп-Йорк на севере до о-ва Тасмания на юге. В пределах складчатой области Восточной Австралии в направлении с запада на восток выделяются три складчатые системы [2]: 1) байкальская система Аделаида, завершившая геосинклинальное развитие в $Є_{1-2}$; 2) лакландская каледонская система с главной фазой складчатости в D_2; 3) герцинская система Новой Англии, орогенические движения в которой имели место в C_3–P_1. Из трех отмеченных систем проявления Sn и W минерализации известны в каледонской и герцинской системах, объединяемых в Тасманскую складчатую область. На основании фациального анализа, проведенного австралийскими геологами A. Voisey, D. Hill, D. Brown и другими, в пределах указанных систем выделяются по две структурно-формационные зоны: внешние миогеосинклинальные и внутренние эвгеосинклинальные. В Лакландской системе каледонид это соответственно Грампианско-Мельбурнская и Бенамбриан-Хилл-Эндская зоны, а в системе герцинид Новой Англии – зоны Хантер и Брисбен. При анализе распространения редкометальной минерализации по отношению к этим зонам устанавливается, что она тяготеет к границе сочленения зон эв- и миогеосинклинального типов и особенно к разделяющим их блокам пород докембрия или бортовым частям позднеорогенных впадин. При этом в эвгеосинклинальных комплексах осадков, представленных метавулканитами основного состава, амфиболитами, яшмами, кремнистыми и аспидными сланцами, преимущественно развита W и Mo–W минерализация. В краевых частях зон миогеосинклинального типа, сложенных терригенными песчано-сланцевыми породами, широкое распространение получает Sn, Sn–W, Sn–Nb–Ta оруденение.

Для Восточно-Австралийского складчатого пояса характерно неоднократное проявление орогенного магматизма [10, 11]. В пределах Лакландской зоны каледонид развиты гранитоиды двух интрузивных комплексов: послесреднедевонского (385–350 млн. лет) и раннекарбонового (350–300 млн. лет), представленные преимущественно гранодиоритами и лейкогранитами соответственно. В системе герцинид Новой Англии также выделяются два орогенных комплекса гранитоидов: позднекарбоновый – раннепермский (275–260 млн. лет) и пермо-триасовый (245–225 млн. лет). По составу это преимущественно ультракислые и аляскитовые граниты, образующие самостоятельные небольшие массивы округлой формы или участвующие в строении сложных по составу полихронных интрузивных тел, имеющих значительные размеры. Имеются указания [21] о проявлении третьего раннемелового (128–110 млн. лет) интрузивного комплекса порфировидных гранитов и аляскитов. Они образуют гипабиссальные штокообразные тела, прорывающие верхнепалеозойские и мезозойские отложения, и отчетливо приурочены к бортовым частям позднеорогенных вулканогенно-молассовых впадин. Большинство проявлений Sn–W минерализации связано в каледонских структурах с раннекарбоновым магматизмом, а в системе герцинид – с пермо-триасовым. Однако наиболее круп-

ные промышленные концентрации руд возникают, как правило, в связи с проявлением в указанных структурах еще более молодого магматизма: в герцинидах это раннемеловые граниты, а в каледонидах – пермо-триасовые интрузивы, которые "выплескиваются" сюда из соседней герцинской складчатой системы. Отмечается также отчетливая приуроченность массивов рудоносных гранитов к блокам ранней консолидации геосинклинальных зон. В пределах Восточно-Австралийского складчатого пояса Р.Г. Тейлором [20] выделяются несколько рудных провинций с Sn–W–Bi минерализацией, главнейшими из которых являются следующие характеризуемые ниже провинции (см. рис. 1): Хербертон, Новая Англия, Ардлетан, Западно-Тасманская, Блу Тиер.

ПРОВИНЦИЯ ХЕРБЕРТОН

В провинции насчитывается около 50 рудных полей, каждое из которых включает несколько пространственно обособленных Sn–W месторождений, разрабатывавшихся в различные периоды времени. Наиболее крупными оловорудными полями являются Ватсонвилл-Хербертон, Маунт Гарнет-Кангару Хиллз, Куктаун. В рудных полях и месторождениях Вольфрам Кэмп, Бамфорд-Петфорд, Маунт Карбайн, Персеверенс преимущественно развита вольфрамовая минерализация, на долю которой приходится около 30% добытых в стране вольфрамовых руд. Оловянно-вольфрамовая минерализация данной провинции связана преимущественно с гранитоидами С–Р и Р–Т возраста. Более точная датировка имеется лишь для отдельных массивов. Так, возраст гранитов Элизабет Крик в районе г. Георгтауна 282±12 млн. лет, для гранитов Герберт Ривер он равен 286±8 млн. лет, а возраст небольших гранитных массивов, обнажающихся в рудном поле Куктаун, более молодой – 247±6 млн. лет [18]. Массивы имеют крупные размеры; в строении их принимают участие до 10 и более разновидностей, варьирующих по составу от гранодиоритов и адамеллитов до биотитовых и лейкократовых гранитов; залегают они преимущественно среди слабо метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщ Pz_{2-3}. Из различных типов оловянно-вольфрамовой минерализации преобладающее распространение в данной провинции имеют трубообразные рудные залежи с развитым в них вольфрамит-грейзеновым или касситерит-силикатным минеральными парагенезисами. Известны также отдельные кварцево-жильно-грейзеновые проявления и пластообразные залежи оловоносных грейзенов.

Рудное поле Бамфорд-Петфорд. Приурочено к эндоконтактовой зоне гранитного массива, залегающего среди слабо метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщ Pz_3, и представлено многими десятками вольфрамоносных грейзеновых залежей трубообразной морфологии (рис. 5). Правильная цилиндрическая форма рудных тел наблюдается довольно редко. В большинстве случаев это прихотливо ветвящиеся тела, в целом изометричные в сечении, изобилующие многочисленными раздувами, ответвлениями, пережимами. Устанавливается также частая прерывистость по падению, вследствие чего они скорее представляют собой прерывистый ряд линз, чем единую трубообразную залежь. Рудные тела практически повсеместно локализованы в узкой (шириной не более 150 м) эндоконтактовой зоне гранитных массивов и имеют падение, согласное с направлением погружения их контактовой поверхности. Диаметр тел варьирует от 1,5 до 25–30 м. Выдержанность по вертикали остается неопределенной, поскольку в большинстве случаев глубина разработок не превышает 30–40 м. Наиболее глубокие шахты на руднике Вольфрам Кэмп, расположенном примерно в 25 км севернее Бамфорда, были пройдены до глубины 120–180 м.

Трубообразные залежи нередко расположены на расстоянии всего нескольких метров друг от друга, что позволяет проводить сплошную разработку значительных по протяженности участков эндоконтактовых зон грейзенизированных гранитов, а не каждой рудоносной трубки в отдельности. На месторождении Вольфрам Кэмп зона распространения трубообразных залежей прослеживается на расстоянии 4 км, а на месторождении Бамфорд – около 3 км. В пределах указанных зон насчитывается соответственно около 70 и свыше 250 продуктивных залежей. По мнению

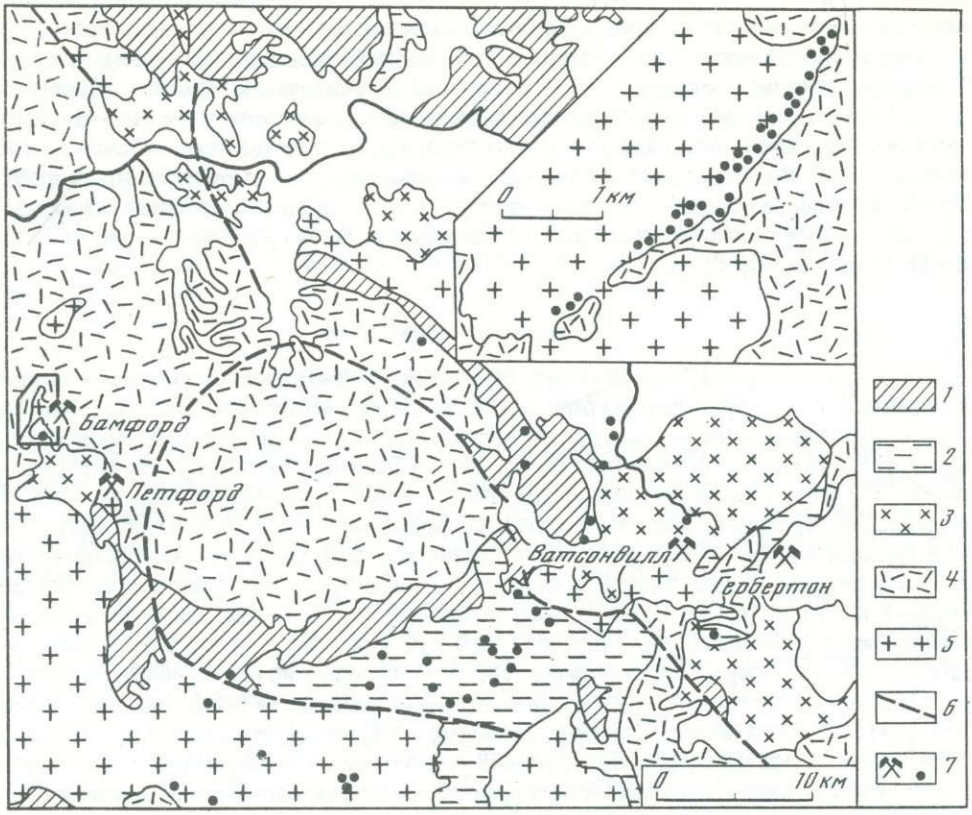


Рис. 5. **Размещение трубообразных рудных залежей с вольфрамовой (Бамфорд-Петфорд) и оловянной (Ватсонвилл-Хербертон) минерализацией. Составлена на основе геологической карты масштаба 1 : 25 000 [5]. На врезке – расположение вольфрамовых трубообразных залежей (показаны точками) на месторождении Бамфорд**

1 – гнейсы, амфиболиты, кварциты, кристаллические сланцы $P\epsilon$–Pz_1; *2* – песчано-сланцевые отложения Pz_3; *3* – граниты и гранодиориты Pz_3; *4* – терригенно-вулканогенные отложения наложенных впадин (P–T); *5* – лейкократовые граниты P–T, K_1; *6* – тектонические нарушения; *7* – трубообразные месторождения с Sn и W минерализацией

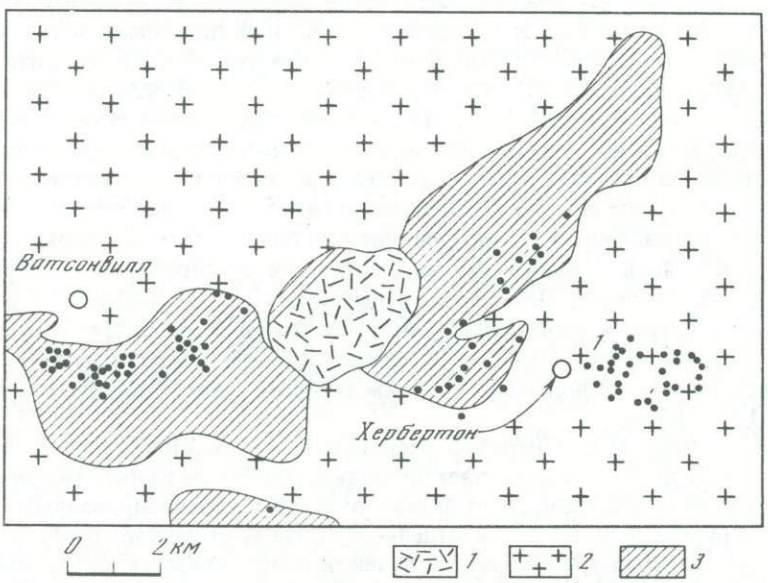


Рис. 6. **Размещение трубообразных оловоносных залежей (показаны точками) в рудном поле Ватсонвилл-Хербертон [6]**

1 – вулканиты; *2* – граниты; *3* – останцы песчано-сланцевых пород кровли

австралийских исследователей [10, 11], возникновение трубообразных рудных тел связано с интенсивным метасоматическим замещением гранитов в тектонически проработанных участках. Центральная часть трубообразных залежей сложена массивным кварцем, по периферии развиты зоны кварцевых и кварц-слюдяных грейзенов, сменяющихся далее ореолом грейзенизированных гранитов. Оруденение комплексное молибден-вольфрамовое, обычно с самородным висмутом. Иногда значительным распространением в рудах пользуются сульфиды – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, висмутин, количество которых с глубиной обычно возрастает (Бамфорд, Вольфрам Кэмп). Оловянная минерализация для рассматриваемых вольфрамоносных залежей не характерна. Распределение рудной минерализации в трубообразных телах весьма разнообразное. В одних случаях устанавливается ее концентрически-зональное размещение, при котором маломощные прожилковидные обособления рудных минералов расположены параллельно цилиндрическому очертанию трубки, образуя грубоконцентрический узор в центральной части тела. В других – это крупные гнездообразные скопления или тонкая рассеянная вкрапленность, в третьих – минерализация приурочивается к системам секущих трещин. Большинство исследователей придерживаются мнения, что степень рудоносности трубообразных залежей определяется интенсивностью грейзенизации гранитов.

Рудное поле Ватсонвилл-Хербертон. Расположено к востоку от вышерассмотренного (см. рис. 5) и во многом аналогично ему по строению. Здесь также рудные тела представлены многочисленными залежами трубообразной формы, свыше 100 из которых разрабатывались. Однако в данном случае они локализованы преимущественно в породах кровли (рис. 6), сложены отличным от грейзенов минеральным парагенезисом и содержат существенно оловянную или олово-сульфидную минерализацию. Отличаются трубообразные залежи и большей выдержанностью по падению. Так, шахты Грейт Нортен Ист и Грейт Нортен Галли достигли глубины свыше 200 м, а рудоносная трубка Вулкан, за период разработки которой с 1883 по 1930 г. добыто олова больше, чем из любого другого месторождения Австралии, прослежена до глубины 440 м, причем оруденение в промышленных концентрациях сохранялось до 366 м [11]. Основными в жильном парагенезисе трубообразных тел являются кварц и хлорит, помимо которых в том или ином количестве могут присутствовать один или несколько из следующих минералов: турмалин, каолинит, гранат, иногда магнетит, а также разнообразные сульфиды. В результате по минеральному составу среди рудных тел выделяются кварц-хлоритовые, турмалин-каолин-хлоритовые, кварц-турмалиновые и др.

Рудное поле Маунт Гарнет-Хербертон. Характеризуется широким развитием кварцево-жильной оловянной минерализации. В рудном поле насчитывается большое количество небольших по размеру месторождений, два из которых – Ретерн и Смитс Крик достаточно крупные и обеспечивали в 60-х годах около 40% добычи Sn в Австралии. Оруденение приурочено к крупному батолиту площадью около 7000 км^2, прорывающему осадочно-метаморфическую толщу палеозоя (рис. 7). В строении его участвуют разнообразные по составу гранитоиды, сформировавшиеся в период C_1–P_2 [20], широко распространены в районе месторождения дайки кварцевых порфиров и аплитов. Основное промышленное значение имеет оловянная минерализация касситерит-сульфидно-силикатного типа, помимо которой в районе известны объекты с W, Cu, Pb–Zn оруденением, проявляющиеся в различной геологической обстановке (см. рис. 7). По данным Р.Г. Тейлора [20], оловянная минерализация генетически связана с гранитами Элизабет Крик позднекарбонового возраста. Устанавливается разнообразие структурно-морфологических типов оруденения. Преобладающее распространение имеют кварцево-жильные месторождения хлоритового и турмалинового типов, размещение которых контролируется зонами тектонических нарушений, развитых в приконтактовой зоне гранитного плутона, реже в останцах кровли, сложенных кварцитами, аспидными сланцами, известняками и вулканитами (месторождения Ирвинбэнк, Эван). В эндоконтактах массивов известны также трубообразные залежи силикатного и грейзенового типов.

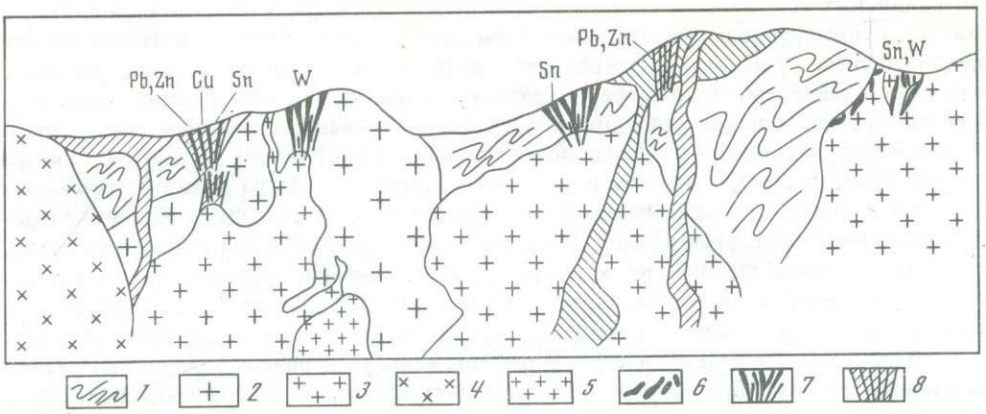


Рис. 7. **Типы и геологическая обстановка проявления Sn–W минерализации в рудной провинции Хербертон [20]**

1 – породы кровли; *2–5* – разновозрастные гранитоиды, участвующие в строении сложного интрузивного тела; *6* – трубообразные рудные залежи; *7* – жилы и трубообразные залежи; *8* – кварцево-рудные жилы

Рудное поле Куктаун. Рудное поле, известное с 1885 г., локализовано в осадочно-метаморфической толще Pz_1, сложенной глинистыми и хлоритовыми сланцами, песчаниками, кварцитами, пирокластическими породами, прорванными гранитоидным массивом площадью около 300 км^2, известным под названием "гранит Финлейсон" [20]. Преобладающим распространением пользуются адамелиты, известны также мелкозернистые граниты и диориты. Геохронологический возраст гранитов 247 млн. лет [18]. В массиве и вмещающих его породах развита система даек аплитов и гранит-порфиров. Коренные месторождения олова, помимо которых в рудном поле широко развиты россыпи, являющиеся главными объектами промышленной разработки, представлены кварц-турмалиновыми жилами, локализованными в эндоконтактовых частях массивов турмалинизированных гранитов – месторождения Маунт Лесвелл, Лайенс, Маунт Амос, Маунт Толберт и др. Кроме того, известны приконтактовые пластообразные залежи оловоносных грейзенов типа Блу Тир в Тасмании. Наиболее крупным рудником, разрабатывавшим методом размыва залежи этого типа, является Лоде Хилл. Рудное тело представляет купольную часть небольшого гранитного штока, обнажающуюся среди песчано-сланцевых пород кровли. Граниты интенсивно грейзенизированы, образуя грейзеновый рудоносный "покров" мощностью 30–35 м. Наблюдаются также единичные кварц-касситеритовые жилы. Аналогичные оловосодержащие грейзеновые тела разрабатывались на рудниках Дейли Фейс, Коллингвуд, Коронейшн и др.

ПРОВИНЦИЯ НОВАЯ АНГЛИЯ

Редкометальная минерализация пространственно приурочена к сложному интрузивному батолиту Новая Англия, обнажающемуся среди палеозойских метаморфических толщ на площади около 27 000 км^2 в северной части провинции Новый Южный Уэльс [20]. В геоморфологическом отношении район представляет плоскогорье, находящееся в среднем на высоте 750 м над уровнем моря с отдельными хребтами, достигающими 1200 м. В строении батолита участвуют различные по составу и времени формирования гранитоиды – адамеллиты, гранодиориты, граниты, аплиты. Наиболее ранними доверхнепалеозойскими образованиями являются адамеллиты и полевошпатовые порфиры. Карбон-пермские интрузии представлены амфибол-биотитовыми гранитами и гранодиоритами ("голубой гранит") и нормальными биотитовыми гранитами ("гранит Мериленд"). Поздний пермо-триасовый интрузивный комплекс представлен четырьмя разновидностями пород: порфировидными сфенсодержащими гранитами, крупноравномернозернистыми ("гранит Стенторп") и мелкозернистыми лейкократовыми гранитами ("гранит Сэнди"), а

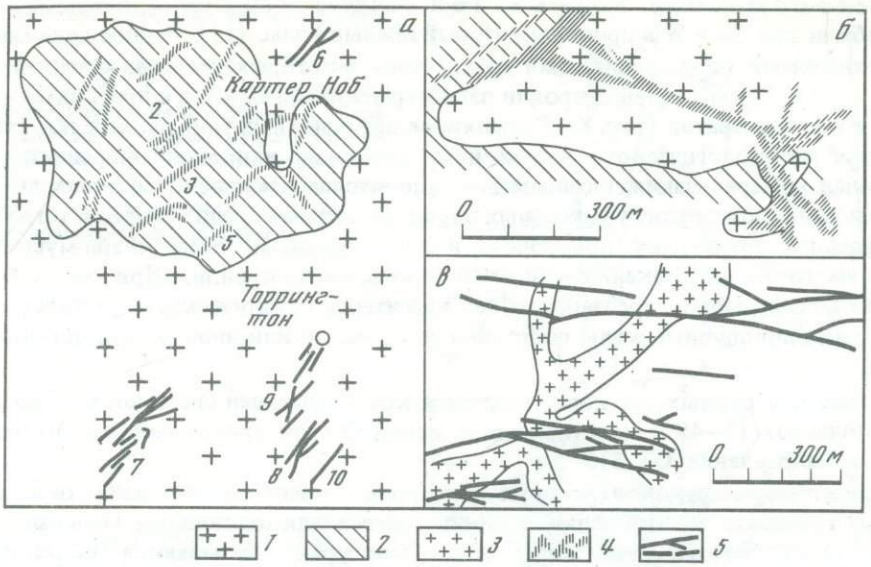


Рис. 8. **Схемы геологического строения рудного поля Торрингтон (*а*) и участков Картер Ноб (*б*) и Батлер (*в*). Составлены по данным Милхолланда [5]**

1 – песчано-сланцевые толщи P_1; *2* – биотитовые порфировидные граниты; *3* – дайкообразные тела мелкозернистых лейкократовых гранитов; *4* – тела вольфрамоносных грейзенов; *5* – касситерит-кварц-хлоритовые жилы. Рудники (цифры на рисунке): *1* – Висмут, *2* – Филдер Хилл, *3* – Вилд Кейт, *4* – Маунт Эвереpт, *5* – Вольфрам Хилл, *6* – Форд Хилл, *7* – Батлер, *8* – Карноус, *9* – Харт Датгмен, *10* – Уэллеру

также аплитами, слагающими в большинстве случаев дайки. Пермо-триасовый возраст гранитов, участвующих в сложении батолита, доказывается как геологическими наблюдениями, в частности, фактами прорывания ими песчано-сланцевых отложений P_1 и перекрытием юрскими породами, так и данными геохронологии, дающими возраст 224–245 млн. лет [8]. С гранитами этого комплекса и связано проявление редкометальной минерализации.

В провинции известно значительное количество рудных полей и месторождений с Sn–W минерализацией: Стенторп-Беллендепт, Глен Иннес-Велленгарра, Инверелл и др. Наиболее крупные месторождения Торрингтон и Хиллгров известны с конца прошлого столетия. Преобладают касситерит-силикатный кварцево-жильный и грейзеновый (кварцевые жилы, пластообразные и трубообразные залежи) типы оруденения. Касситерит-силикатные месторождения представлены малосульфидным кварц-хлоритовым типом. Исключение представляют рудные тела Конрад (вблизи Тингха), образованные штокверковой системой прожилков в дайках кварцевых порфиров, содержащих олово-сульфидную минерализацию: касситерит, станнин, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, пирротин, тетраэдрит. Для месторождений кварцево-жильно-грейзенового типа обычно характерно наличие нескольких генераций кварцевых жил. Ранние жилы дымчатого кварца, сопровождаемые окварцеванием боковых пород, практически безрудные. Более поздние тела стекловатого кварца содержат рассеянную вкрапленность касситерита. Основная масса редкометальной минерализации приурочена к кварц-роговиковым жилам, вдоль которых вмещающие граниты интенсивно грейзенизированы. На месторождении Хиллгроув наблюдается пространственное совмещение жильного кварц-шеелитового оруденения с поздней золото-сурьмяной минерализацией. Самостоятельные грейзеновые тела, несущие обычно вольфрамовую, иногда с висмутом, минерализацию, отличаются от кварцевых жил по существу отсутствием жильного выполнения и приурочиваются нередко к тем же системам рудоконтролирующих трещин. Для грейзеновых трубообразных тел характерна Mo и Bi минерализация, в меньшей мере вольфрамовая. Оруденение этого типа развито на месторождениях Кингсгейт, Дипвотер, Глен Эден, Мунби, Роки Ривер и др.

Месторождение Торрингтон являлось в 60-х годах главным объектом добычи руд Sn и W в провинции Новый Южный Уэльс [11]. Рудное поле сложено биотитовыми порфировидными гранитами, в которых заключен крупный площадью около 20 км^2 останец кровли раннепермских аргиллитов с прослоями песчаников и конгломератов (рис. 8). Выделяются два основных типа рудных тел, различающихся по геологическому положению, возможно и времени формирования. Оловянная минерализация связана с кварц-хлоритовыми жилами, и сопровождающими их зонами околорудно-измененных пород, развитыми среди гранитов, тогда как вольфрамовое оруденение приурочено к жилообразным телам кварц-мусковит-топазовых грейзенов, локализованным в останце пород кровли. При этом в большинстве вольфрамовых грейзеновых тел касситерит практически отсутствует, в то время как оловорудные жилы постоянно содержат то или иное количество вольфрамита.

Размещение рудных тел контролируется крутопадающей системой трещин северо-восточного (15–45°) простирания, в меньшей мере трещинами, ориентированными в направлении СЗ 315°.

Определенную рудоконтролирующую роль имеет также зона окварцевания в гранитах, в пределах которой рассеянная оловянная минерализация весьма убогая, но кварцевые жилы в ее контурах оказываются обогащенными рудными скоплениями. Следует также отметить наличие на многих оловорудных участках дайкообразных тел мелкозернистых лейкократовых гранитов (см. рис. 8в), с которыми, по-видимому, и связана оловянная минерализация. Основные оловянные рудники рассматриваемого поля – Батлер, Харт Дачмен, Форд Хилл и другие – разрабатывают кварц-хлоритовые жилы мощностью от 5–10 см до 90 см и протяженностью 200–300 м.

Околорудные зоны хлоритизированного гранита содержат вкрапленность касситерита и флюорита. Иногда хлоритизация проявляется вдоль трещин самостоятельно без жильного выполнения. Промышленное оловянное оруденение выдерживается по крайней мере до глубины 300–350 м.

Промышленные вольфрамовые руды приурочены к грейзеновым телам, описывавшимися в литературе под названием даек, силлов и штоков кварц-топазовой породы, кварцевого аплита, кварцита и др. В одних случаях это типичные жильные тела мощностью 1,5–2 м (рудник Картер), в других – пластообразные залежи мощностью до 30 м, прослеживающиеся по простиранию на десятки метров и нередко приурочивающиеся к контакту гранитов с осадочными породами (Филдер Хилл). В грейзенах наряду с рассеянной минерализацией встречаются мономинеральные блоки вольфрамита весом в несколько сотен килограмм. Помимо грейзеновых залежей, вольфрамовая минерализация наблюдается в маломощных кварцевых жилах и прожилках, развитых в гранитах или в дайках кварцевых порфиров, где они образуют штокверковую сеть. Дайки в зонах развития штокверков оказываются интенсивно окварцованы и грейзенизированы.

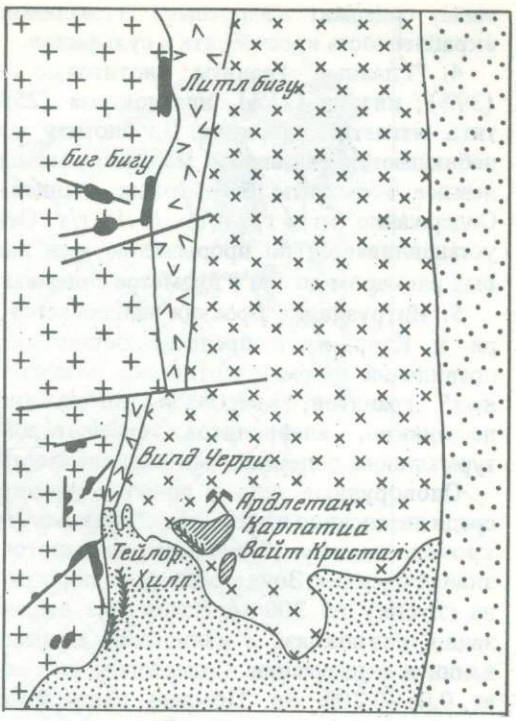
ПРОВИНЦИЯ АРДЛЕТАН

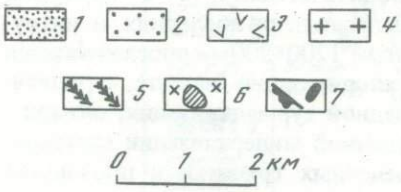
В отличие от двух рассмотренных выше провинций в данном случае устанавливается широкое развитие гранитоидного магматизма повышенной основности древнего ранне-, среднепалеозойского возраста, что находит отражение в ряде металлогенических особенностей, в частности, в преимущественном распространении Cu, Pb–Zn и Au оруденения; связи редкометальной минерализации с гранодиорит-гранитными интрузиями D_3–C_1 возраста; в преобладании руд Mo и Bi по сравнению с Sn и W и др. Наиболее значительным из разрабатывавшихся оловорудных объектов является месторождение Ардлетан, характеризующееся рядом интересных особенностей геологического строения.

Месторождение Ардлетан. Самые древние осадочно-метаморфические породы, обнажающиеся в районе месторождения, представлены аспидными сланцами, алевролитами, песчаниками, кварцитами, филлитами и кристаллическими сланцами ордовикского возраста. Указанная толща пород, собранная в изо-

Рис. 9. Размещение рудных тел в оловорудном поле Ардлетан [17]

1 – ордовикские отложения; *2* – девонские отложения; *3* – гранатсодержащие кварц-полевошпатовые порфиры; *4* – граниты Ардлетан; *5* – дайки рудных кварцевых порфиров; *6* – "главные" граниты с участками измененных гранитов (заштрихованы); *7* – тела рудоносных грейзенов и кварц-турмалиновых метасоматитов





клинальные складки с простиранием СВ 30°, несогласно перекрыта конгломератами, песчаниками, сланцами и кварцитами $S–D_3$, образующими складки различных направлений. Широко распространены в районе разновозрастные гранитоиды, слагающие интрузивный пояс протяженностью 320 км при ширине около 80 км. Наиболее крупные два массива – Ардлетан и Кикориа, сложенные биотитовыми и двуслюдяными гранитами позднесилурийского возраста [17]. Известные в районе многочисленные проявления редкометальной минерализации пространственно ассоциируют с указанными массивами. Последние в районах Ардлетан и Муррами прорваны небольшими штокообразными телами позднедевонских гранитов. По мнению Р. Патерсона [17], с внедрением этих гранитов связаны процессы мобилизации и регенерации силурийских концентраций олова и формирование месторождения Ардлетан. Указанный вывод доказывается следующей последовательностью формирования гранитоидов и минерализации, устанавливающейся в пределах собственно рудного поля месторождения Ардлетан (рис. 9).

1. Гранатсодержащие кварц-полевошпатовые порфиры, формировавшиеся на относительно небольшой глубине с образованием субвулканических некков, даек, силлов и туфов. Порфиры содержат ксенолиты осадочных пород. Фенокристаллы представлены кварцем, плагиоклазом, калишпатом, биотитом; акцессорные – гранат, сфен и апатит. Содержание олова в породе 8 г/т, т.е. в 2 раза превышает кларковое.

2. "Ардлетанские" граниты, слагающие большую часть массива. Сложены кварцем (40%), калишпатом (30%), плагиоклазом (20%), биотитом (5%), турмалином (3%) и мусковитом (2%). Акцессорные минералы – апатит, магнетит, топаз, циркон, сфен. В краевых частях граниты порфировидной текстуры. В гранитах вдоль восточной эндоконтактовой части наблюдаются многочисленные тела касситеритсодержащих грейзенов и кварц-турмалин-серицит-хлорит-топазовых метасоматитов. Содержание Sn в гранитах от 10 до 60 г/т, а F – 0,31%.

3. Дайки кварцевых порфиров, формирование которых сопровождалось эксплозивным брекчированием вдоль контактов. Основная афанитовая масса пород даек состоит из кварца и калишпата, фенокристаллы представлены плагиоклазом и кварцем. Характерно развитие розеток турмалина, замещающего слюду и калишпат. Порфиры и вмещающие породы вблизи даек грейзенизиро-

ваны, содержат кварцевые, турмалиновые, топазовые прожилки и рассеянную вкрапленность касситерита и сульфидов.

4. "Главные" граниты, биотитовые среднезернистые, состоящие из калишпата (39%), кварца (25%), плагиоклаза (25%), биотита (15%) и акцессорных – апатита, магнетита, циркона. По биотиту развивается вторичный хлорит. В гранитах наблюдаются единичные маломощные дайки микрогранитов, а также многочисленные ксенолиты биотитовых сланцев, хлоритовых алевролитов и кварцитов. Содержание Sn в гранитах 6–15 г/т. Относительный возраст "главных" гранитов устанавливается по прорыванию ими даек кварцевых порфиров, обломки которых размером до 1 м в диаметре содержатся в гранитах.

5. Интрузивная брекчия наблюдается на участке между рудными телами Черри и Карпатия в пределах останца пород кровли. Брекчия представлена неправильной формы хаотически распределенными обломками измененных "главных" гранитов, кварцитов, интенсивно метаморфизованных черных сланцев, песчаников, алевролитов, сцементированных мелкозернистым гранитом и турмалином, содержащими вкрапленность касситерита.

Оловорудные тела с прожилково-вкрапленной минерализацией локализуются среди интенсивно измененных "главных" гранитов вблизи их контакта с породами кровли, на что указывают наличие многочисленных ксенолитов последних и интрузивная брекчия. Зона измененных пород имеет размеры 1200×300 м и прослеживается на глубину до 300 м. Изменение выражается в хлоритизации биотита, серицитизации плагиоклаза и калишпата, а также в площадной турмалинизации, окварцевании и топазизации. Содержание рассеянной оловянной минерализации составляет 0,05–0,20% Sn. Помимо касситерита в измененных гранитах и прожилках встречаются флюорит, карбонат, а также сульфиды – пирит, арсенопирит, халькопирит, реже галенит и сфалерит. Касситерит тесно ассоциирует с халькопиритом, турмалином и хлоритом. Отдельные рудные тела измененных гранитов имеют трубообразную морфологию и сопровождаются брекчированием (например, рудное тело Вайт Кристал). Обломки измененных гранитов в таких брекчиях, имеющих трубообразную или жильную форму, сцементированы кварцем, турмалином, сульфидами.

В рудном поле Ардлетан известно 6 рудных тел – Вилд Черри, Южный Черри, Ардвест, Вайт Кристал, Карпатиа и Стакпул. Первые три из них сближены и дают около 70% общих запасов рудного поля. Они пространственно приурочены к контакту останца дайки кварцевых порфиров. Тела Вилд Черри и Вайт Кристал отработаны. В целом руды месторождения содержат (в %) Sn – 0,50, Zn – 0,80, Cu – 0,10.

ПРОВИНЦИИ ЗАПАДНО-ТАСМАНСКАЯ И БЛУ ТИР

В пределах указанных провинций, расположенных на северо-западе и северо-востоке о-ва Тасмания, сосредоточены основные месторождения олова и вольфрама Австралии. Как видно из рис. 10, массивы рудоносных гранитоидов локализованы здесь в дугообразной зоне, огибающей с севера блок докембрийских пород – кварцитов, амфиболитов с прослоями эклогитов, аспидных и гранатовых сланцев, известный под названием антиклинория Тайен. Дугообразная ориентировка пояса подчеркивается направлением складок, к центральным частям которых приурочены гранитные массивы. Учитывая современные очертания острова, обнаженными оказываются лишь северо-западный и северо-восточный сегменты такой дуги, в пределах которых и расположены характеризуемые провинции. К северной океанической части намеченной дуги пространственно тяготеет о-в Кинг, где известно промышленное скарново-шеелитовое месторождение Кинг-Айленд. Разрезы нижнепалеозойских геосинклинальных толщ, развитых в северо-западной и северо-восточной частях Тасмании, сходные и характеризуются наличием мощных вулканогенно-терригенных отложений кембрия, сменяющихся ордовикскими существенно карбонатными толщами и далее вверх по разрезу преимущественно терригенными породами S и D. Отличие заключается в более широком развитии вулканитов основного состава в северо-восточной части Тасмании.

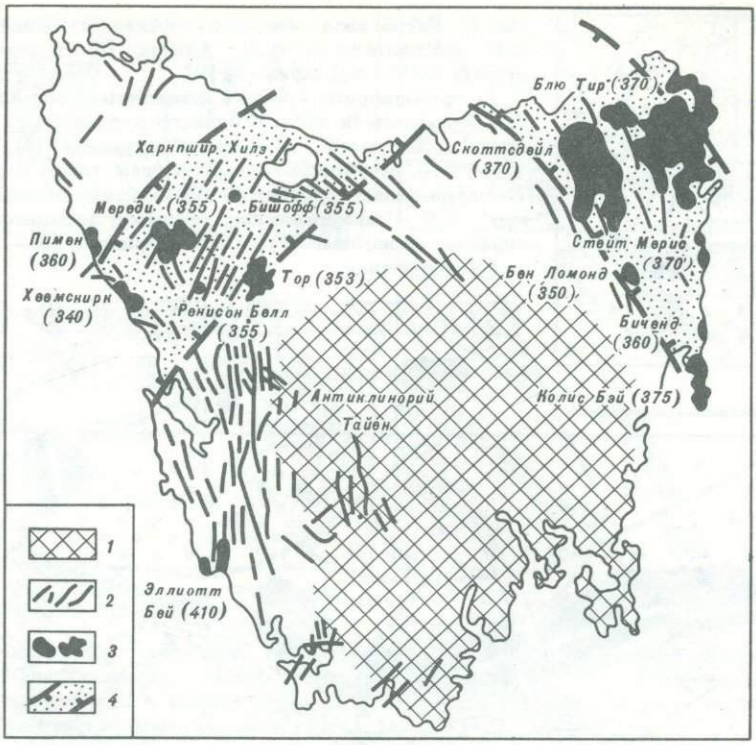


Рис. 10. **Размещение гранитных массивов (в скобках указан возраст в млн. лет), с которыми связана Sn–W минерализация, по периферии докембрийского блока пород в пределах о-ва Тасмания. Составлена по материалам австралийских геологов [8, 10, 11, 13]**

1 – докембрийские кристаллические породы; *2* – вулканогенно-осадочные толщи Pz_1, частично перекрытые породами чехла, и направление складчатых структур; *3* – массивы рудоносных гранитов; *4* – зоны распространения Sn–W минерализации

Указанное различие подчеркивается и некоторой спецификой проявления Sn–W минерализации. На северо-западе Тасмании распространены собственно оловянные с незначительной примесью вольфрама месторождения касситерит-силикатного и грейзенового касситерит-кварцевого типов, а также оловоносные колчеданно-полиметаллические месторождения [1]. В северо-восточной части Тасмании, наряду с оловянной, известна и промышленная вольфрамовая минерализация кварцево-жильно-грейзенового типа. Возраст рудоносных интрузий большинством исследователей датируется как позднедевонский (см. рис. 10), однако имеются данные, указывающие на возможность проявления здесь более молодых гранитов. Наиболее крупными оловянными месторождениями в Западно-Тасманской провинции являются Маунт-Бишоф, Ренисон Белл и Маунт Кливленд, а в провинции Блю Тир – месторождения района Аберфойл-Стори Крик и Блю Тир. Прежде чем перейти к рассмотрению указанных рудных полей, коротко охарактеризуем месторождение Кинг-Айленд, относящееся к нехарактерному для Австралии типу шеелитоносных скарнов.

Месторождение Кинг-Айленд. Расположено в юго-восточной части о-ва Кинг среди вулканогенно-терригенных отложений, прорванных массивами адамеллитов и гранодиоритов C_1 (рис. 11). Месторождение открыто в 1911 г., за период его разработки до 1974 г. добыто около 30 тыс. т WO_3 [9, 11]. Установлено три промышленных скарноворудных тела – 1, Долфин и Болд Хэд, пространственно приуроченных к горизонтам известняков среди вулканитов основного состава (см. рис. 11а). Помимо этих основных тел, в пределах рудовмещающего горизонта выделяются еще несколько скарновых пластов, представленных шеелитсодержащими актинолитовыми, биотит-полевошпат-пироксеновыми роговиками и гранат-пироксеновыми скарнами. Шеелит встречается в виде тонко-

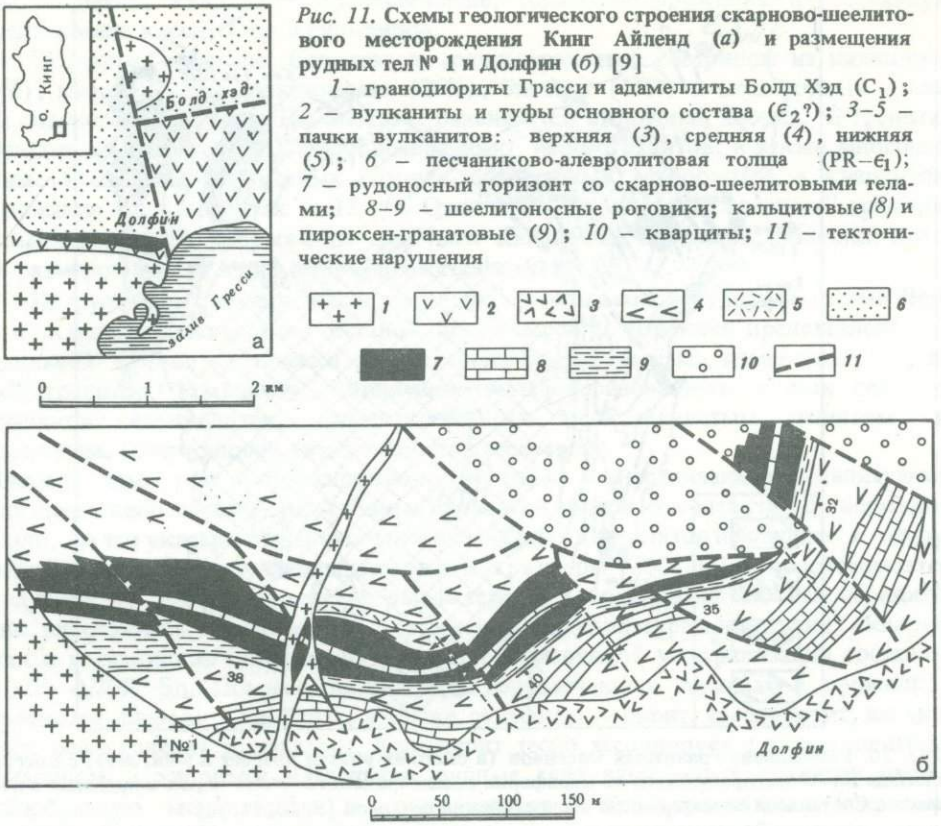


Рис. 11. **Схемы геологического строения скарново-шеелитового месторождения Кинг Айленд (*а*) и размещения рудных тел № 1 и Долфин (*б*) [9]**

1 – гранодиориты Грасси и адамеллиты Болд Хэд (C_1); *2* – вулканиты и туфы основного состава (ϵ_2?); *3–5* – пачки вулканитов: верхняя (*3*), средняя (*4*), нижняя (*5*); *6* – песчаниково-алевролитовая толща ($PR–\epsilon_1$); *7* – рудоносный горизонт со скарново-шеелитовыми телами; *8–9* – шеелитоносные роговики; кальцитовые *(8)* и пироксен-гранатовые (*9*); *10* – кварциты; *11* – тектонические нарушения

зернистой (0,05–2 мм) рассеянной вкрапленности и секущих прожилков главным образом в линзах андрадитовых скарнов. Известны также единичные кварц-шеелитовые жилы мощностью 2–15 см. Шеелит в них крупнокристаллический, местами выполняет жилу по всей ее мощности. Из сульфидов в рудах месторождения в небольшом количестве присутствуют халькопирит, молибденит, сфалерит, галенит, пирротин, арсенопирит, пирит, висмутин. Экономическое значение имеет лишь молибденовая минерализация. Рудное тело 1 мощностью около 12м с содержанием в рудах около 1% WO_3 разрабатывалось открытым способом. Следует отметить факт уменьшения в нем содержания вольфрама с глубиной по мере приближения к массиву гранодиоритов. Рудное тело Долфин является восточным продолжением предыдущего (см. рис. 11,б) и отличается от него более высокими концентрациями WO_3. Слепая рудная залежь Болд Хэд, выявленная в 1968 г. по геохимическим аномалиям, расположена на фланге рудного поля. Большинство исследователей связывают формирование месторождения с процессами биметасоматического замещения горизонтов известняков в контактовой зоне массива гранодиоритов. Однако в последние годы высказана также точка зрения [9] о вулканогенно-осадочном происхождении оруденения, не связанном с интрузивной деятельностью, что доказывается фактами литолого-фациального контроля в размещении рудных тел, пересечениями их дайками – апофизами гранодиоритов, наличием реликтовых текстур руд, повышенными содержаниями в рудах Ti, Ni, Cr и др.

М е с т о р о ж д е н и е М а у н т-Б и ш о ф. Расположено в пределах одноименной горы, относительное превышение которой составляет 150 м. Месторождение было открыто Джемсом Смитом в 1871 г. и примерно до сороковых годов нашего столетия являлось одним из крупнейших оловянных рудников, дававшим около 8% мировой добычи олова. В настоящее время оно в значительной степени выработано, ежегодная добыча сократилась до нескольких тысяч тонн Sn. Участок месторождения, по данным С.Л. Найта [10] и М.Соломона [11], сложен осадочно-метаморфическими отложениями P, представленными кварцитами с прослоями гли-

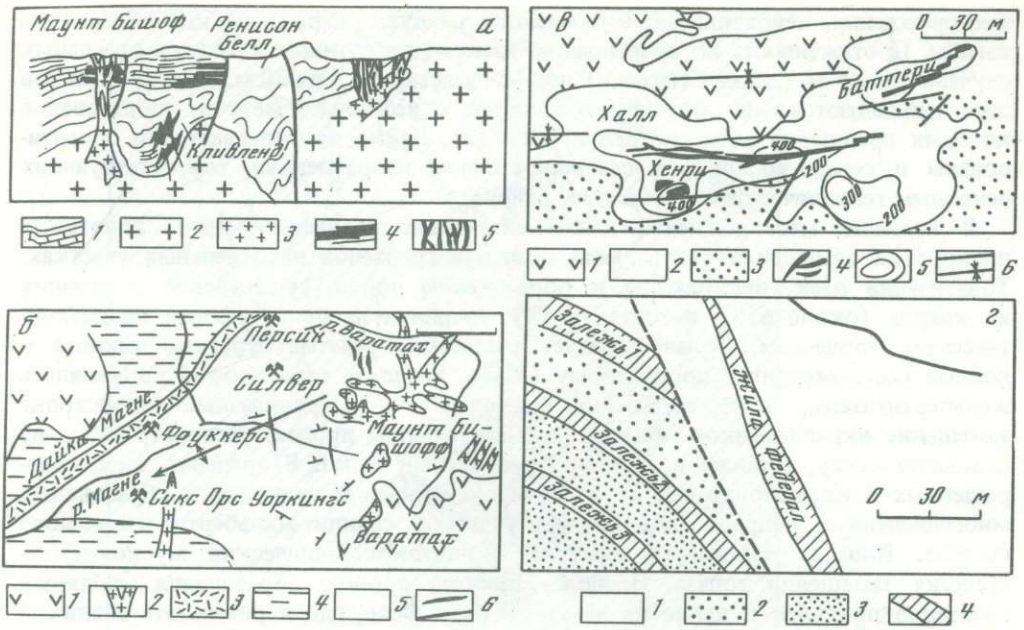


Рис. 12. **Схемы, иллюстрирующие геологическую обстановку проявления различных типов оловянной минерализации в Западно-Тасманской провинции (*а*) и строение основных оловорудных месторождений – Маунт Бишоф (*б*), Кливленд (*в*), Ренисон Белл (*г*). Составлены по материалам австралийских геологов [10, 11, 14, 16]**

а: *1* – кремнисто-карбонатно-терригенная толща PЄ, *2–3* – различные гранитоиды, *4* – касситерит-сульфидные рудные залежи, *5* – кварц-турмалиновые жилы с Sn и Pb–Zn минерализацией

б: *1* – базальты (Tr); *2* – кварц-полевошпатовые порфиры (D); *3* – альбитовые порфиры (D); *4* – аргиллиты, граувакки, глинистые и кремнистые сланцы, песчаники (Є); *5* – кварциты, глинистые сланцы, доломиты (PR); *6* – жилы

в: *1* – вулканиты; *2* – рассланцованные туфы с прослоями кварцитов, *3* – слюдистые песчаники, *4*, *5* – рудные тела (*4*) и их контуры на глубине (*5*), установленные по геофизическим данным, *6* – тектонические нарушения и оси антиклиналей

г: *1* – аргиллиты; *2* – красноцветная толща с прослоями доломитов (Є); *3* – сланцы серии Ренисон Белл (PЄ); *4* – олово-сульфидные залежи

нистых сланцев и доломитов. В южной части рудного поля расположен наиболее мощный (75 м) пласт доломитов. В районе месторождения широко распространены кембрийские породы: глинистые сланцы и песчаники, граувакки, аргиллиты, кремнистые сланцы и метавулканиты, а также третичные базальты (рис. 12, *а*, *б*). Отложения PЄ и Є разделены узкой (десятки метров) полосой пород основного состава, представленных главным образом диабазовыми порфиритами [14]. В качестве одной из характерных особенностей строения месторождения следует подчеркнуть широкое распространение по периферии рудного поля проявлений стратиформной серебросодержащей свинцово-цинковой и колчеданно-полиметаллической минерализации – рудники Магне, Персик Секшн и др. (см. рис. 12б).

В нескольких километрах к югу от месторождения расположен массив адамелитов, известный под названием "гранит Мередит", предположительно позднедевонского возраста. В пределах рудного поля широко развиты дайки и "пластовые" тела кварц-полевошпатовых порфиров, являющиеся, по-видимому, дайками – апофизами указанного массива. Подтверждением этому служит факт наличия протяженных даек-апофиз в северной части гранитного массива, аналогичных по составу дайкам месторождения и также постмагматически измененных. Геохронологический возраст их близок и составляет 349–355 млн. лет для даек месторождения и 350 млн. лет для гранитного массива и его апофиз [7, 13]. Отдельные дайки кварц-полевошпатовых порфиров развиты и на участке между гранитным массивом и месторождением. Морфология даек, развитых на

месторождении, неправильная, наблюдаются раздувы, пережимы, коленообразные изгибы. Протяженность по простиранию измеряется сотнями метров, в отдельных случаях до 2,5 м (дайка Станхоуп) при мощности от 0,3 до 30 м. Вдоль контактов даек наблюдаются зоны брекчий мощностью в несколько метров, образование которых предшествовало внедрению даек [2]. Дайки крутопадающие и ориентированы в северо-западном и северо-восточном направлениях, соответствующих основным тектоническим нарушениям района.

В пределах месторождения дайки интенсивно грейзенизированы вплоть до полного их замещения различными фациями грейзенов на отдельных участках. Топазизация даек, приводящая к образованию пород, существенно состоящих из кварца (около 65%) и топаза (35%), является наиболее ранним постмагматическим процессом. Топаз образует радиально-лучистые агрегаты пикнита и полные псевдоморфозы по полевому шпату. Вслед за топазизацией проявлялась жильбертитизация и серицитизация дайковых тел. Первоначально происходит замещение вкрапленников полевых шпатов, а затем процесс распространялся на основную массу, а также и на новообразованный топаз. В пределах даек, превращенных в кварц-топазовый грейзен, мусковитизация приводит к образованию многочисленных неправильной формы участков серицит-жильбертит-кварцевого состава. Иногда развивается дамурит (криптокристаллический мусковит) – продукт замещения топаза. Наиболее широко процесс образования слюдяных грейзенов проявлен в дайке на участке Браун Фейс, где в результате возникли большие массы пиритсодержащего мусковита, который в изломе обнаруживает лучистую структуру, напоминающую структуру пикнитовой породы. Под действием поверхностных вод эти скопления мусковита превращены в глиноподобную массу коричневого цвета. Одновременно со слюдами происходило частичное образование флюорита. Развитие флюорита приводит к другой интересной минералогической особенности на рассматриваемом месторождении – к образованию прозопита, возникавшего вследствие замещения флюоритом топаза. Турмалинизация порфировых даек – процесс наиболее поздний по сравнению с топазизацией и мусковитизацией и проявлен отчетливо локально: турмалин замещает либо вкрапленники полевых шпатов, либо развивается вдоль зальбандов даек. Обычны лучистые агрегаты турмалина, тяготеющие к участкам развития пикнита.

На месторождении выделяют три типа рудных тел: тела замещения в доломитовом пласте среди докембрийских вулканогенно-осадочных пород, оловоносные грейзенизированные дайки кварц-полевошпатовых порфиров и кварцеворудные жилы. Первые два типа являются основными и заключают в себе большую часть запасов олова на месторождении. Пирротин-тальк-карбонатные тела замещения в доломитах представляют собой блоки пород, со всех сторон ограниченные сбросами. Заключенные в такие структурные "ловушки" породы – доломиты, частично песчаники и сланцы, оказываются интенсивно перемяты, раздроблены и метасоматически замещены сульфидами, тальком, серицитом, турмалином, касситеритом и др. Дайки, пересекающие такие метасоматические залежи, также оказываются в значительной степени брекчированы и замещены сульфидами, тальком, пирофиллитом и др. Процесс замещения происходил, по-видимому, позднее грейзенизации даек, поскольку в пирротин-талько-карбонатных телах наблюдаются реликты грейзенизированных даек (Уайт Фейс). На месторождении известно несколько участков с развитием данного типа минерализации – Уайт, Браун, Госсан, Грейзен Фейс и др. (рис. 13). Выделяются различные типы руд [2]: 1) карбонат-сульфидные, представленные крупнокристаллическим карбонатом с рассеянной вкрапленностью и прожилками пирротина, пирита, арсенопирита и редко встречающихся халькопирита, галенита и касситерита; 2) массивные пирротиновые руды с выделениями коломорфного пирита, прожилками халькопирита, висмутина, галенита и убогой вкрапленностью касситерита и станнина; 3) тальк-пирротиновые руды, представляющие частое чередование миллиметровых прослоев талька и пирротина; касситерит встречается редко.

В пределах рудных тел иногда наблюдается отчетливая "слоистость", выражающаяся в чередовании пачек пород различного состава. Так, на участке Уайт Фейс

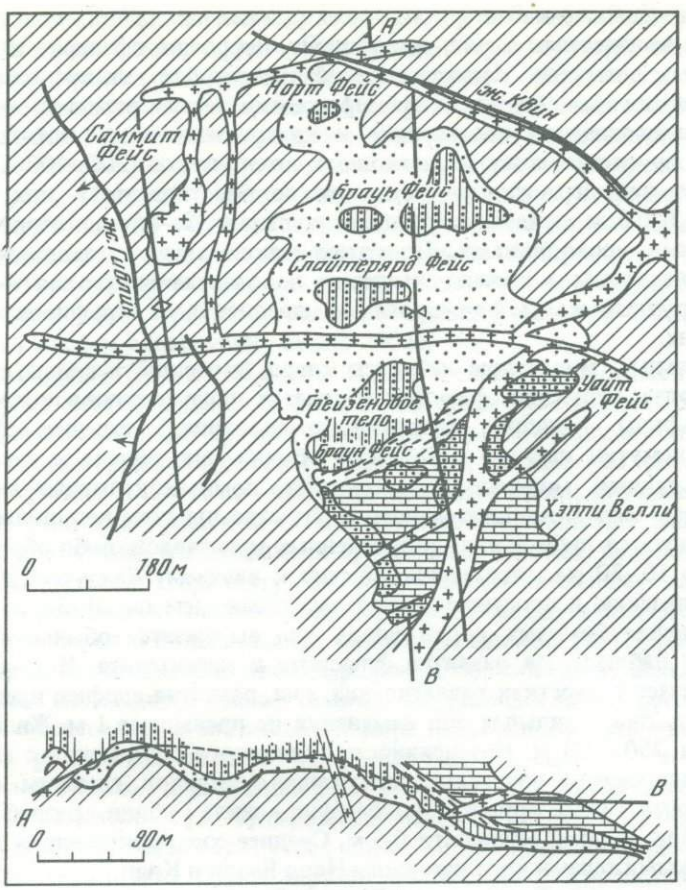


Рис. 13. **Схема геологического положения касситерит-сульфидных рудных тел на месторождении Маунт Бишоф [11]**

1 – кварциты и глинистые сланцы; *2* – лежачий бок глинистых сланцев; *3* – пачка "нижних" доломитов – минерализованных (*а*) и безрудных (*б*); *4* – пачка верхних доломитов – минерализованных (*а*) и безрудных (*б*); *5* – асбестовый горизонт; *6* – кварцево-рудные жилы

в направлении снизу вверх происходит смена слоев: вторичного марказита, практически нацело заместившего касситеритсодержащие залежи пирротина; мелкокристаллического касситерита; талька и далее турмалина. В самой верхней части расположен слой кварцевого "песка", состоящего из мелких кристалликов кварца, молочно-белый цвет которых определил название данного участка. Рудные тела с поверхности, а иногда и на значительную глубину оказываются превращены в оловоносные лимонитовые железные шляпы. В других случаях продукты окисления полностью эродированы, а сохранился остаточный химически и механически сконцентрированный касситеритсодержащий песок, который являлся одним из самых богатых типов оловянных руд в мире. Первичные руды сохранились лишь в шарнирах синклинальных складок или в участках, где они были перекрыты маломощным горизонтом кварцитов. Второй тип рудных тел месторождения – оловоносные грейзенизированные дайки, имеет менее важное промышленное значение. Касситерит в дайках обычно развивается вдоль систем секущих трещин или в виде псевдоморфоз по полевому шпату, реже образует вкрапленность, тяготеющую к зальбандам. Иногда наблюдается замещение касситеритом топаза и турмалина. Следует отметить, что касситерит присутствует практически во всех, в том числе и слабо или почти неизмененных дайках. Среднее содержание Sn в таких случаях примерно 0,005%, среднее же содержание Sn в измененных дайках равно 0,2–0,25%, а максимальные концентрации достигают 4%. Повышение концентрации Sn отмечается обычно в местах расширений даек, возникающих при пересечении ими

сбросовых трещин. Помимо касситерита во всех рудоносных дайках присутствуют в незначительных количествах пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и галенит, реже молибденит и висмутин. Наконец, третий тип рудных тел, представленный кварцево-рудными жилами, играет на месторождении весьма ограниченную роль. Жилы имеют северо-западное простирание и крутое падение на юго-запад. По простиранию они прослеживаются на несколько сотен метров (300–700 м). Характерна крайняя невыдержанность мощности по простиранию – при средней мощности жил 0,2–0,3 м отдельные раздувы достигают 2–4,5 м, которые затем сменяются тонкими проводниками. При этом максимальная мощность наблюдается у жил, залегающих в песчано-сланцевых породах, минимальная – в кварцитах. Кварцево-рудные жилы формировались позднее даек порфиров и отчетливо пересекают их.

Основным жильным минералом является кварц, имеющий нередко гребенчатую текстуру; топаз, турмалин, флюорит и сидерит присутствуют в подчиненном количестве. Сульфиды – пирит, пирротин, арсенопирит, галенит, сфалерит, халькопирит и висмутин широко развиты и обычно приурочены к зальбандам жил. Главный рудный минерал – касситерит, помимо которого лишь в верхних горизонтах жил в незначительном количестве присутствует вольфрамит. Касситерит наблюдается либо в виде разрозненных кристаллов, либо образует полосы мощностью 10–30 см, тяготеющие обычно к висячему боку жил и прослеживающиеся по падению и простиранию нередко более чем на 20–30 м. Метасоматическое изменение боковых пород вдоль жил выражается обычно в их окварцевании, реже наблюдается развитие флюорита и касситерита. Интенсивность изменения возрастает в участках разветвления жил, развития апофиз, прожилков. В целом мощность околожильных зон изменения не превышает 1 м. Жилы разведаны до глубины 250–300 м. Интенсивность оловянного оруденения с глубиной уменьшается, одновременно возрастает содержание сульфидов, главным образом галенита и сфалерита. Самое крупное рудное тело – жила Гиблин, разработана до глубины 300 м при средней мощности 0,6 м. Среднее содержание олова 1%. Другими промышленными телами являлись жилы Норд Вэлли и Квин.

Месторождение Ренисон Белл. Во многом аналогично охарактеризованному выше месторождению Маунт Бишоф. Как подчеркивает М. Соломон [11], сходство между этими месторождениями поразительное и касается стратиграфии, структуры, магматизма и минерального состава рудных тел, что указывает на общность их генезиса. Месторождение Ренисон Белл также залегает среди осадочных толщ докембрия и кембрийского возраста, представленных кварцитами, аргиллитами, граувакками, известково-глинистыми сланцами с мощными прослоями доломитов в нижней части разреза (рис. 12). Среди аргиллитов верхней пачки кембрийских отложений встречаются силлоподобные тела основных и ультраосновных пород [17]. Интрузивные породы представлены телом кварцевого порфира, расположенным в 1,6 км к югу от месторождения, от которого отходит система даек-апофиз. В пределах рудного поля установлена лишь одна небольшая дайка. По-видимому, это купольные части того же, что и в районе месторождений Маунт Бишоф, гранитного массива Мередит. Возраст порфиров составляет 355 млн. лет [7, 13]. Порфиры интенсивно турмалинизированы и превращены на отдельных участках в существенно шерловую породу. Оловянная минерализация присутствует в различных типах рудных тел: в стратифицированных сульфидных залежах, называемых "силлами", метасоматически развивающихся преимущественно по прослоям доломитов; в секущих кварц-сульфидных жилах, обогащенных турмалином; наконец, в грейзенизированных и турмалинизированных дайках кварц-полевошпатовых порфиров. Основные промышленные концентрации олова сосредоточены в трех рудоносных "силлах" (см. рис. 12 г).

Силл 1 представлен слабо минерализованным горизонтом доломитов в верхней части красноцветной толщи кембрия. Силл 2 является главным рудным телом месторождения и приурочен к пласту доломитов, развитому вдоль границы отложений $PЄ$ и $Є$. Среднее содержание олова в этом рудном теле 1%. Силл 3 лока-

лизован в кембрийских глинистых сланцах серии Ренисон Белл вблизи их контакта с нижележащими кварцитами. Преобладающее распространение в рудных телах имеют сульфиды – пирротин, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит и др. Жильные минералы представлены кварцем и флюоритом. Наибольшие концентрации касситерита, образующего тонкозернистую рассеянную вкрапленность в сульфидах и кварце, наблюдаются в участках рудных тел, обогащенных арсенопиритом. Помимо касситерита встречены также станнин, канфильдит и франкеит. Оловоносные кварц-турмалиновые жилы являются главным источником образования россыпей и железных шляп, которые разрабатывались на месторождении до 1935 г. Добыча коренного олова производилась из двух жил – Аппер Блоу и Федерал, прослеживающихся по простиранию несогласно с напластованием вмещающих пород на расстоянии 650 м и на глубину около 250 м.

Месторождение Маунт Кливленд. Расположено примерно в 1,5 км к западу от месторождения Маунт-Бишоф среди кембрийских отложений группы Дундас, представленных граувакками, глинистыми сланцами, спиллитами и туфами основного состава с прослоями кремнистых сланцев (см. рис. 11, *а*). Месторождение открыто в 1898 г. по выходам железных шляп, которые рассматривались первоначально как продукты окисления серебро-свинцовых жил. Месторождение представлено серией жилообразных сульфидных залежей, приуроченных к четкому стратиграфическому горизонту, так называемому жильному пласту известково-глинисто-кремнистых сланцев, расположенному между вышележащей пачкой вулканических пород и подстилающей толщей песчаников [15]. Породы рудовмещающего горизонта интенсивно дислоцированы с образованием сложной системы микроскладок. Согласное с напластованием вмещающих пород расположение рудных залежей оказывается в значительной мере нарушенным. Отмечается локализация мощных рудных залежей в замковых частях складок. В целом интенсивность складчатых деформаций во многом определяет положение мощность, состав и качество руд сульфидных залежей [11]. Стратифицированный характер развития касситерит-сульфидного оруденения подчеркивается тонкослоистой текстурой руд, обусловленной полосчатым распределением касситерита, сульфидов, турмалина и хлорита, а также единичных маломощных пропластков кремнистых сланцев и иногда флюорита. На месторождении выделяются четыре наиболее крупные согласные рудные залежи – Холл, Генри, Баттери и Лак (см. рис. 12, *в*), преимущественно сложенные пирротином, пиритом, халькопиритом, арсенопиритом и касситеритом. В незначительном количестве присутствуют также сфалерит, тетраэдрит, станнин. Касситерит встречается в виде мелких (доли миллиметра) идиоморфных кристаллов, неравномерно рассеянных в пределах рудного тела, и образовывался раньше основной массы сульфидов. Помимо Sn (среднее содержание около 1%) на месторождении извлекается Cu (0,35%); в рудах содержатся также Bi (0,01%) и Zn (0,13%). Запасы месторождения по четырем вышеуказанным залежам оцениваются в 2 млн. т руды со средним содержанием 1% Sn.

Рудное поле Блю Тир. В геоморфологическом отношении район рудного поля представляет собой плато высотой 750 м над уровнем моря, круто обрывающееся в южном направлении. Оловянные руды открыты здесь в 1874 г., причем первоначально разрабатывались богатые аллювиальные россыпи. Из 43 тыс. т Sn, добытого в районе гранитного массива Блю Тир к шестидесятым годам, 40 тыс. т составила добыча из оловоносных россыпей [10]. Коренные рудные тела с промышленной оловоносностью известны в южной части массива в районе рудника Анхор. По данным Д.Е. Томаса [10], Р.Г. Тейлора [20], рудное поле занимает площадь около 2500 км^2, подавляющая часть которой сложена порфировидными биотитовыми, биотит-роговообманковыми, лейкократовыми гранитами и гранодиоритами Блю Тир, прорывающими палеозойские песчано-сланцевые породы. Возраст гранитоидов 375–363 млн. лет [13]. Однако, учитывая сложное полихронное и многофазное строение массива, наличие в нем останца пород кровли пермского возраста, можно предположить присутствие и более молодых, по сравнению с позднедевонскими, гранитов. Оруденение повсеместно связано с небольшими пластообразными телами биотит-мусковитовых "оловянных", по терминологии австра-

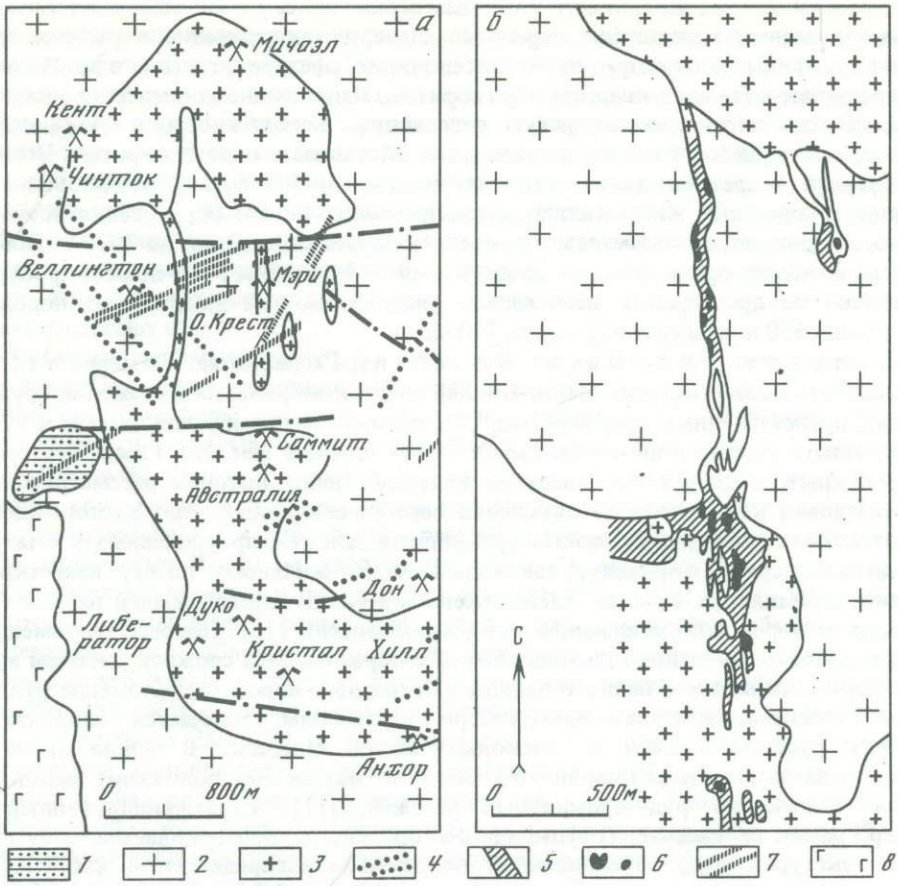


Рис. 14. **Геологическая карта рудного поля Блю Тир (*а*) и размещение олова в дайковых рудных телах месторождения Южный Крест (*б*) [11]**

1 – останец конгломератов и песчаников (С–Р); *2* – порфировидные биотитовые граниты; *3* – минерализованные "оловянные" граниты; *4* – дайки грейзенизированных аплитов и пегматитов; *5, 6* – содержание олова: 0,01–0,1% (*5*) и 0,1–1,0% (*6*); *7* – дайки основных пород; *8* – базальты (Тг)

лийских геологов, гранитов и их подводящими каналами – дайками, являющимися, по мнению Р.Г. Тейлора [20], поздними фазами батолита Блю Тир. "Оловянные" граниты практически повсеместно интенсивно грейзенизированы, а в апикальных частях пластообразных тел практически нацело превращены в кварц-топазовые и кварц-слюдяные грейзены, содержащие обильную вкрапленность касситерита. Топаз в грейзенах представлен обычно пикнитом или прозопитом. Рудоносные граниты образуют в пределах рудного поля два основных выхода, на участке между которыми среди гранодиоритов и порфировидных гранитов развита серия рудоносных даек-апофиз "оловянных" гранитов, а также аплитов и пегматитов (рис. 14).

Выделяются три типа рудных тел: 1) "пластовые" залежи в гребневидных выступах апикальной части "оловянных" гранитов; 2) минерализованные дайки гранитов, аплитов и пегматитов; 3) кварцево-рудные жилы. "Пластовые" залежи являются основным промышленным типом оловорудных тел. Они возникли в апикальных гребневидных частях пластообразных тел двуслюдяных гранитов под покрышкой вышележащих порфировидных гранитов и гранодиоритов, от которых отделены пегматитовыми "шляпами" или зонами "штокшайдеров" (по терминологии, используемой на Sn–W месторождениях Рудных гор). Следует подчеркнуть, что оловоносные грейзеновые залежи локализованы исключительно в гребневидных выступах волнообразной поверхности "оловянных" гранитов. В соседних

"синклинальных" углублениях граниты изменены лишь частично и практически нерудоносны. Типичный разрез пластовой рудной залежи может быть представлен следующим образом. В направлении сверху вниз наблюдается смена безрудного порфировидного гранодиорита пегматитовой залежью ("штокшайдером"), развивающейся в виде маломощной (1,8–3,6 м) куполовидной покрышки с падением крыльев под углом от 5 до 10° в стороны от центра над "вздутием" нижележащих "оловянных" гранитов. Последние наиболее интенсивно грейзенизированы, а соответственно и минерализованы вблизи пегматитовой "шляпы". С глубиной степень метасоматической переработки и рудоносности постепенно затухает. Средняя мощность промышленных рудных "пластовых" тел гранитов при этом 20–30 м. В пределах рудной залежи по содержанию касситерита выделяются обычно несколько богатых горизонтов, разделенных прослоями низкосортной руды, соответствующих слабо грейзенизированным гранитам. Касситерит наблюдается в виде мелкой рассеянной вкрапленности или образует прожилковидные обособления. Помимо него, в акцессорных количествах присутствуют вольфрамит, молибденит и редко сульфиды свинца и меди.

Самым крупным месторождением данного типа является рудник Анхор, расположенный в юго-восточной части рудного поля (см. рис. 14). Рудное тело на поверхности имеет размеры 360×210 м. Касситерит здесь концентрируется в полосах грейзенов, ориентированных в северо-восточном направлении и разделяющихся друг от друга слабо грейзенизированным гранитом. Среднее содержание Sn 0,2%. Из других многочисленных рудников рудного поля Блю Тир заслуживает упоминания залежь Мичаэл в северном районе "оловянного" гранита, отличающаяся от других рудных тел отсутствием пегматитовой "шляпы", разделяющей рудоносный гранит от гранодиоритового покрова.

Рудные тела, связанные с пегматитовыми дайками и дайками-апофизами "оловянных" гранитов, распространяются на значительную глубину по сравнению с пластовыми залежами, но более маломощны. Развитие касситерита в них ограничено короткими, узкими и неравномерно обогащенными зонами (см. рис. 14, *б*). Простирание дайковых тел обычно близмеридиональное, падение западное под углом 45–50°. Мощность достигает 30–35 м. Главное дайковое рудное тело месторождения – Южный Крест – представляет собой дайку оловоносного гранита, прослеживающуюся в меридиональном направлении между двумя выходами рудных гранитов (см. рис. 14, *б*). Мощность ее изменяется от 9 до 36 м, падение западное под углом 42°. Грейзенизированный гранит дайки вдоль зальбандов переходит в грубозернистый пегматит, а в центральной части местами содержит блоки порфировидного гранодиорита – вмещающей породы месторождения. Касситерит наблюдается в виде небольших гнездообразных скоплений и карманов среди грейзенизированных участков дайки, наиболее высокие его концентрации приурочены к жилообразным телам топазовых грейзенов.

Жильный тип оруденения пользуется значительным распространением, однако вследствие низкого содержания олова и незначительных размеров жил имеет подчиненное промышленное значение. Главные жильные месторождения – рудники Веллингтон и Лотта. Кварцево-рудные жилы Веллингтон имеют широтное простирание, незначительную протяженность и мощность 2–20 см. Помимо преобладающего касситерита, в них присутствуют вольфрамит и молибденит. Граниты вдоль жил превращены в грейзены, содержащие вкрапленность тех же рудных минералов, что присутствуют в жилах. На руднике Лотта развита свита кварц-касситеритовых жил северо-западного 345° простирания среди порфировидных гранодиоритов. Последние вдоль жил также превращены в грейзены. Известны и жилы существенно вольфрамоворудные. К жильному типу минерализации относятся также самостоятельные жилообразные грейзеновые тела, развивающиеся как среди гранодиоритов, так и в "оловянных" гранитах (рудники Австралия, Гоуг и др.). Мощность таких жил не превышает обычно 1 м. По минеральному составу грейзены представлены либо кварцевыми, либо кварц-слюдяными и слюдяно-флюоритовыми фациями. С первыми из них обычно ассоциирует молибденовая минерализация, а в последних широкое распростране-

ние получает касситерит. На глубину грейзеновые тела выдерживаются в отдельных случаях до 150 м.

Месторождения района Авока (Аберфойл, Стори Крик и др.). Расположены в южной части Северо-Восточной Тасмании в районе гранитного массива Бен Ломонд (см. рис. 10) и обладают сходством геологических условий проявления и главнейших черт строения, что определяет целесообразность совместного их рассмотрения. Наиболее крупными рудниками являются Стори Крик с существенно вольфрамовым оруденением (среднее содержание WO_3 в рудах составляет 1,4%) и Аберфойл, где касситерит преобладает над вольфрамитом, особенно в верхних частях жил. Рудный район известен с 1872 г., когда открыто месторождение Стори Крик. Жилы Аберфойля обнаружены позднее, в 1916 г. Разведочные работы на этих месторождениях привели к открытию в 60-х годах новых участков: Кукабурра-Латвич, Мэммот, Викори и др. (рис. 15). Район сложен силурийскими и пермо-триасовыми осадочно-метаморфическими породами и прорывающим их крупным гранитным массивом. Вмещающие породы в пределах рудных полей представлены глинистыми сланцами и кварцитами, а также окремненными граувакками. Геохронологический возраст порфировидных гранитов массива Бен Ломонд 350 млн. лет [13]. Они прорваны более поздними аплитовидными лейкократовыми гранитами, образующими "слепые" купола, над которыми развиваются кварцево-рудные жилы и прожилки (см. рис. 15). Такие купола аплитовидных гранитов, установленные на большинстве участков рудного района, имеют эллиптическую в плане форму с диаметром около 150 м, кровля слегка выпуклая, падение контактов под углом 30° и круче. Во внешней части каждого купола наблюдается "оторочка" из жильного кварца. На месторождении Аберфойл купол расположен на глубине 315 м от поверхности, в Стори Крик – 190 м. На руднике Кукабурра-Латвич граниты еще не подсечены, однако наличие их доказывается резким возрастанием с глубиной степени метаморфизма песчано-сланцевых отложений, превращенных в пятнистые и узловатые биотитовые роговики.

Месторождения образованы свитами кварцево-рудных жил и прожилков, развитыми в породах кровли слепых куполов гранитов, обычно над пологой их стороной. На месторождении Аберфойл жильная зона имеет меридиональное простирание и круто под углом 55° падает на запад. В Стори Крик жилы пологопадающие (20–30°), простирание их северо-западное 335–350°. Жилы выдержаны по простиранию и падению на сотни метров, однако морфология их сложная; жилы разветвляются и снова сочленяются как по простиранию, так и по вертикали, в участках выклинивания разделяются по типу "конского хвоста" на серии маломощных прожилков. В разрезе рудной залежи в направлении снизу вверх наблюдается увеличение количества жил при одновременном уменьшении их мощности. Устанавливается определенная зависимость морфологии рудных тел и от физико-механических свойств вмещающих пород. Так, например, в Аберфойле наиболее мощные жилы развиваются среди граувакк и разветвляются на множество маломощных жил и прожилков при переходе их в глинистые сланцы. Характерной особенностью структуры рудного поля месторождений является также широкое развитие крупных взбросо-сдвиговых тектонических нарушений, заложенных в дорудный период и подновлявшихся в течение развития минерализации и в послерудный период. Нарушения, как правило, не минерализованы и представляют собой зоны мощностью до 2–2,5 м, выполненные глинкой трения (Аберфойл, Стори Крик) или безрудным кварцем (Кукабурра-Латвич). Кварцеворудные жилы и прожилки, расположены вдоль этих разломов как по падению, так и по простиранию, что позволяет рассматривать зоны безрудных нарушений в качестве важного рудоконтролирующего фактора.

Состав и строение рудных тел довольно типичное для грейзенового типа минерализации. Жилы представляют собой тела выполнения, имеют друзовую и крустификационную структуру и характерную полосчатость. Вдоль зальбандов развита мощная мусковитовая оторочка, на которую нарастает касситерит с об-

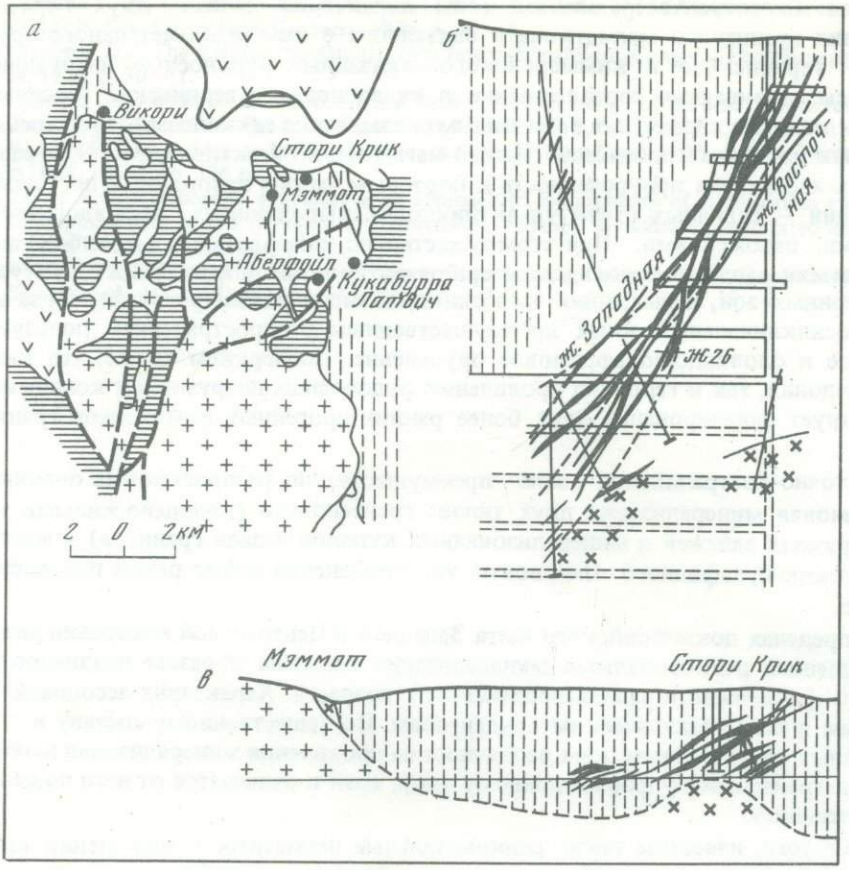


Рис. 15. **Схема геологического строения рудного района Авока (*а*) и разрезы месторождений Аберфойл (*б*) и Стори Крик (*в*) [11]**

1 – аллювиальные отложения; *2* – долериты (J); *3* – известково-сланцевая толща (P–T); *4* – глинистые сланцы, кварциты, граувакки (S); *5* – лейкократовые граниты; *6* – аплитовидные граниты; *7* – тектонические нарушения; *8* – кварцево-рудные жилы и прожилки; *9* – оловянно-вольфрамовые месторождения; *10* – скважины и подземные горные выработки

разованием симметричных полос, в центральной части – кварц или агрегаты флюорита, мусковита, топаза, карбоната, в которых в виде крупных единичных кристаллов, друз или прожилковидных обособлений развиваются вольфрамит, касситерит, висмутин и разнообразные сульфиды. В распределении вольфрамита и касситерита – основных полезных компонентов рассматриваемых месторождений, устанавливается определенная закономерность, причем несколько отличная от обычно наблюдающейся в данном типе оруденения зональности – касситерит преобладает в верхних частях жил, а вольфрамит – в более глубоких (месторождение Аберфойл). Помимо кварцево-жильного типа оруденения в районе известна также минерализация, связанная с грейзенизированными дайками кварцевых порфиров и аплитов. Так, на месторождении Рой Хилл разрабатывалась дайка кварцевого порфира протяженностью 250 м при мощности около 60 м. Порфиры интенсивно грейзенизированы и содержат тонкую сеть кварц-турмалиновых с касситеритом и существенно касситеритовых прожилков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении подчеркнем главнейшие особенности проявления Sn–W минерализации в двух основных тектонических элементах Австралийского континента – в Восточно-Австралийской фанерозойской геосинклинально-складчатой области и в блоках древнего архейско-протерозойского щита Австралийской платформы.

1. Для Восточно-Австралийской зоны характерно наличие двух периодов проявления гранитного магматизма и связанного с ним редкометального оруденения – герцинского и киммерийского. Указанные рудоносные интрузивные комплексы развиваются соответственно в каледонских и герцинских геосинклинально-складчатых системах, а тем самым оказываются связанными с проявлением в пределах последних процессов тектоно-магматической активизации. Для размещения их характерна приуроченность к бортовым частям наложенных посторогенных впадин – типичных структур активизации, выполненных вулканогенномолассовыми отложениями. При этом существенно вольфрамовая и молибден-вольфрамовая минерализация проявляется при развитии таких впадин среди структурно-формационных зон, испытавших эвгеосинклинальный режим развития, тогда как в миогеосинклинальных зонах преимущественным распространением пользуется оловянное и оловянно-вольфрамовое оруденение. Подчеркнем также, что как в зоне каледонид, так и герцинид проявлению рудоносных интрузивных комплексов предшествует формирование двух более ранних орогенных комплексов гранитоидов.

В Восточно-Австралийской зоне преимущественно распространена оловянно-вольфрамовая минерализация двух типов: грейзенового (кварцево-жильная, типа трубообразных залежей и минерализованных куполов и даек гранитов) и кассеритрит-силикатно-сульфидного. Скарновый тип оруденения имеет резко подчиненное развитие.

2. В пределах докембрийского щита Западной и Центральной Австралии развита промышленная редкометальная минерализация главным образом позднепротерозойского (возможно, и раннепалеозойского) возраста. Характерна ассоциация его с медным и полиметаллическим оруденением. По вещественному составу и строению рудных тел, геологическим особенностям проявления минерализация наиболее близка к грейзеновому формационному типу, хотя и отличается от него по целому ряду признаков.

Кроме того, известны также редкометальные пегматиты и проявления золото-шеелитовой минерализации более древнего раннепротерозойского возраста, формирование которых связано с геосинклинальной стадией развития Австралийского щита.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барсуков В.Л.* Оловорудные месторождения Австралии. – Геология рудных месторождений, 1972, № 5, с. 80–89.
2. *Богданов Н.А.* Палеозой востока Австралии и Меланезии. – Труды Геол. ин-та АН СССР, 1967, 179 с.
3. Вопросы геологии Австралии. М.: Мир, 1965, 287 с.
4. Минеральные ресурсы промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран/ Под ред. Н.П. Лаверова. М., 1973, с. 143–149.
5. *Best J.G.* Explanatory notes, Atharton 1:250 000 sheet.– Bur. Miner. Resour. Austral., 1962, 1 map.
6. *Blanchard R.* Some pipe deposits of Eastern Australia.– Econ. Geol., 1947, 42, N 3, p. 265–304.
7. *Brooks C.* The rubidium – strontium ages of some Tasmanian igneous rocks. – J. Geol. Soc. Austral., 1966, 13, pt 2, p. 457–471.
8. *Cooper J.A., Richards J.R., Webb A.W.* Some potassium-argon ages in New England, New South Wales. – J. Geol. Soc. Austral., 1963, 10, pt 2, p. 34–43.
9. *Danielson M.J., Brown S.G.* The King Island scheelite deposit. – 25th IGC, Excursion Guide. Canberra, 1976, p. 12–18.
10. Geology of Australian ore deposits.– A simposium, arranged by a Committee of the Australasian institute of mining and metallurgy/Ed. by A.B. Edwards. Melbourne, 1953, vol. 1. 1290 p.
11. Geology of Australian ore deposits. 2nd ed. – 8th Commonwealth Mining and Metallurgical Congr., Australia and New Zealand/Ed. by I.McAndrew. Melbourne, 1965, 1. 547 p.
12. *Jensen E.B.* Tungsten at Hatches Creek, Central Australia – mining and treatment. – Proc. Auctral. Inst. Min. Met., 1955, N 176, p. 38–46.
13. *McDougall I., Leggo P.J.* Isotopic ages determinations of granitic rocks from Tasmania. – J. Geol. Soc. Austral., 1965, 12, pt 2, p. 67–91.
14. *Orr D.* The Mount Bischoff tin deposit. – 25th IGC, Excursion guide. Canberra, 1976, p. 19–23.
15. *Palmer K.G.* The Cleveland tin deposit.– 25th IGC, Excursion guide. Canberra, 1976, p. 27–31.

16. *Peterson R.* Ardlethan tin mine. – 25 th IGC, Excursion Guide N 15C "Ore deposits of the Lachland fold belt, New South Wales Canberra, 1976, p. 36–43.
17. *Patterson D.J.* The Renison tin deposit. 25th International Geol. Congress, Excursion guide. Canberra, 1976, p. 36–41.
18. *Richards J.R., White D.A., Webb A.W., Branch C.D.* Chronology of the acid igneous rocks of North Queensland, Australia.– Earth and Planet. Sci. Lett., 1966, 1, N 3, p. 107–110.
19. *Ryan G.R.* The geology and mineral resources of the Hatches Creek wolfram field, Northern Territory. bull, 1961, N 6, 136 p.
20. *Taylor R.G.* Metallogenic provinces as an approach to the problems of classification and genésis of tin deposits with special reference to E. Australia. – Symp. "Metallization associated with acid magmatism". Praha, 1974, 1, p. 71–73.
21. *Webb A.W., McDougall I.* Granites of lower Gretaceous age near Eungella, Queensland. – J. Geol. Soc. Austral., 1964, 11, pt 1, p. 151–153.

В.М. Моралев

СУЛЬФИДНЫЕ РУДЫ НИКЕЛЯ

Промышленное сульфидное никелевое оруденение в Австралии выявлено в 1966 г. вблизи г. Калгурли. После того, как в этом же районе было открыто еще несколько месторождений, начался "никелевый бум". Активная разработка месторождений сульфидных никелевых руд позволила Австралии быстро выдвинуться в число крупнейших мировых экспортеров никеля и предотвратила экономическую депрессию горной промышленности Западной Австралии, длительное время развивавшейся главным образом на базе золоторудных месторождений района Калгурли. В настоящее время Австралия занимает четвертое место по запасам (после Новой Каледонии, Канады и Индонезии) и третье место по добыче (после Канады и Новой Каледонии) никеля среди капиталистических и развивающихся стран. Общие запасы сульфидных и силикатных руд никеля в Австралии оцениваются в 676 млн. т руд, содержащих от 0,5 до 4,4% металла. Крупнейшим производителем никеля в Австралии является компания Вестерн Майнинг Корпорэйшен, ведущая разработку наиболее крупного месторождения сульфидных руд – Камбалда. В 1970 г. компанией пущен завод по рафинированию никеля в г. Куинана, а в 1972 г. плавильный завод вблизи г. Калгурли. Общая добыча никеля в Австралии составила в 1975 г. (в пересчете на металл) 88 тыс.т [4].

Кроме сульфидных никелевых руд, в Австралии известны и месторождения силикатных руд, причем на долю последних приходится около 25% общих запасов. Большая часть никеля добывается из сульфидных руд. Предполагается, что в последующие годы в Австралии так же, как и в целом в капиталистическом мире, производство никеля из силикатных руд будет систематически увеличиваться. В последнее время в Австралии разведаны некоторые месторождения силикатных руд никеля латеритного типа. В 1974 г. начата эксплуатация месторождения Гринвейл в Квинсленде, запасы которого оцениваются в 40 млн. т руды, содержащей 1,57% никеля и 0,11% кобальта. Залежи силикатных руд никеля приурочены здесь к плащеобразным корам выветривания на ультраосновных породах, так что в геологическом отношении эти месторождения принадлежат к хорошо известному советским геологам типу. Совершенно иначе обстоит дело с геологией месторождений сульфидных никелевых руд. Австралийские месторождения, выявленные и изученные в последние 10 лет, принадлежат к своеобразному промышленно-генетическому типу, мало известному геологам нашей страны, но несомненно заслуживающему пристального внимания, прежде всего при производстве геологических исследований в областях развития докембрийских образований.

Все месторождения сульфидных никелевых руд расположены в Западной Австралии в пределах докембрийского щита Йилгарн. Последний сложен разнообразными гранито-гнейсами, окружающими линейно-вытянутые зеленокаменные пояса, к которым и приурочены как никелевые, так и хорошо известные золоторудные месторождения. Гранито-гнейсовый комплекс щита Йилгарн представляет собой сложное гетерогенное образование, сформированное в результате неоднократной гранитизации древнейших предположительно вулканогенно-осадочных толщ первичной земной коры (протокоры). Комплексы зеленокаменных поясов рассматриваются в качестве древнейших супракрустальных образований, отложившихся скорее всего в шовных (троговых) прогибах, подвергшихся неравномерному, но в общем слабому метаморфизму и прорванных позднеархейскими (изредка и раннепротерозойскими) гранитами с возрастом от 2700 до 2150 млн. лет. Эти гранитоиды широко развиты и за пределами зеленокаменных поясов в составе гранито-гнейсового комплекса, для которого изотопические определения возраста дают величины от 2600 до 3300 млн. лет. Наиболее достоверные определения возраста гранитоидов, полученные изохронным рубидий-стронциевым методом, составляют 2617±20 (для района Калгурли-Норсмен), 2691±19 (для района Даймелс) и 2698±41 (район Леонора-Уилуна) млн. лет. Для гранитоидов района Калгурли

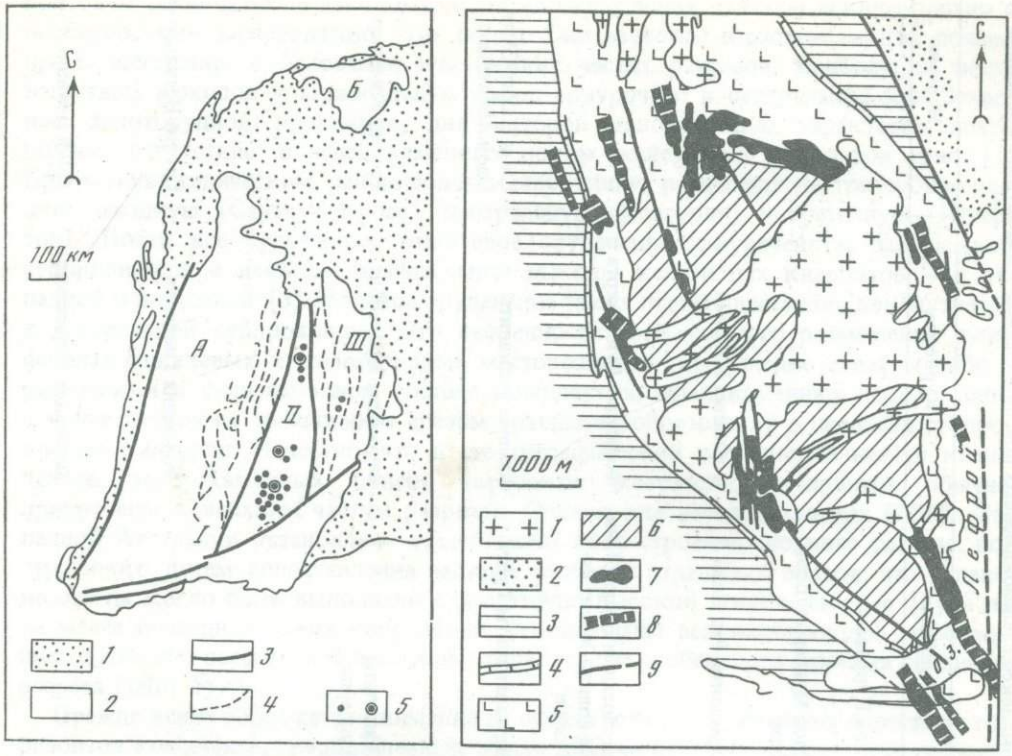


Рис. 1. **Схема размещения месторождений сульфидных никелевых руд в Западной Австралии [6]**

1 – платформенный чехол, сложенный протерозойскими и более молодыми отложениями; *2* – архейские щиты: *А* – Йилгарн, *Б* – Пилбара; *3* – региональные разрывные нарушения; *4* – железистые кварциты архейских зеленокаменных поясов; *5* – месторождения сульфидных никелевых руд (наиболее крупные выделены двойным кружком). Римскими цифрами обозначены субпровинции Западной золоторудной провинции: *I* – Саутерн кросс, *II* – Калгурли, *III* – Лавертон

Рис. 2. **Схема геологического строения антиклинали (купола) Камбалда [5]**

1 – интрузивные породы кислого и среднего состава; *2* – осадочные породы; *3* – метабазальты висячего бока; *4* – прослои кремнистых и других метаосадочных пород; *5* – базит-гипербазитовые метавулканиты; *6* – метабазальты лежачего бока; *7* – тела сульфидных никелевых руд; *8* – рудные тела, выявленные на глубине и спроектированные на план поверхности; *9* – разрывные нарушения

свинцовым методом получены датировки от 2630 до 2700 млн. лет. Супракрустальные толщи зеленокаменных поясов датированы рубидий-стронциевым методом по различным породам. Для кислых эффузивов района Калгурли рубидий-стронциевым методом получен возраст 2660±30, района Даймелс 2635±80, для жильных порфиров 2595±40 млн. лет [1]. Для метабазальтов и метадолеритов района Калгурли возраст метаморфизма определен в 2675±35 млн. лет [6]. Все эти данные показывают, что процессы гранитизации и метаморфизма позднеархейской эпохи интенсивно проявились как в пределах гранито-гнейсовых образований, так и в комплексах зеленокаменных поясов, обусловив их структурное объединение в составе кристаллического фундамента Австралийской платформы.

В составе комплексов зеленокаменных поясов принимают участие разнообразные вулканические и осадочные породы. Магматические породы составляют около 75% общего объема слоистых толщ поясов [6], которые в целом подверглись слабому или умеренному метаморфизму, при котором часто сохраняются первичные структуры. Состав магматических пород поясов варьирует от ультраосновных до кислых, причем на ультраосновные приходится около 10% от общей площади выходов комплексов зеленокаменных поясов. Сульфидная никелевая минерализация приурочена только к ультраосновным породам комплексов зеленокаменных

Таблица 1. Схема корреляции местных стратиграфических подразделений архейских комплексов зеленокаменных поясов Западной золоторудной провинции щита Йилгарн

Сводный разрез	Камбалда	Калгурли	Кулгарди	Курнелпи	Норсмен
Толща 8 Конгломераты и граувакки	Курраванг конгломераты		Слои Курраванг		
Толща 7 Кислые эффузивы и туфы			Слои Мунгари и Блэк Флэг		
Толща 6 Перидотитовые и базальтовые коматииты, толеиты, кремнистые породы	Офиолиты Йилмия и Кэйв Рокс		Офиолиты Рэд Лейк	Формация Калпини	
Толща 5 Конгломераты, аркозы, толеиты	Слои Лейк Дам Слои Уанда-Уанда Слои Кейв Рокс Слои Мандилла		Метаосадки Браун Лейк Офиолиты Маунт Робинсон	Формация Гундокерта	
Толща 4 Граувакки, кремни, кислые экструзивные порфиры, изредка толеиты	Слои Трайэнгл Айленд Слои Мероугил Крик Слои Козуей	Слои Блэк Флэг	Метааргиллиты Гунга	Кислые вулканиты	Слои Маунт Сёсти Слои Аббатшелл
Толща 3 Толеитовые базальты, перидотитовые и базальтовые коматииты, кремнистые сланцы и метаосадочные породы	Базальты висячего бока Ультрабазиты Базальты лежачего бока	Долериты Голден Майл Базальты Пуринга Долериты Уильям-стоун Сланцы Кораи Базальты Девон Консолс Серпентиниты Хэннонс Лейк	Офиолиты Кулгарди	Формация Мулгабби	Группа Ульиньер
Толща 2 Железистые кварциты-граувакки, сланцы, конгломераты				Формация Гиндалби	Группа Ноганьер
Толща 1 Граувакки, кислые туфы, толеитовые базальты				Формация Мореланде	Слои Пенншо

поясов и региональные закономерности ее размещения связаны исключительно с особенностями распределения этих пород. Они известны в составе многих поясов преимущественно в основании или нижних частях разрезов. Наибольшее число известных выходов ультраосновных пород приурочено к центральной зоне Западной золоторудной провинции, для которой одновременно характерно почти полное отсутствие в зеленокаменных поясах железистых кварцитов (рис. 1). При металлогеническом районировании провинцию разделяют на три субпровинции: западную (Саутерн Кросс), центральную (Калгурли) и восточную (Лавертон). Почти все сульфидное никелевое оруденение приурочено к центральной субпровинции, а наиболее значительные выходы железистых кварцитов – к западной и восточной [6]. Золотое оруденение также преимущественно локализуется в центральной субпровинции. Эти особенности регионального размещения сульфидных никелевых и железорудных месторождений несомненно связаны либо с различиями в формационном составе комплексов зеленокаменных поясов, либо с менее глубоким эрозионным срезом архейских образований в пределах субпровинции Калгурли. Известно, что в стратиграфической последовательности комплексов зеленокаменных поясов горизонты железистых кварцитов обычно приурочены к верхним частям разрезов. Однако для зеленокаменных поясов Западной Австралии установлено существенно иное строение сводного разреза, построенного путем сопоставления частных разрезов отдельных поясов, что далеко не всегда могло быть выполнено с достаточно высокой достоверностью [1]. Тем не менее последняя схема корреляции, учитывающая всю накопленную информацию, позволяет рассмотреть некоторые характерные особенности строения сводного разреза (табл. 1).

Прежде всего обращается внимание на существование древнейших известных горизонтов комплекса, представленных толеитовыми базальтами, кислыми туфами, граувакками и кремнисто-глинистыми сланцами (слои Пенншо). Во-вторых, интересной особенностью разреза, отличающей его от известной Барбертонской модели строения комплексов зеленокаменных поясов, является положение джеспеллитовой формации в нижних горизонтах комплексов. Наконец, третьей важной и необычной характеристикой разреза является наличие нескольких (не менее двух) горизонтов магматических (преимущественно вулканических) пород базит-гипербазитового состава (толщи 3 и 6). Важно подчеркнуть, что сульфидная никелевая минерализация приурочена к одному стратиграфическому уровню (толща3), хорошо сопоставляющемуся с низами серии Калгурли, в верхних горизонтах которой (долериты Голден Майл и слои Блэк Флэг) локализуются золоторудные месторождения.

Стратиграфия рудоносной толщи, вмещающей сульфидную никелевую минерализацию, наиболее детально изучена в районе месторождения Камбалда, где ее мощность более 3000 м. Геологическое строение района месторождения представляется следующим (рис. 2). В пределах зеленокаменного пояса здесь расположена довольно крупная антиклиналь (купол), в ядре которой обнажаются метабазальты (лежачего бока), прорванные поздними интрузиями кислого (граниты и порфиры) и среднего (дациты) состава. На крыльях антиклинали выходят породы гипербазитовой группы, к которым приурочено оруденение. Последние перекрываются базальтами висячего бока. На северо-востоке района по крутопадающему разлому с породами рудоносной толщи соприкасаются метаосадочные образования более верхних горизонтов комплекса [5]. Антиклиналь погружается к север-северо-западу и юг-юго-востоку под углами 20–25°. Углы наклона слоев на крыльях в среднем около 40°, однако на отдельных участках (особенно на восточном крыле) наблюдаются и более крутые углы падения. На крыльях антиклинали имеются многочисленные мелкие разрывные нарушения типа взбросов и небольших надвигов. Амплитуда смещения по этим разрывам обычно не превышает 250–300 м, а чаще даже менее 100 м (рис. 3,4). Краткая характеристика стратиграфической последовательности рудоносной толщи месторождения Камбалда приведена по [5] в табл. 2.

Интрузивные породы района месторождения представлены натровыми гранитами, натровыми риолитовыми порфирами, дацитами и долеритами. На контактах

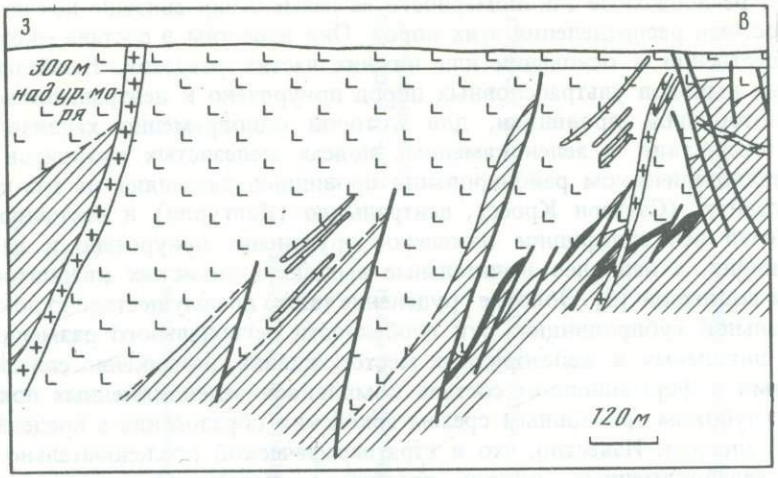


Рис. 3. **Геологический разрез рудника Оттер (северо-западная часть купола Камбалда) [5]**
Условные обозначения см. рис. 2

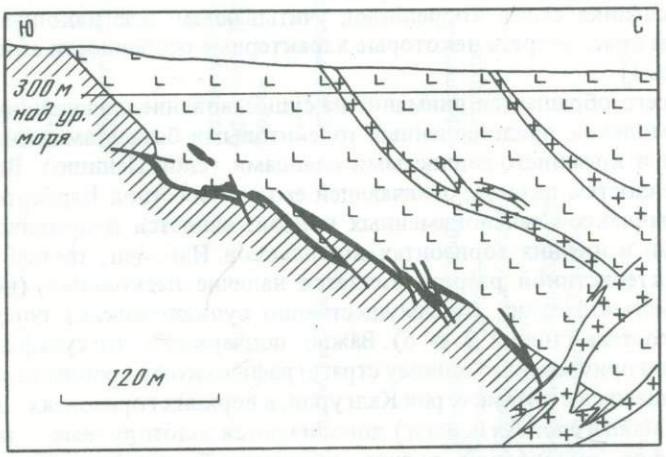


Рис. 4. **Геологический разрез рудника Дуркин (север-северо-восточное крыло купола Камбалда [5])**
Условные обозначения см. рис. 2

с интрузиями в гипербазитах наблюдаются изменения, выражающиеся в появлении в зоне до 0,5 м хлорита и амфибола. Химический состав главных типов пород (кроме гипербазитов) района приведен [5] в табл. 3.

Породы гипербазитовой группы, вмещающие оруденение, в значительной мере изменены процессами серпентинизации и тальк-карбонатного преобразования. Содержание окиси магния в этих породах обычно варьирует от 22 до 30%, причем ассоциации вторичных минералов обнаруживают четкую зависимость от валового состава. Наименее магнезиальные разности в основном сложены тремолит-хлоритовой массой. Увеличение количества магния в породах отражается в смене тремолит-хлорит-тальковой ассоциации тальк-хлорит-тремолитовой, тальк-хлорит-карбонатной, тальк-карбонат-хлоритовой, тальк-магнезитовой (брейнеритовой) и серпентинитовой. В целом в пределах гипербазитового горизонта снизу вверх по разрезу наблюдается уменьшение содержания магния и увеличение количества кальция и алюминия. Серпентиниты с содержанием магния до 40—44% представлены антигоритовыми разностями и встречаются только вблизи основания гипербазитовой толщи. В редких случаях в серпентинитах установлено присутствие реликто-

Таблица 2

Стратиграфический разрез района месторождения Камбалда

Подразделение	Мощность, м	Петрографическая характеристика
Базальты висячего бока (верхняя часть)	Более 200	Массивные тонкозернистые толеитовые метабазальты
Графитовые сланцы	1–10	Черные графитовые сланцы с пиритом
Базальты висячего бока (нижняя часть)	80–120	Пятнистые толеитовые метабазальты с вариолитовой и массивной структурой и с участками высокомагнезиальных базальтов
Гипербазиты	240–600	Горизонты высокомагнезиальных ультраосновных пород (перидотитовых и базальтовых коматиитов) мощностью до 30 м, с брекчиевыми и спинифексовыми структурами в верхних частях; массивные и вкрапленные сульфидные никелевые руды; прослои метаосадочных пород
Базальты лежачего бока	Более 2000	Массивные толеитовые метабазальты с брекчиевыми и подушечными структурами и грубозернистыми разностями мощностью до 50 м

Таблица 3

Химический состав метабазальтов и интрузивных пород месторождения Камбалда

Окислы	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	49,21	50,03	49,56	51,82	72,53	72,03	60,86
TiO_2	0,87	0,89	0,68	0,61	0,27	0,31	0,66
Al_2O_3	15,08	15,15	14,99	12,61	15,70	15,71	15,22
Fe_2O_3	1,86	2,98	0,84	1,56	0,26	0,64	1,29
FeO	8,80	8,47	7,64	8,57	1,04	0,86	3,22
MnO	0,17	0,16	0,12	0,18	–	–	0,07
MgO	8,92	6,72	10,15	9,61	1,54	0,62	4,44
CaO	10,43	10,27	8,36	9,86	0,48	1,13	2,98
Na_2O	1,15	3,54	1,54	1,71	5,43	5,56	5,44
K_2O	0,69	0,08	0,05	0,27	2,19	2,28	2,13
P_2O_5	0,08	0,09	0,09	0,07	–	–	–
S	0,80	–	0,03	0,13	–	–	–
CO_2	0,49	–	2,17	0,19	–	0,05	2,32
H_2O^+	1,43		3,80	2,61	0,44	0,37	0,88
H_2O^-	0,37	1,61	0,13	0,12	0,14	0,09	0,11
$O \equiv S$	0,40		0,01	0,07	–	–	–
Сумма	100,01	99,99	100,19	100,08	100,02	99,65	99,62

1–2 – средний состав (2 образца) метабазальтов лежачего бока; 3 – средний состав (2 образца) метабазальтов нижней части базальтов висячего бока; 4 – то же, что 3 – верхней части базальтов висячего бока; 5 – натровый гранит; 6 – средний состав (7 образцов) натровых риолитовых порфиров; 7 – средний состав (4 образца) дацитов.

вых зерен оливина (форстерита № 93–95) размером менее 1 мм. Средние химические составы пород гипербазитовой группы приведены для района рудника Луннон месторождения Камбалда по [5] в табл. 4.

Толща пород гипербазитовой группы состоит из отдельных горизонтов (потоков), имеющих мощность от 0,3–7 до 10–30 м. Более мощные горизонты слагают

Таблица

Средний химический состав пород гипербазитовой группы месторождения Камбалда

Окислы	1	2	3	4
SiO_2	48,09	47,16	45,44	44,0
TiO_2	0,32	0,27	0,17	0,14
Al_2O_3	8,14	5,87	4,06	2,97
Fe_2O_3	2,30	3,92	3,65	4,09
FeO	8,12	6,13	5,36	4,60
MnO	0,20	0,17	0,12	0,15
MgO	23,44	30,96	36,97	42,70
CaO	7,99	5,40	2,69	0,74
Na_2O	0,12	0,05	0,07	0,03
K_2O	0,06	0,02	0,03	0,01
P_2O_5	0,05	0,02	0,01	0,01
Cr_2O_3	0,44	0,35	0,16	0,23
S	0,11	0,16	0,42	0,15
Сумма	99,38	100,48	99,15	99,82
H_2O^+	6,29	5,88	4,54	4,10
CO_2	0,22	8,02	9,72	17,00

1 – средний (14 образцов) состав тремолит-хлоритовых пород; 2 – средний (33 образца) состав тальк-хлорит-карбонатных пород; 3 – средний (12 образцов) состав тальк-карбонат-хлоритовых пород; 4 – средний (12 образцов) состав тальк-магнезитовых и антигоритовых пород.

нижнюю часть толщи, менее мощные – верхнюю. В маломощных горизонтах отсутствуют разности, содержащие более 32% магния, тогда как в мощных встречаются гипербазиты, содержащие до 44% окиси магния. Для каждого из них характерны закономерные изменения химического состава и структуры по разрезу, что позволяет различать отдельные горизонты и определять последовательность напластования (рис. 5). Важно подчеркнуть, что специфические структуры пород верхних частей горизонтов гипербазитов, обусловленные существованием в первичных породах скелетных кристаллов оливина, сохраняются и в тех случаях, когда реликтов оливина не остается и вся порода сложена тремолит-хлорит-тальковой массой.

В самом верху каждого горизонта наблюдается зона афанитовых пород с брекчиевой текстурой, обусловленной наличием многочисленных прожилков хлорита или хлорит-карбонат-талькового материала. Ниже расположена зона пород со спинифексовой структурой. В этой зоне обычно различается верхняя часть с рассеянными радиальными спинифексовыми структурами и нижняя – сложенная более крупными, иногда гигантскими метакристаллами, образующими снопообразные сростки (сноповидные спинифексовые структуры). Кроме этих разновидностей спинифексовых структур, иногда встречаются и другие, однако для района месторождения Камбалда два описанных типа являются наиболее распространенными и типичными. В основании зоны пород со спинифексовой структурой располагается тонкий горизонт, в котором наблюдаются удлиненные метакристаллы оливина, ориентированные параллельно контакту с нижележащими перидотитовыми коматиитами, имеющими кумулятивную структуру с отдельными вкрапленниками (порфировая спинифексовая структура). В самом основании горизонта расположена зона закалки, сложенная афанитовыми тонкозернистыми перидотитовыми коматиитами, называемыми иногда метапикритами. В этой базальной зоне наблюдается только уменьшение размеров зерен вниз по разрезу. Генезис пород со спинифексовой структурой связывается с явлением быстрого роста скелетных форм кристаллов оливина в быстро остывающем магматическом расплаве, который в мо-

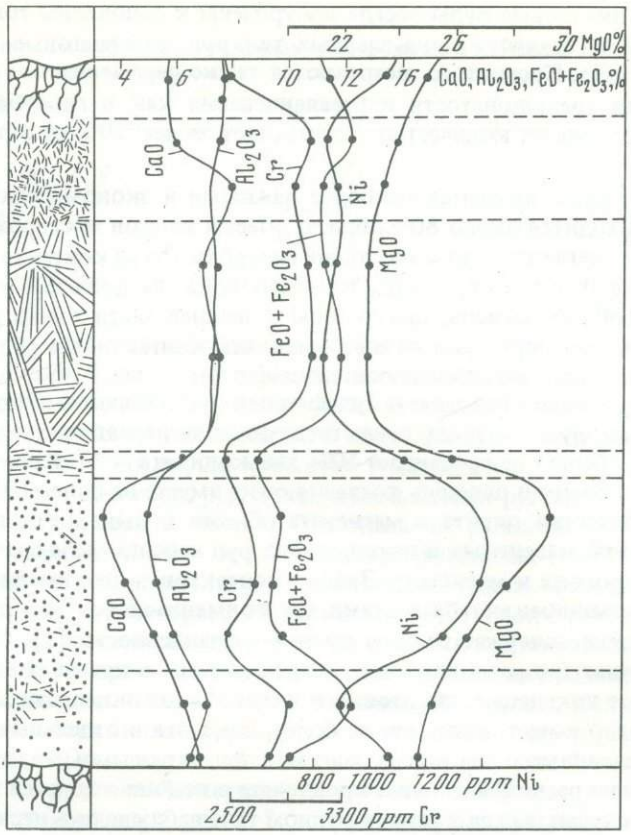


Рис. 5. **Схематический разрез и геохимический профиль одного горизонта (потока) ультраосновных метавулканитов гипербазитовой группы [1]**

мент излияния имел температуру выше ликвидусной, о чем свидетельствует отсутствие центров кристаллизации [3].

Между отдельными горизонтами гипербазитов нередко наблюдаются согласные прослои метаосадочных пород обычно небольшой (до 5 м) мощности. Они представлены кремнистыми породами, хлорит-серицитовыми и графитовыми сланцами с альбитом и обычно содержат обильную вкрапленность пирита и пирротина (изредка также халькопирита и сфалерита). Наличие прослоев осадочных пород и строение горизонтов ультраосновных пород (асимметричное распределение структур, наличие признаков закалки и брекчиевых зон) свидетельствуют о вулканической природе гипербазитов и об их образовании в подводных условиях [1,5].

Для индивидуальных горизонтов гипербазитов устанавливаются также закономерные изменения химического состава пород, свидетельствующие о проявлении кристаллизационной дифференциации в пределах потоков ультраосновных лав (см. рис. 5). Эти изменения сохраняются и в тех случаях, когда вследствие метаморфизма утрачиваются структурные признаки, характерные для пород различных зон отдельных горизонтов. Наиболее характерными особенностями геохимического профиля являются следующие: хорошая корреляция содержаний никеля и магния; близкие величины содержаний кальция и алюминия (т.е. сохранение отношения Ca/Al близким к 1 – величине, типичной для коматиитов); хорошая корреляция содержаний хрома и железа; обратная зависимость содержаний хрома и никеля (количество Cr увеличивается, а Ni – уменьшается в верхней части); уменьшение содержаний никеля в базальной зоне закалки. Прослои метаосадочных пород, разделяющие горизонты гипербазитов, характеризуются аномально высокими содержаниями меди и цинка, причем количество цинка иногда достигает 1% [5].

Сульфидные никелевые руды всегда приурочены к основанию толщи гипербазитов (см. рис. 2, 3, 4). Различают два главных типа руд: контактовые и вкрапленные руды висячего бока. Кроме того, встречаются также перемещенные руды, которые выполняют зоны трещиноватости и рассланцевания как в гипербазитах, так и в метабазальтах, однако их количество составляет менее 10% от объема контактовых руд.

Контактовые руды являются наиболее важными в экономическом отношении. На их долю приходится около 80% общего объема запасов месторождения Камбалда. Они всегад залегают в основании толщи гипербазитов на контакте с метабазальтами лежачего бока. Вкрапленные руды висячего бока, на долю которых приходятся остальные 20% общих запасов, приурочены к нижней части толщи гипербазитов и встречаются либо непосредственно выше залежей контактовых руд, либо в пределах 100 м от контакта с метабазальтами лежачего бока.

Главными рудными минералами сульфидных руд являются пирротин и пентландит. В отдельных рудных телах существенную роль играет миллерит. Количество пирита в рудах обычно не превышает 10%, халькопирита – 2%. Кроме того, встречаются магнетит, хромит и шпинель, составляющие вместе не более 10%. Во вкрапленных рудах количество пирита и магнетита обычно больше, чем в массивных. В основании залежей массивных и вкрапленных руд нередко наблюдается увеличение концентрации хромита и магнетита. Залежи контактовых руд имеют резкие границы как с подстилающими метабазальтами, так и с вмещающими гипербазитами, даже там, где последние содержат бедную рудную вкрапленность [5]. Среди контактовых руд различают три разновидности, встречающиеся в пределах единых рудных тел – массивные никелевые, пиритовые и вкрапленные никелевые. Залежи контактовых руд обычно имеют мощность не более 3 м, хотя в отдельных случаях достигают и 8 м. Массивные руды всегда залегают под вкрапленными, а горизонт пиритовых руд обычно расположен или в кровле или в подошве залежей массивных руд, хотя известны случаи, когда в одном рудном теле наблюдалось несколько горизонтов пиритовых руд. Отношение пирротин/пентландит в контактовых рудах варьирует от 2,3:1 до 0,8:1, что соответствует колебаниям среднего содержания никеля от 8,5 до 20%.

В массивных рудах содержание сульфидов и окислов составляет более 90%. Горизонт массивных руд имеет резкие контакты с подстилающими метабазальтами и вышележащими вкрапленными рудами, однако сульфидные прожилки почти всегда проникают в метабазальты лежачего бока, а там, где этот контакт деформирован, хлоритизированные базальты содержат до 20% сульфидов. Массивные руды обычно имеют полосчатую структуру, обусловленную наличием существенно пентландитовых слоевидных и линзовидных обособлений (обычно не более 5 мм мощностью) в преимущественно пирротиновой массе. Величина отношения пирротин/пентландит хорошо коррелируется, судя по предварительным наблюдениям, с характером полосчатых структур руд. Полосчатость ориентирована обычно параллельно контактам рудных тел, хотя наблюдаются случаи, когда она оказывается параллельной поверхностям секущих разломов или контактам рвущих тел интрузивных пород. Содержания никеля и кобальта в главных минералах массивных сульфидных руд месторождения Камбалда приведены по [5] в табл. 5.

Пиритовые руды обычно слагают зону мощностью не более 0,3 м, причем содержание пирита варьирует от редкой вкрапленности до почти массивных сульфидных руд. Размеры кристаллов пирита чаще всего 1–2 см в поперечнике, хотя в деформированных рудах нередко наблюдаются полосчатые скопления тонкозернистого пирита. Вкрапленные руды слагают четко выраженный верхний горизонт контактовых залежей, причем этот горизонт имеет резкие контакты как с подстилающими массивными рудами, так и с вышележащими гипербазитами. Обычно горизонт вкрапленных руд имеет большую мощность и более выдержан по простиранию, чем "слой" массивных руд. Содержание сульфидов во вкрапленных рудах от 20 до 65% и почти всегда увеличивается книзу. В нижних частях горизонта вкрапленные руды по существу представляют собой сульфидную массу с включениями силикатных и карбонатных минералов, что объясняет их высокую электрическую проводимость.

Таблица 5

Содержание никеля и кобальта в сульфидах месторождения Камбалда

Сульфид	Никель, %	Кобальт, %
Пентландит ($Fe_{4,1}Ni_{4,9}S_8$)	36,7–38,3	0,2–1,2
Пирротин (Fe_7S_8)	0,3–0,9	0,04–0,17
Пирит	0,1–2,0	0,5–2,0

В верхних частях, однако, карбонатно-силикатный материал, несомненно, преобладает над сульфидами. Главные сульфидные минералы этих руд весьма сходны по составу с минералами массивных руд. Изредка во вкрапленных рудах наблюдаются даже полосчатые скопления пентландита. В основании горизонта вкрапленных руд отчетливо фиксируется обогащение хромитом и магнетитом.

Для сульфидных никелевых руд контактовой залежи рудника Луннон вычислены средние отношения серы к никелю. Они оказались равными 3,975:1 для массивных руд (по 43 пересечениям) и 3,990:1 для вкрапленных (по 60 пересечениям). Близость этих величин свидетельствует о практически одинаковом содержании серы в рудных расплавах, из которых образовались руды обоих типов. Вкрапленные руды висячего бока повсеместно ассоциируют с телами контактовых руд, составляя в целом значительную долю общих запасов месторождения, однако они уступают по содержаниям полезных компонентов контактовым рудам. Количество сульфидов в этих рудах очень сильно варьирует, однако обычно не превышает 20%, т.е. существенно меньше, чем во вкрапленных контактовых рудах. Помимо рассеянной вкрапленности, в рудах наблюдаются скопления сульфидов изометричной или неправильной формы размером до 1–2 см. В некоторых случаях среди руд висячего бока встречаются залежи массивных руд, которые имеют признаки, характерные для контактовых руд (полосчатые структуры, наличие пиритовой зоны, увеличение содержания магнетита и хромита в нижних горизонтах, резкие контакты с вкрапленными рудами). Отношение пирротин/пентландит в этих рудах несколько ниже, чем в ассоциирующих контактовых рудах.

Сульфидные никелевые руды, выходящие на поверхность, сильно окислены и нередко превращены в никельсодержащие лимониты. Зона окисления достигает зеркала грунтовых вод, расположенного обычно на глубине 20–30 м. В приповерхностном слое до глубины 1–2 м иногда наблюдается силицификация бурых железняков. В лимонитах зоны окисления установлено присутствие никелевых карбонатов, а также гетита, ковеллина, пирита. Наличие повышенных концентраций никеля и меди в породах железной шляпы и почвах над выходами сульфидных руд определяет возможность успешного применения геохимических методов для поисков никелевых месторождений. Литогеохимические поиски проведены на площади месторождения Камбалда и способствовали выявлению многих рудных тел [2]. Поиски выполнялись путем отбора почвенных проб с глубины 15–20 см по серии профилей с интервалом около 15 м. Анализировалась тонкая (менее 80 меш) фракция на никель и медь. На выходах руд фиксировались четкие локальные аномалии. За рудные принимались лишь совмещенные аномалии по никелю и меди, так как высокие содержания никеля отмечались и над безрудными гипербазитами (рис. 6).

Ниже зоны окисления расположена зона измененных сульфидных руд, обогащенных никелем вследствие того, что пентландит полностью, а пирротин частично замещены виоларитом. Содержание никеля в рудах достигает здесь 20%. Эта зона распространяется до глубины 100–110 м. Дальше начинает встречаться пентландит, лишь частично замещенный виоларитом. На глубинах более 200 м залегают неизмененные первичные сульфидные руды, в которых виоларит отсутствует.

Генезис рудных залежей месторождения Камбалда и других сходных месторождений сульфидных никелевых руд Западной Австралии представляется следующим.

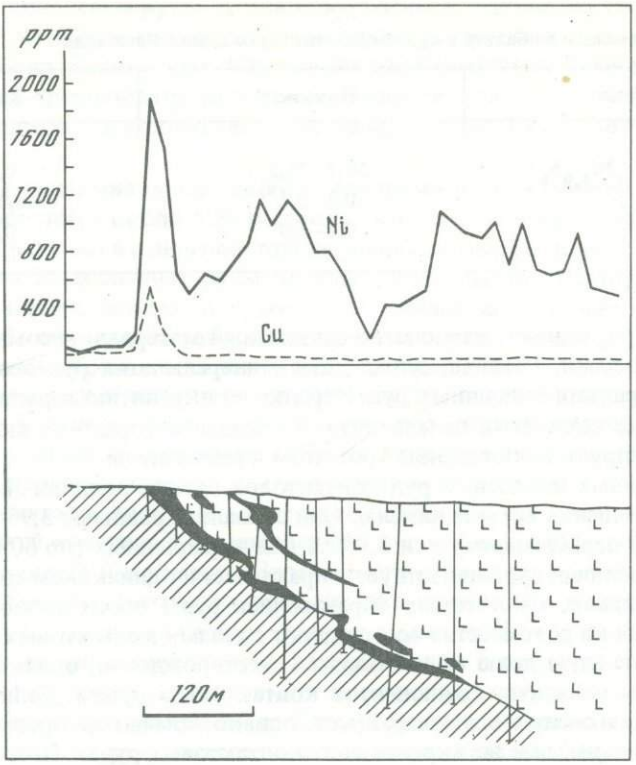


Рис. 6. **Геологический разрез и геохимический профиль содержаний меди и никеля в почвах на участке рудника Дуркин [2]**

Условные обозначения см. рис. 2

Образование базит-гипербазитовой толщи зеленокаменных поясов происходило в глубоководных условиях, сопоставимых с океаническими. Об этом свидетельствует сходство составов метабазальтов района Калгурли с современными абиссальными толеитами, отсутствие амигдалоидных структур в метабазальтах, наличие прослоев метаосадочных пород. Размещение сульфидных руд и их взаимоотношения с гипербазитами и осадочными породами указывают на трещинный характер излияний магмы основного и ультраосновного состава. О подводных условиях излияния высокотемпературных ультраосновных расплавов свидетельствует наличие спинифексовых структур. Образование массивных и вкрапленных никелевых руд несомненно связано с процессом ликвации первичной магмы на обособленные сульфидные и силикатные расплавы. Это разделение происходило на глубине в магматических камерах до начала излияний. Пульсационный характер поступления сульфидных, смешанных и силикатных расплавов обусловил чередование рудных горизонтов и безрудных гипербазитов. Последовательность поступления сначала рудных, а затем смешанных и силикатных расплавов запечатлелась в строении рудоносной гипербазитовой толщи. Сульфидные никелевые руды так же, как и вмещающие их гипербазиты, очевидно, представляют собой продукты подводных трещинных излияний высокотемпературных магм [5]. Изложенные представления о возможном магматогенном-вулканогенном генезисе сульфидных никелевых руд лучше всяких других согласуются со всем имеющимся фактическим материалом по геологии никелевых месторождений Западной Австралии. Вместе с тем весьма вероятно, что эти представления и вытекающие из них следствия о факторах контроля оруденения и поисковых признаках могут оказаться полезными при производстве геологических исследований и в других районах развития базит-гипербазитовых серий раннего докембрия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Binns R.A., Marston R.J.* Guide Book. IGC excursion 40A "Archaean geology of the Yilgarn Block, W.A.". Canberra: Progr. Press. Pty. Ltd., 1976, 73 p.
2. *Mazzucchelli R.H.* Secondary geochemical dipersion patterns associated with the nickel sulphide deposits at Kambalda, Western Australia. – J. Geochem. Explor., 1972, N 1, p. 103–116.
3. *Nesbitt R.W.* Skeletal crystal forms in the ultramafic rocks of the Yilgarn block, Western Australia: evidence for an archaean ultramafic liquid. – Spec. Publs Geol. Soc. Auctral., 1971, N 3, p. 331–347.
4. *Parbo A.H.* Der Gold-, Nickel- and Uranbergbau in Australien. – Metall (W.–Berlin), 1976, 30, N 3, p. 210–212.
5. *Ross J.R., Hopkins G.M.F.* Kambalda nickel sulphide deposits. – In: Economic Geology of Australia and Papua-New Guinea/Ed. C. Knight. Austral. Inst. Min. Met., Melbourne, 1976, p. 100–121.
6. *Williams I.R.* Eastern Goldfields Province. – In: Geology of Western Australia. West Austral. Geol. Surv., 1975, Mem. 2, p. 33–54.

И.Н. Томсон, Б.М. Шмакин

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАЙОНА МАУНТ-АЙЗА И МЭРИ КЕТЛИН

Регион, к которому приурочено одно из крупнейших в мире полиметаллических месторождений – Маунт-Айза, расположен на севере Австралии (северо-западный Квинсленд) в пределах пояса протерозойских пород, прослеживающихся в направлении залива Карпентария. На западе, востоке и юге протерозойские толщи скрыты под платформенным чехлом палеозойского и мезозойского возраста. В районе известны серебро-свинцово-цинковые, медные, урановые, железорудные, фосфатные месторождения, редкометальные мусковитовые пегматиты и другие виды полезных ископаемых. Главную промышленную ценность района составляет комплексное серебро-свинцово-цинковое и медное месторождение Маунт-Айза, где добывается ежегодно 2 млн. т руды с содержаниями 7% Pb, 6% Zn и 150 г/т Ag. В числе других стратиформных свинцово-цинковых месторождений района – Хилтон в 21 км к северу от Маунт-Айза, а также месторождения: Леди Лоретта, Даглед Ривер, Лоудон, Пегмонт и Скупрелл Хиллс. Среди медных месторождений района наиболее значительны Аргилла, Доббин, Кразедер, Маунт Оксид. Разрабатывается урановое месторождение Мэри Кетлин.

Рудовмещающими для этих разнообразных месторождений являются протерозойские толщи. В протерозойском покрове Австралии выделяются локальные области, где разрез насыщен вулканитами. К этим же площадям бывают приурочены и ареалы интрузивных пород, сами толщи здесь отличаются высокой степенью дислоцированности. Рудный район Маунт-Айза приурочен к одной из таких областей, имеющей овальную форму и вытянутой в меридиональном направлении. Эта область выделяется под названием орогенного свода Маунт-Айза. В северо-западном направлении из разреза протерозойских толщ выпадают вулканиты, резко убывает число интрузивов, а сами толщи приобретают субгоризонтальное залегание. Эта фация протерозойских толщ выделяется под названием платформенного чехла Лаун Хилл. Следует отметить, что подобная латеральная изменчивость является важной общей особенностью в строении докембрийских толщ Австралии. Существование в протерозойском покрове в общем изометричных областей, резко обогащенных магматическими породами, к которым тяготеют также и многие рудные районы, позволяет предположить, что их образование связано с потоками глубинного тепла и вещества – своеобразными "горячими пятнами".

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЛЩ

Докембрийские толщи региона расчленены на три группы: докарпентарийские, карпентарийские и аделаидские. Докарпентарийские породы имеют возрастной диапазон от архея до налладжиния (нижний протерозой). Эти толщи слабо вскрыты в районе и представлены метаморфитами Яринга, сложенными филлитами, кислыми вулканитами, которые прорваны гранитами Тоби (возраст 1760 млн. лет).

Карпентарий

В значительной мере соответствует протерозою и расчленен в регионе на серию основания, западную серию и восточную серию. Две последние являются синхронными фациями, причем они разделены валообразным выступом пород основания (рис. 1, 2).

Серия основания. Вскрывается в пределах меридионального хребта в виде пояса шириной 30 км. Этот пояс прослеживается в осевой части района и разделяет области распространения двух фаций протерозойских толщ: западной и восточной серий. Серия основания слагается из трех согласных метаморфических толщ,

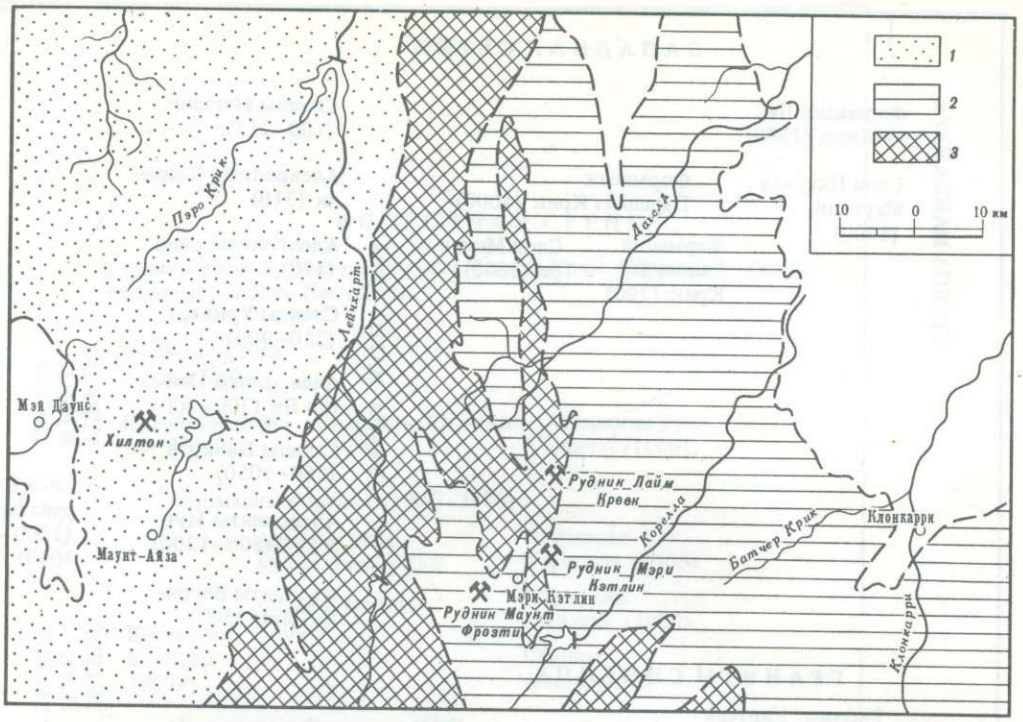


Рис. 1. **Схематическая карта района Маунт-Айзы**
1 – **западная серия;** *2* – **восточная серия;** *3* – **серия основания**

объединяемых в группу Твинга, достигающую мощности 4000 м. В нижней части разреза серии основания залегают метаморфиты Лейчхардт, состоящие из кислых вулканитов и подчиненных осадочных толщ, регионально метаморфизованных до зеленосланцевой и амфиболитовой фаций. Прорваны калкадонскими и ивенскими гранитами, а также дайками порфиров и долеритов. Выше по разрезу залегают метабазальты Магна Линн мощностью до 600 м, включающие прослои и линзы кварцитов, известковистых песчаников. В зонах смятия породы интенсивно метаморфизованы (до биотитовых и хлоритовых сланцев), а в стороне от них содержат железомагнезиальные минералы. Залегающая выше по разрезу формация Аргилла слагается кислыми вулканитами розового цвета за счет тонкорассеянного гематита. Включает также потоки лав дацитового и андезитового составов, прослои метааргиллитов, песчаников. Подвергнуты только слабому региональному метаморфизму.

Западная серия. Породы этой серии обнажаются к западу от пояса пород основания и именно к ним приурочены месторождения Маунт-Айза и Хилтон. Расчленена на две группы: более древнюю Хэслингден и перекрывающую ее несогласно группу Маунт-Айза. Граниты Сибелла интрудируют толщу группы Хэслингден, но перекрываются несогласно слоями группы Маунт-Айза. Группа Хэслингден образована между 1700 и 1650 млн. лет. В ее основании залегают кварциты Маунт-Гьюид, сменяющиеся вулканитами Истерн Крик и затем субгруппой Миалли, несогласно залегающими на гранитах основания и метаморфитах Лейчхардт. Кварциты Маунт-Гьюид в нижней части разреза состоят из конгломератов, аркозов, аргиллитов с редкими потоками базальтов, а в верхней части преобладают кварциты. Вулканиты Истерн Крик согласно перекрывают кварциты Маунт-Гьюид, но несогласно залегают на гранитах Ивен. Они слагаются метабазальтами Кромвелл (мощностью до 4 000 м), кварцитами Лейн (500 м) и метабазальтами Пиквик (700 м). Общая мощность формации от 3 600 до 7 200 м. Базальты близки континентальным толеитам и обогащены Fe, Pb, Cu, Zn. Подвергнуты метаморфизму зеленосланцевой фации.

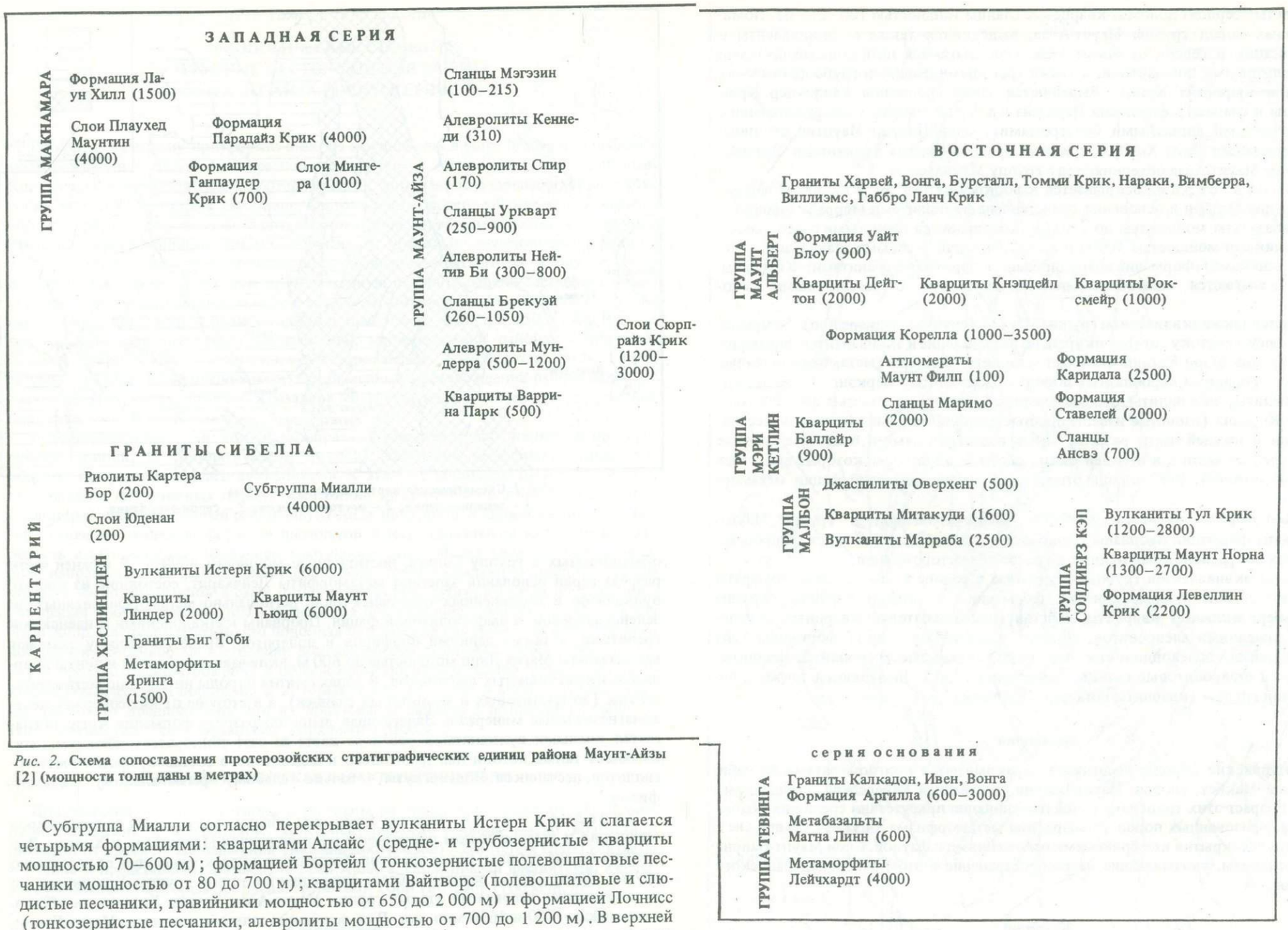


Рис. 2. **Схема сопоставления протерозойских стратиграфических единиц района Маунт-Айзы [2] (мощности толщ даны в метрах)**

Субгруппа Миалли согласно перекрывает вулканиты Истерн Крик и слагается четырьмя формациями: кварцитами Алсайс (средне- и грубозернистые кварциты мощностью 70–600 м); формацией Бортейл (тонкозернистые полевошпатовые песчаники мощностью от 80 до 700 м); кварцитами Вайтворс (полевошпатовые и слюдистые песчаники, гравийники мощностью от 650 до 2 000 м) и формацией Лочнисс (тонкозернистые песчаники, алевролиты мощностью от 700 до 1 200 м). В верхней части формации Лочнисс имеются тонкие прослои филлитов и песчаников с горизонтами кислых туфов. Текстурные особенности осадков, включая широкое распространение волноприбойных знаков, косослоистости, указывают на формирование субгруппы Миалли в прибрежных мелководных условиях при восточном расположении береговой линии. Выделяются также эквиваленты субформации Миалли, отличающиеся более сильным метаморфизмом.

Группа Маунт-Айза несогласно перекрывает группу Хэслингден и характеризуется абсолютным возрастом между 1550 и 1400 млн. лет [2]. Группа состоит из восьми в основном согласных формаций. Начиная от основания группы вверх сменяются следующие формации: кварциты Веррин Парк (песчаники и конгломераты),

алевролиты Мундерра (представлены доломитовыми алевролитами и сланцами, местами обогащенными пиритом общей мощностью 500–1220 м); сланцы Брекэуэй (известковистые и кремнистые сланцы, немного песчаников и кремней мощностью 260–1050 м); алевролиты Нэйтив Би (алевролиты с прослоями известковистых сланцев мощностью 300–800 м); сланцы Уркварт (слоистые пиритовые и доломитовые сланцы и алевролиты с прослоями туфов мощностью 250–900 м). Эта толща вмещает медные и серебро-свинцово-цинковые месторождения. Выше по разрезу залегают алевролиты Кеннеди (массивные алевритовые и доломитовые алевролиты и брекчии мощностью 140–480 м); сланцы Мэгэзин (тонкослоистые

известковистые серицит-доломит-кварцевые сланцы мощностью 100–215 м). Помимо сланцевых пород группы Маунт-Айза, выделяются также ее эквиваленты в поясе к востоку и северу от Маунт-Айза. Они слагаются шельфовыми фациями и строматолитовыми доломитами, а также троговыми фациями грубообломочных пород (слои Сюрпрайз Крик). Выделяются также формация Ганпоудер Крик (алевролиты и сланцы); формация Парадайз Крик (доломиты, сланцы и кремни с хорошо развитыми алгальными биостромами); слои Плаунд Маунтин сходного состава и формация Лаун Хилл, содержащая прослои кислых вулканитов. Эквиваленты группы Маунт-Айза объединяются в группу Макнамарра.

Восточная серия вскрывается к востоку от 139°50′ и включает четыре группы. Группа Мэлбон в основании представлена вулканитами Марраба (амигалоидные метабазальты мощностью до 2 800 м, сменяющиеся слоистыми известковистыми песчаниками мощностью 100 м и в верхней части – серыми сланцами и аркозовыми песчаниками). Формация интрудирована долеритами и гранитами. Кварциты Митакуди слагаются полевошпатовыми кварцитами с базальтовыми потоками.

Выделяются также эквиваленты группы Мэлбон (группа Солдиерз Кэп), вскрывающиеся к югу и востоку от Клонкурри, но включающие и эквиваленты формации Аргилла. Группа Мэри Кетлин включает кварциты Бэллара (метаморфизованные песчаники с прослоями карбонатных пород); джаспилиты Сверкэнг (известняки, слоистые пелиты, джаспилиты, строматолитовые кремни мощностью 300–900 м); формацию Корелла (слоистые известковистые алевролиты, амфиболиты, известняки, мергели в нижней части разреза, менее известковистые и более песчанистые породы в средней части и в верхней части подобные же породы, которые включают базальтовые потоки). Все породы относятся к зеленосланцевой фации метаморфизма.

Формация Корелла является наиболее распространенной в группе Маунт-Айза. Породы формации прорваны гранитами и дайками долеритов, скарнированы и в пределах нее расположены медные и урановые месторождения.

В качестве эквивалентов группы Маунт-Айза в районе выделяются аггломераты Маунт-Филп, сланцы Мэримо, Ансвер, формации Стейвлей и Карайдел. Группа Маунт-Альберт включает кварциты Дейгтон (полевошпатовые кварциты, конгломераты с прослоями алевролитов, сланцев, известняков и др.); формацию Уайт Блоу (кварциты, полевошпатовые песчаники, слюдистые алевролиты, филлиты, гранатовые и ставролитовые сланцы, известняки и др.). Выделяются также эквиваленты этой группы (кварциты Роксмер и Кнапдейл).

Аделаидий

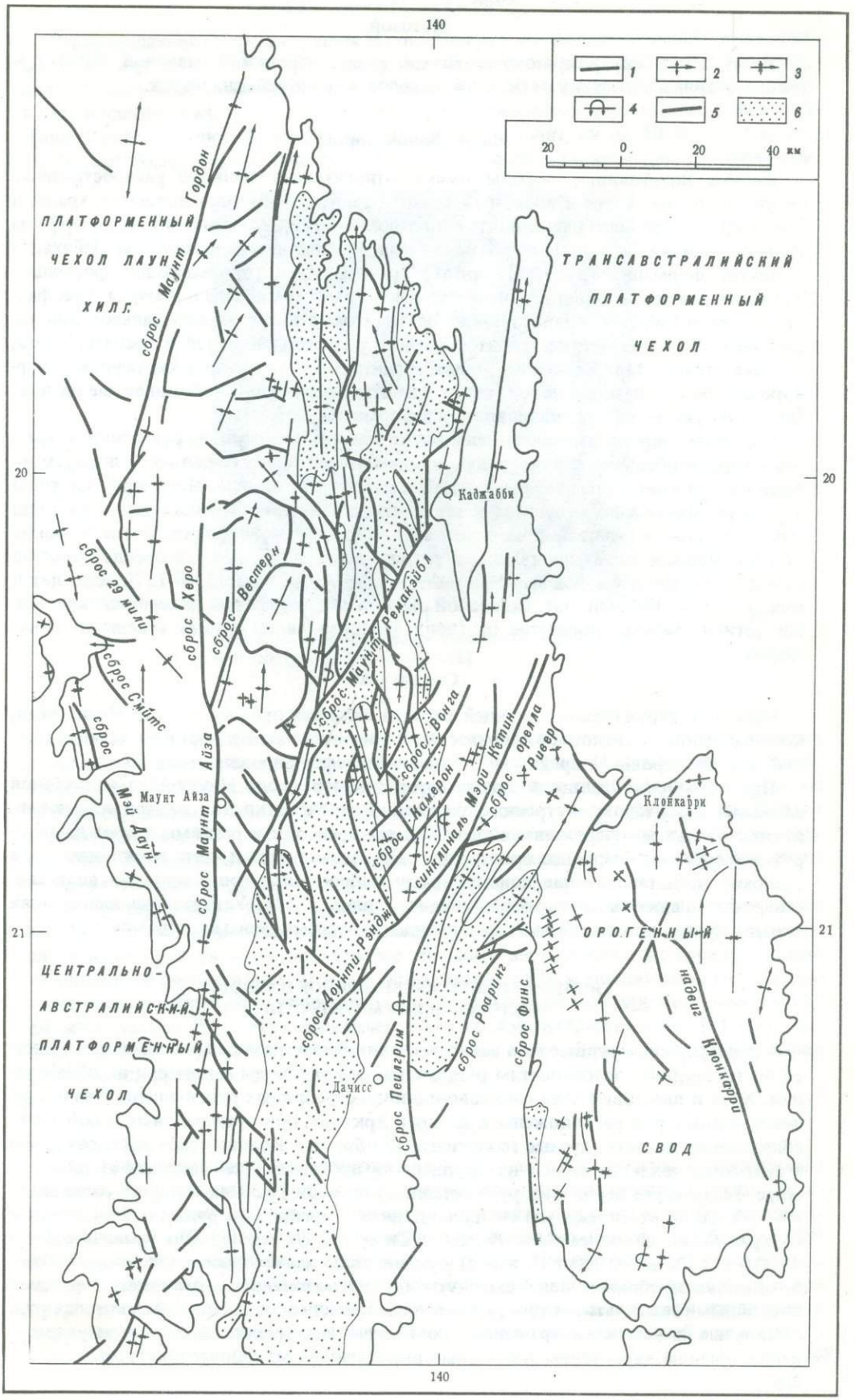
Карпентарийские породы несогласно перекрываются конгломератами Квамби, песчаниками Макбет, слоями Маунт-Байрни, формацией Риверсдейл, песчаниками Пайлках. Возраст этих толщ намечается на основании присутствия среди них обломков метаморфизованных пород (с возрастом метаморфизма 1400–1450 млн. лет) и фактов их перекрытия кембрийскими отложениями с фауной. Слои Маунт-Байрни содержат тиллиты, указывающие на распространение в этом районе Аделаидского оледенения.

Кембрий

Отложения этого возраста широко распространены к западу и югу от области выходов докембрийских пород и принадлежат к окраине бассейна Джоржия. Фауна трилобитов, содержащаяся в глинистых породах, свидетельствует о принадлежности их к среднему и верхнему кембрию.

Рис. 3. **Структурная схема района Маунт-Айзы**

1 – геологические границы; *2* – антиклинали с указанием погружения; *3* – синклинали с указанием погружения; *4* – опрокинутые синклинали; *5* – сбросы; *6* – серия основания


140
1
2
3
4
5
6
20 0 20 40 км
ПЛАТФОРМЕННЫЙ ЧЕХОЛ ЛАУН ХИЛЛ
ТРАНСАВСТРАЛИЙСКИЙ ПЛАТФОРМЕННЫЙ ЧЕХОЛ
ЦЕНТРАЛЬНО-АВСТРАЛИЙСКИЙ ПЛАТФОРМЕННЫЙ ЧЕХОЛ
ОРОГЕННЫЙ СВОД
сброс Маунт Гордон
сброс 29 мили
сброс Смитс
сброс Маунт Айза
сброс Херо
сброс Вестерн
сброс Маунт Ремакэбл
сброс Вонга
сброс Камерон
синклиналь Мэри Кэтин
сброс Ривер
сброс Аруинта Рэндж
сброс Пеилгрим
сброс Роуринг
сброс Финс
надвиг Клонкарри
Каджабби
Маунт Айза
Мэй Даун
Дачисс
Клонкарри
20
21
140

Мезозой

Мезозойские внутрикратонные толщи имеют юрский и меловой возраст и распространены к востоку от области выходов докембрийских пород.

Интрузивные породы

Кислые интрузивные породы имеют относительно большее распространение среди толщ основания и восточной серии. Граниты основания включают граниты Биг Тоби (небольшие тела гранитов и гранодиоритов, прорывающих метаморфиты Яринга); калкадонские многофазные граниты (рвущие метаморфиты Лейчхардт и другие формации группы Тевинга); граниты Ивен (прорывающие формацию Аргилла). Западная серия гранитов включает граниты Сибелла и Вэбэрра. Трехфазные граниты Сибелла содержат также пегматитовые тела с редкометальной минерализацией. Восточная серия гранитов включает граниты Хардуэй и граниты Вонга, рвущие группы Мэри Кетлин и Тэвинга, граниты Бурсталл, сопровождающиеся скарнированием вмещающих пород, микрограниты Томми Крик, обогащенные щелочами и образующие силлы, внедрившиеся в формацию Корелла.

В регионе широко распространены также основные интрузивы различных возрастов, которые образуют дайки, силлы, лополиты. Среди даек выделяются дометаморфические, синметаморфические и постметаморфические тела. Метаморфизм толщ в регионе Маунт-Айза относится к типу низких давлений. В районе развития толщ западной серии и основания он достигает зеленосланцевой фации. Более высокие ступени метаморфизма проявлены в толщах восточной серии и в ореоле гранитов Сибелла. Выделяются два периода метаморфизма: между 1650–1570 млн. лет и между 1550–1400 млн. лет. По слабой степени метаморфизма докембрийские толщи региона резко отличаются от своих аналогов на материках северного полушария.

Структура

Основной структурной единицей региона является орогенный свод Маунт-Айза, который сложен дислоцированными породами восточной и частично западной серий. Эти же породы за пределами свода слабо деформированы (рис. 3).

Протерозойские толщи в пределах орогенного свода Маунт-Айза отличаются сложным характером внутренних дислокаций, прочем складки внутри него подчиняются овальным очертаниям свода. Как складки, так и разломы имеют доминирующее субмеридиональное простирание. При этом складки часто изоклинальны, а разломы представлены меридиональными взбросами с сопряженными сдвигами северо-восточного и северо-западного направления [3]. Установлена наложенная складчатость, которая связана с гранитоидными телами, зонами разломов и др.

СВИНЦОВО-ЦИНКОВО-СЕРЕБРЯНОЕ И МЕДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ МАУНТ-АЙЗА

Стратиформные рудные тела месторождения имеют различный состав, различаются по текстурным особенностям руд, а также по условиям и времени их образования. Хотя и пластовые тела свинцово-цинково-серебряных руд, и плитообразные залежи медных руд расположены в сланцах Уркварт, они представляют собой тесно сближенные, но независимые геологические объекты. Комплексное месторождение Маунт-Айза является одним из крупнейших производителей цветных металлов в мире. Ресурсы его первичных руд составляют по меди 27,5 млн. т руды с содержанием 3,5% Cu по комплексным свинцово-цинково-серебряным рудам – 25,4 млн. т с содержаниями не менее 7,0% Pb, 6,0% Zn и 150 г/т Ag [1]. По уровню добычи (150 000 т Cu и 140 000 т Pb в год) рудник является крупнейшим в мире. Свинцово-цинково-серебряные тела вытянуты по напластованию и отличаются четкими послойными полосчатыми текстурами, тогда как для обособленных тел медных руд, вытянутых в том же направлении, но обычно залегающих под острым углом к напластованию, характерны брекчиевые, вкрапленные, массивные текстуры.

Структурная позиция оруденения

Рудовмещающие породы группы Маунт-Айза имеют меридиональное простирание и падают под углами 60–65° к западу и располагаются в западном крыле антиклинали. Разлом Маунт-Айза расположен более чем в 600 м к западу от месторождения в его висячем боку. В лежачем же боку прослеживается зона смятия Рейскоурз. Нормальные складки на месторождении имеют амплитуду до 50 м, а их осевые плоскости обычно круто падают к западу. Они часто являются дисгармоничными.



Рис. 4. **Текстуры складок волочения в полиметаллических рудах Маунт-Айзы [1]**

В пределах месторождения известна также микроскладчатость волочения, которая проявляется в участках, обогащенных сульфидами (рис. 4). Имеются также текстурные рисунки, свидетельствующие о гравитационном скольжении в не полностью литофицированных осадках. Подобные деформации в сульфидных горизонтах рассматриваются как следствие различной способности минералов к пластическому течению. Экспериментально установлен ряд по направленному изменению этого свойства: галенит, пирротин и халькопирит, сфалерит, пирит.

На месторождении выделяются два типа сбросов: 1) разломы, представленные плоскостью смещения, залегающей или послойно, или под некоторым углом к напластованию; в их числе нормальные сбросы и взбросо-сдвиги с горизонтальной компонентой смещения до 30 м; 2) зоны смятия до 16 м мощностью с суммарным смещением по отдельным плоскостям до 100 м. Характерной для этого типа является зона смятия Рейскоурз в лежачем боку полиметаллических тел [1] (рис. 5). Вдоль разломов встречаются кварц-карбонатные жилы. Вдоль этих же нарушений развиваются процессы глубинного окисления.

Рудные тела

Стратиформные свинцово-цинково-серебряные тела приурочены к неизменным сланцам. Напротив, меднорудные тела расположены в зонах брекчированных, перекристаллизованных сланцев [1]. Меднорудные тела окружены чехлом кремнисто-доломитовой минерализации. Характерно, что свинцово-цинково-серебряные тела часто прерываются или меняют состав при подходе к зоне кремнисто-доломитовой минерализации и, таким образом, не происходит совмещения основных двух типов оруденения. В кремнисто-доломитовый чехол прослеживается лишь пиритовая и пирротиновая минерализация. Эти соотношения наводят на мысль об эпигенетичес-

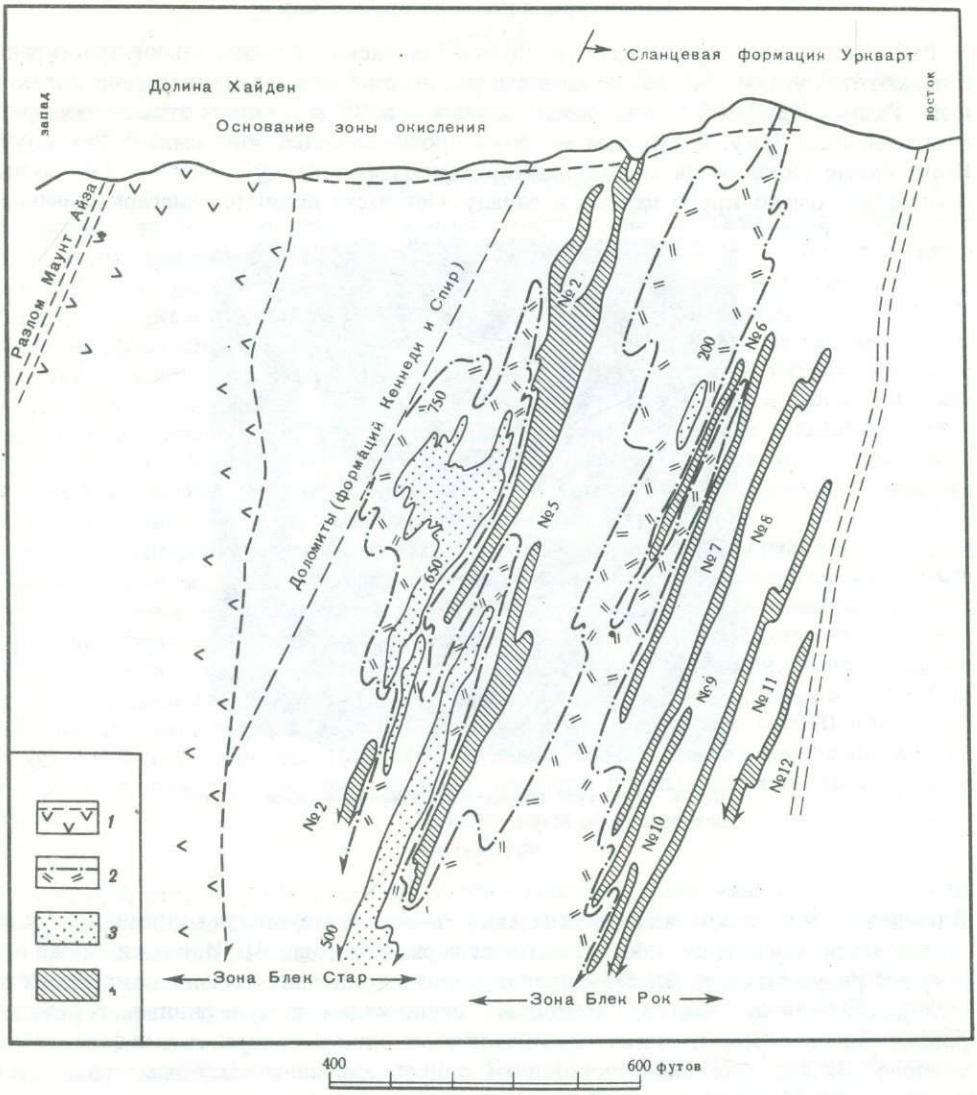


Рис. 5. **Разрез через месторождения Маунт-Айза [1]**

1 – **вулканиты вестерн;** *2* – **очертания кремнисто-доломитовых пород;** *3* – **медные рудные тела;** *4* – **серебро-свинцово-цинковые рудные тела**

ком характере медного оруденения, и более того, возможно, что перекристаллизация и гидротермальные процессы, сопутствующие образованию медного оруденения, могли привести к полной или частичной резорбции более ранних свинцово-цинково-серебряных рудных тел.

Рудовмещающая толща сланцев Уркварт на глубоких горизонтах сменяется зеленокаменными породами и кварцитами основания. Контакт между двумя толщами тектонический. Он контролируется пологой зоной тектонического нарушения. В толще основания отмечаются кварцевые жилы с медной минерализацией.

Свинцово-цинково-серебряные рудные тела залегают в толще сланцев Уркварт мощностью более 1000 м. Рудные тела приурочены к определенным горизонтам стратиграфической колонки. В северном направлении, а также по восстанию переходят в пиритовые пластовые залежи, часто со сферическими выделениями пирита. При этом сначала рудные тела обогащаются сфалеритом, а затем уже пиритом. В южном направлении и в нижних частях рудных тел отмечается обогащение галенитом и серебряными минералами.

Промышленная минерализация локализуется в 14 горизонтах и соответствующих им рудных телах, имеющих порядковую нумерацию. Картирование и распозна-

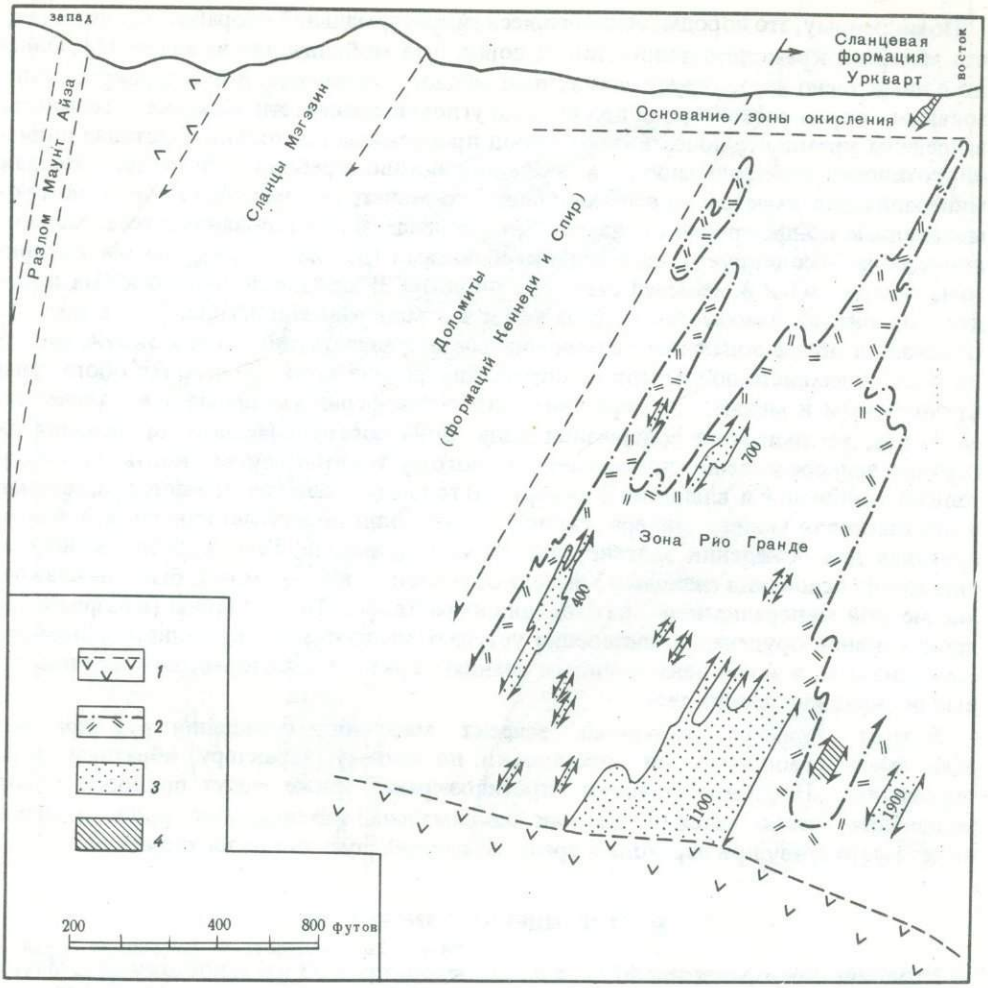


Рис. 6. **Разрез через северную часть месторождения Маунт-Айза**

вание рудных тел, приуроченных к стратиграфическим горизонтам, производится по маркирующим горизонтам туфов. Рудные тела 1–5 мощностью до 48 м объединяются в зону Блек Стар и отличаются более тонкозернистым строением и содержат больше карбонатного материала, чем другие рудные тела, объединяемые в зону Блек Рок-Рио Гранде общей мощностью до 15 м (см. рис. 4).

В составе полиметаллических рудных тел галенит, аргентит, тетраэдрит, а также пирит ассоциируют с прослоями черных карбонатсодержащих вулканогенных сланцев, тогда как сфалерит и тонкозернистый пирит – с доломитовыми сланцами.

Рудные тела со складчатыми текстурами содержат в осевых частях микроскладок перекристаллизованные грубозернистые сульфиды, в отличие от ненарушенных. Грубозернистые сульфиды проникают также по трещинам в подстилающие и перекрывающие пласты, а также по зонам рассланцевания. В кремнисто-доломитовых зонах также содержатся грубозернистый галенит, пирротин, карбонат, сфалерит, хлорит, халькопирит и альбит. В зоне окисления, которая проникает до глубины 50–65 м, отмечаются церуссит и пироморфит, обогащенные в нижних частях самородным серебром, а также смитсонитовые линзы с содержанием цинка до 20%. Зона вторичного обогащения прослеживается еще ниже на 13 м.

Меднорудные тела приурочены к зонам перекристаллизованных и деформированных сланцев Уркварт, которые именуются кремнисто-доломитовыми породами.

По-видимому, это породы, подвергшиеся гидротермальной проработке. Считается, что материал кремнисто-доломитовых пород был мобилизован на месте [1]. Однако с ними тесно ассоциирует наложенное медное оруденение. Зоны перекристаллизованных пород расположены под острым углом к слоистости. Как уже отмечалось, в пределы кремнисто-доломитовых пород прослеживается только пластовая пирит-пирротиновая минерализация, а свинцово-цинково-серебряная "исчезает". Медная минерализация имеется по всей мощности кремнисто-доломитовых пород, но промышленные концентрации образуют в их пределах эшелонированные тела. Халькопирит тесно ассоциирует с кварцем и карбонатами (доломитом, кальцитом, анкеритом, сидеритом) и в меньшей степени с пиритом. В кремнисто-доломитовых породах содержится множество рудных тел и зон минерализации (рис. 6; см. рис. 5). Намечается общее зональное изменение состава меднорудных тел и окружающего их чехла кремнисто-доломитовых пород. Внутренние части рудных тел обогащены кремнеземом и медью. По мере движения к периферии увеличивается количество доломита, уменьшаются содержания меди. Зона богатого медного оруденения на глубине непосредственно примыкает к пологому тектоническому контакту между толщей основания и сланцами Уркварт. В толще основания встречается рассеянная и прожилковая медная минерализация, эта толща выступает как среда, неблагоприятная для осаждения эпигенетической минерализации. Резкая смена по восстанию толщи основания сланцами Уркварт обусловила, по-видимому, быстрое осаждение медной минерализации из восходящих растворов. По восстанию (и на флангах) продуктивное оруденение постепенно уступает место сначала кремнисто-доломитовым породам, а затем неизмененным сланцам Уркварт, в которых залегают пластовые полиметаллические тела.

В этом примере интересен эффект массового осаждения руд при резкой смене геологической обстановки, по своему характеру обратный экранированию. Подобные условия "противоэкрана" также могут приводить к формированию слепых залежей, так как максимальная интенсивность рудоотложения имеет место сразу при переходе в среду, благоприятную для рудоотложения.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ МЭРИ КЕТЛИН

Урановое месторождение Мэри Кетлин находится в 55 км к востоку от г. Маунт-Айза. Оно открыто в 1954 г. и интенсивно разрабатывалось в период 1958–1963 гг.; получено более 4 тысяч т U_3O_8. После длительного перерыва эксплуатационные работы возобновлены в 1975 г. До 1981 г. включительно предполагается вынуть 23 млн. т горной массы в том числе 6 млн. т руды со средним содержанием 1,2 кг U_3O_8 на 1 т (из имеющихся резервов 7 млн. т). Вмещающие рудное тело метаморфические породы формации Корелла – это первично мелководные осадки, состоящие из слоев карбонатного, кремнистого и глинистого материала. Их возраст около 1500 млн. лет.

В результате метаморфизма образовались мраморы, сланцы, диопсид-полевошпатовые породы, кварциты и амфиболиты, смятые в крутые складки синклинали Мэри Кетлин. Породы формации Корелла прорваны гранитами Бэрстолл и многочисленными дайками кварц-полевошпатовых порфиров и лампрофиров.

Рудное тело залегает в массивных гранатовых метасоматических породах, которые заместили все породы разреза. Гранат андрадит-гроссулярового состава, нередко в ассоциации с ортитом (алланитом) встречается и в других участках синклинали Мэри Кетлин. В плане рудное тело имеет овальную форму с удлинением вдоль меридионального простирания вмещающих пород. В разрезе (рис. 7) хорошо видно погружение рудного тела на запад – от 35° у восточного фланга и до вертикального у западного ограничения. Отдельные дуговидные рудные зоны имеют мощность от нескольких сантиметров до 1 м. В совокупности они образуют сотоподобный рисунок. Между рудными (ортитовыми) зонами наблюдаются пустые участки гранатовой породы.

Уранинит включен в массивную ортитовую руду в виде зерен овальной формы размером от 0,01 до 0,1 мм в поперечнике. Каждое зерно окружено тонкой оболоч-

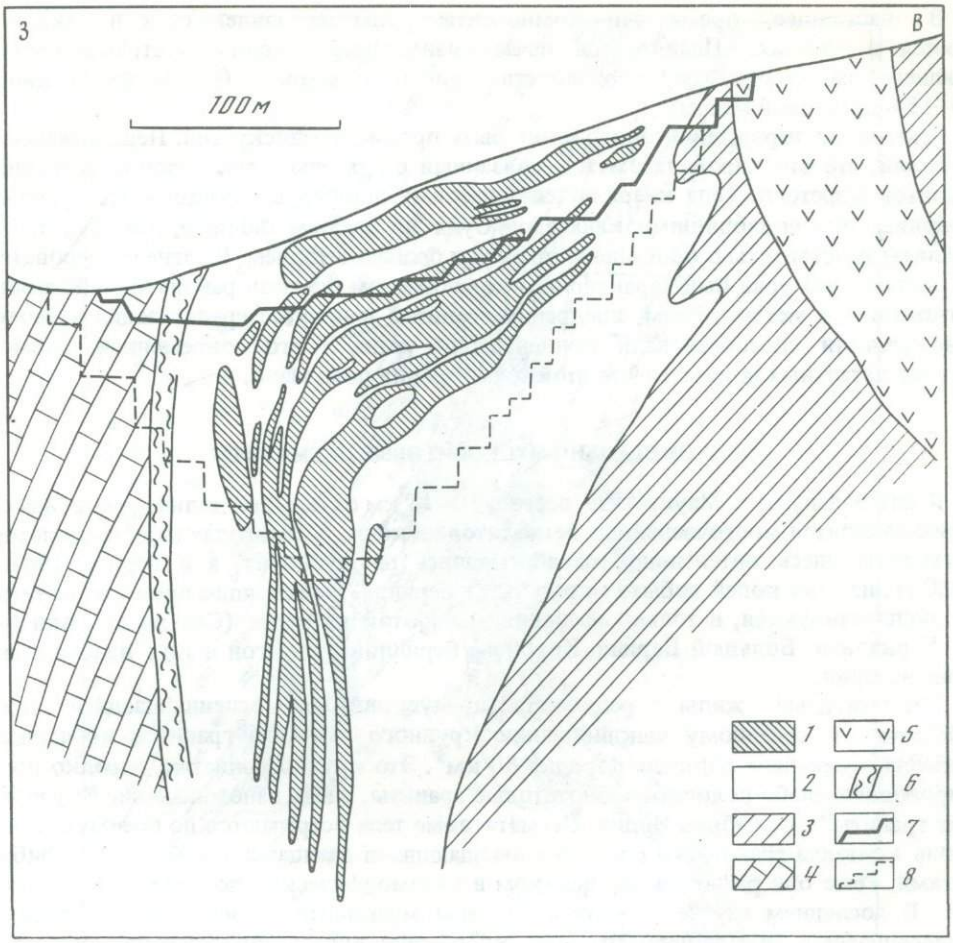


Рис. 7. **Рудное тело месторождения Мэри Кетлин**

1 – ортитовые линзы; *2* – метасоматическая гранатовая порода; *3* – полевошпатово-диопсидовая порода; *4* – та же порода с линзами известняков и кварцитов; *5* – скаполитизированный диорит; *6* – зона трещиноватости (разлом Мэри Кетлин); *7* – контур карьера в 1975 г.; *8* – предполагаемый контур карьера

кой, состоящей из кремнезема. Небольшое количество включений уранинита встречается также в стиллвеллите (редкий боросиликат церия и лантана) и во фторапатите. Кроме этих минералов, в составе руд отмечаются роговая обманка, пренит, кальцит. Местами встречается до 2% сульфидов, преимущественно пирротина, пирита, марказита и халькопирита. Руда содержит в среднем 4% редкоземельных элементов, среди которых преобладают церий (50% от суммы), лантан (35%), неодим (11%) и празеодим (до 3%).

Содержания урана и тория в гранитоидах района Маунт-Айза

Порода	Число образцов	U	Th
Калькадунский гранит	4	7,1	21,1
Гранит Сиббела	8	6,6	27,2
Гранит Бэрстолл	13	7	57
Риолит Бэрстолл	13	12	69

В настоящее время эти компоненты руды не извлекаются и накапливаются в хвостах. Планируется начать извлечение церия из экстракта, поступающего на химическое производство вместе с ураном (растворяется лишь 10–15% ортитовой массы).

Генезис месторождения продолжает быть предметом дискуссий. Первоначально полагали, что это пирометасоматоз, связанный с деятельностью поздних эманаций гранитов Бэрстолл. Тела кварц-полевошпатовых порфиров, обогащенные ураном, считались рудоподводящими каналами. Судя по данным таблицы, эти граниты и риолиты действительно обогащены ураном и особенно торием. Многие исследователи считают, что уран был характерным компонентом осадков района Мэри Кетлин. Региональный метаморфизм, внедрение гранитов и процесс гранитизации в своей совокупности способствовали концентрации урана в его современной форме. Однако детальных доказательств этой точки зрения пока мало.

РЕДКОМЕТАЛЬНО-МУСКОВИТОВЫЕ ПЕГМАТИТЫ

К юго-западу от г. Маунт-Айза, всего в 10–15 км от него, по долине речки Майка Крик находятся многочисленные пегматитовые копи. В 20-х годах нашего столетия пегматиты здесь интенсивно разрабатывались на мусковит, а в период 1941–1960 гг. из этих копей добыто около 100 т берилла. В настоящее время пегматиты не эксплуатируются, и только названия выработок на карте (Слюдяные копи 1–3; Бериллина, Большой Берилл, Королева бериллов, Гексагон и т.п.) напоминают о их истории.

Пегматитовые жилы с редкометально-мусковитовой специализацией приурочены к северному выклиниванию крупного массива гранитов комплекса Сибелла, имеющего площадь порядка 80 км^2. Это крупнозернистые, нередко порфировидные слабо полосчатые биотитовые граниты, очень напоминающие "купольные граниты" докембрия Индии. Пегматитовые тела встречаются по преимуществу вдоль контакта гранитного массива с вмещающими сланцами, гнейсами и амфиболитами. Реже они расположены целиком в метаморфических породах или в гранитах. В последнем случае пегматиты лишены мусковитовой или редкометальной минерализации. Форма пегматитовых тел обычно линзовидная или пластинчатая, максимальный размер – до 1 км в длину при мощности до 150 м. На одном из участков контакта гранитного массива с метаморфическими породами наблюдается крупное обособление пегматитового материала площадью до 2 км^2 (рис. 8). Это по существу пегматоидные граниты, практически не содержащие полезной минерализации.

Более обычны жилы длиной 100–200 м и мощностью 5–10 м. Характерны крутое, близкое к вертикальному, залегание и зональное строение. Центральную часть пегматитового тела обычно слагает анхимономинеральное кварцевое ядро, вокруг которого расположены бериллсодержащие и мусковитсодержащие крупнокристаллические зоны. Ближе к контактам пегматит относительно мелкозернист, нередко с графическими срастаниями кварца и полевых шпатов.

В минеральном составе пегматитов резко преобладают три минерала: кварц ядер, калиевый полевой шпат крупных кристаллов, окаймляющих ядра, и плагиоклаз (альбит) метасоматических зон. Именно с альбитом ассоциируют обычно мусковит, имеющий невысокое качество и характерный зеленоватый оттенок, и берилл – идиоморфные гексагональные призмы разного размера. Цвет берилла голубовато-зеленый, реже желтый или белый; кристаллы непрозрачны и трещиноваты. Кроме упомянутых минералов, достаточно часто встречаются турмалин, колумбит-танталит, касситерит, гранат. На контакте с пегматитовыми телами наблюдаются интенсивные явления мусковитизации и окварцевания вмещающих пород: амфиболитов, амфиболовых сланцев, гнейсов. Ширина зон экзоконтактового изменения – до 50 см, иногда до 1 м. Встречается в этих зонах и турмалин такого же синевато-черного цвета, как и в пегматитах.

Генезис пегматитов района не вызывает сомнений. Это типичные инъекционные магматические тела, характерные для всех пегматитов с редкометально-мусковито-

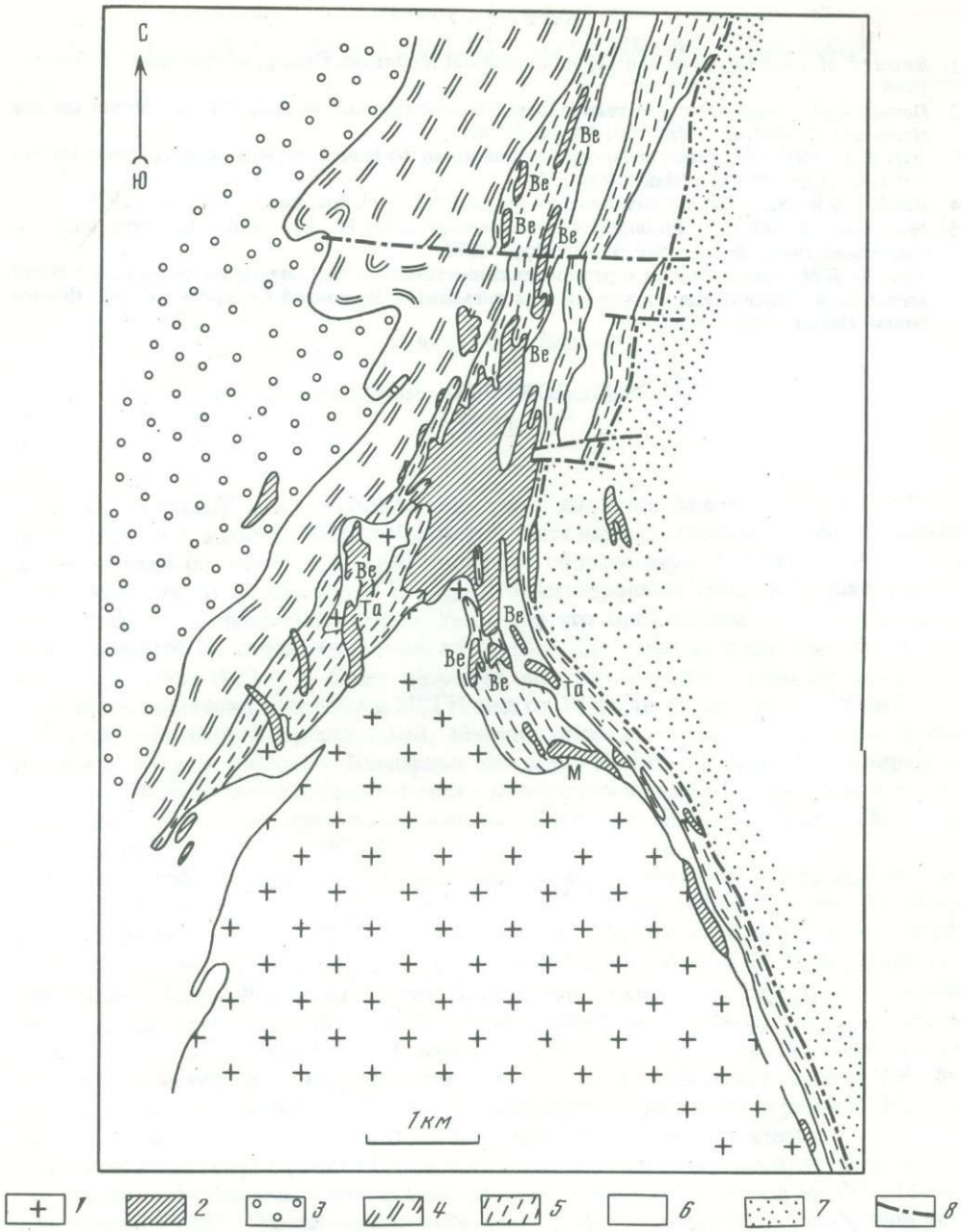


Рис. 8. **Участок развития пегматитов к юго-западу от Маунт-Айза (по карте масштаба 1: 50 000)**

1 – граниты комплекса Сибелла; *2* – пегматиты; *3* – гнейсы и сланцы Мэй Даунс; *4* – кварциты Маунт Гайд; *5* – амфиболиты и хлоритовые сланцы Истерн Крик; *6* – слюдяные сланцы, кордиеритовые сланцы Истерн Крик; *7* – кварциты, конгломераты Джуденан Бедс; *8* – линии крупных разломов. Буквенные обозначения М, Be, Ta, Sn– копи с мусковитом, бериллом, колумбит-танталитом, касситеритом

вой специализацией. Повышенные содержания воды, фтора, бора, Be, Sn, Nb, Ta в них обусловлены дифференциацией гранитного материала. Процессы гидролиза (образование мусковита по калиевому полевому шпату) и альбитизации являются автометасоматическими. Пегматиты такого типа не представляют в настоящее время серьезного промышленного интереса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bannet E.M.* Lead-zinc-silver and copper deposits of Mount Isa. Geology of Australian ore deposits. 1964.
2. *Derrick G.M.* Stratigraphic and palaeogeographic evolution and revolution in the Mount Isa area. Melbourne, Austral. Inst. Min. Met. August, 1974.
3. *Duff B.A., Wilson I.H.* Basin and dome deformation in the Mount Isa Geosyncline. Sydney. 1st Austral. Geol., Convention, Adelaide, May 1975.
4. *Hawkins B.W.* Mary Kathleen uranium deposit. Brisbane, Geol. Soc. Austral. Qld. Div., 1975.
5. *Page R.W., Derrick G.M.* Precambrian geochronology in the Mt. Isa – Coloncurry area, northwest Queensland. Perth. W. Aust. Sec. 3. – Geology, 1973.
6. *Шмакин Б.М.* Мусковитовые и редкометально-мусковитовые пегматиты (минералого-геохимическая и генетическая характеристика пегматитов Восточной Сибири и Индии). Новосибирск: Наука, 1976, 368 с.

В.В. Меннер, И.М. Варенцов

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК (МСГН)

Международный союз геологических наук является самой крупной организацией, входящей в состав Международного совета научных союзов. По своей научной проблематике он охватывает все важнейшие области наук о Земле. В настоящее время членами МСГН являются 79 стран. Международный престиж Союза в течение последних лет существенно вырос. Если при его организации в 1960 г. в состав Союза входило 47 стран, то с 1964 по 1968 г. его членами стали еще 10 стран, в интервале 1968–1972 гг. в Союз вступило еще 10 стран, а в течение 1972–1976 гг. поступили заявления о приеме в МСГН еще от 12 стран. В настоящее время МСГН является постоянной организацией, координирующей основные международные работы в области геологии. Пленарные заседания МСГН, как правило, собираются во время Международных геологических конгрессов каждые 4 года и имеют весьма существенное значение для общего направления работ. На XXV сессии МГК проведено два заседания Совета МСГН.

На заседании 19 августа 1976 г. заслушан и утвержден отчетный доклад Генерального секретаря МСГН доктора С. Ван дер Хейде, отчет казначея проф. П. Метца, которые были одобрены. Утверждено решение Исполкома о приеме в члены МСГН следующих стран: Бангладеш, Болгарии, Южной Кореи, Ливии, Нигерии, Папуа-Новой Гвинеи, Перу, Филиппин, Саудовской Аравии, Сенегала и Суринама. Одновременно рассмотрено предложение Исполнительного комитета о приеме в члены МСГН Китайской Народной Республики и выводе из состава МСГН Геологического общества Тайваня. В поддержку этого предложения высказался доктор Н.Г. Фишер; в итоге обсуждения и голосования было принято решение о приеме КНР в члены МСГН и выводе из состава МСГН Геологического общества Тайваня.

Генеральный секретарь МСГН доктор С. Ван дер Хейде зачитал присутствующим предложение Исполкома о повышении единицы членского взноса в МСГН с 150 до 200 долларов США. Одновременно высказано предложение, что при одобрении увеличения единицы членского взноса следует изменить число таких единиц в категориях 7 и 8 соответственно с 30 до 25 и с 60 до 50. При голосовании этого предложения его первая часть принята единогласно. Вторая же часть подверглась обсуждению, причем против выступили представители Новой Зеландии и Индии. В результате голосования и это предложение принято большинством голосов при двух против. На этом первое заседание закрылось.

На втором заседании Совета МСГН (24 августа 1976 г.) Генеральный секретарь С. Ван дер Хейде ознакомил собравшихся с предложением Национального комитета Швеции об изменениях, внесенных на утверждение процедурных правил в отношении увеличения влияния национальных комитетов на деятельность совета МСГН. Доктор Н.Г. Фишер (Австралия) отметил, что Исполнительный комитет полностью разделяет мнение о том, что национальные комитеты должны обладать бóльшим влиянием на деятельность администрации МСГН. Однако Исполкому представляется спорным положение, согласно которому президент МСГН должен автоматически становиться председателем комитета по выборам, если комитет по предвыбор-

ной подготовке назначается заранее. При этом высказано опасение, что увеличение числа членов Исполкома снова приведет к дополнительным расходам. В качестве альтернативы шведскому предложению д-р Н.Г. Фишер рекомендовал Генеральному секретарю МГК вступить в контакт с национальными комитетами, обсудить с ними поименный состав Комитета по предвыборной подготовке к следующему конгрессу и просить представить предложения о составе следующего Исполнительного комитета до февраля 1979 г. В этом случае Комитет по предвыборной подготовке сможет составить предварительный список кандидатов для занятия должностных постов с учетом ранее сделанных предложений и обсудит этот список с Исполнительным комитетом на заседании в 1980 г., после чего список должностных лиц будет разослан Национальным комитетам. Более того, Исполнительный комитет считает, что статья II-8 Процедурных правил (By–Laws) должна быть сохранена для использования ее в экстренных случаях.

С разъяснениями шведского предложения выступил проф. Г. Регнелл (Швеция), указавший, что цель предложения не состоит в том, чтобы оспаривать право Президента осуществлять общий контроль над деятельностью МСГН. Смысл этого предложения иллюстрируется примером, взятым из повестки дня. До конца данного заседания Совету МСГН следует избрать должностных лиц Союза на новый 4-летний срок; однако имена кандидатов оставались неизвестными до последнего момента. Таким образом, страны-члены Союза имеют мало возможностей для того, чтобы предложить, при необходимости, иные кандидатуры. Было подчеркнуто, что шведское предложение является попыткой предоставить Совету реальную основу для воздействия на руководство Союзом. Наряду с этим в шведском предложении содержится стремление помочь членам Союза в выдвижении кандидатов, возможно, неизвестных Комитету по предвыборной подготовке, но которые обеспечили бы МСГН более прочную связь со странами-членами, и в то же время могли бы проявить высоко эффективную компетентность в управлении Союзом.

Для того, чтобы обеспечить эффективность данного совета, согласно шведскому предложению, следует отменить действие статей III-10 и II-8-9 Процедурных правил и включить новую статью, как дополнительное уточнение к статье VI-22, которая заменяет статью III-10 Процедурных правил. В сложившихся в настоящее время условиях статья II-8 Процедурных правил является излишней, поскольку ущемляет исключительное право Совета выбирать должностных лиц Союза; если возникнет необходимость назначения должностных лиц в межконгрессный период для занятия вакансий, то в этом случае должна применяться последняя часть статьи Устава VI-19. В связи с этим статью II-9 Процедурных правил, гласящую, что "всякая деятельность Исполнительного комитета должна проводиться в соответствии с Уставом Союза", следует отменить. МСГН не может иметь Процедурные правила, которые в одних случаях отменяют Устав, а в других гласят, что Устав "будет сохранять свою силу".

Шведское предложение получило поддержку большинства присутствующих. Представитель Нидерландов, выступая с одобрением шведского предложения, отметил, что подобное предложение следует распространить и на все организации МСГН. Он отметил, что для устранения ряда устаревших положений Устава следует создать Временный комитет по пересмотру Устава, в который целесообразно включить главу шведской делегации. При голосовании, проводившемся в письменной форме, предложение шведской делегации было принято. Статьи II-8-9 Процедурных правил и вторая часть статьи III-10 Процедурных правил отменены, а в статье VI-22 добавлена новая формулировка: "На каждой ординарной сессии Совета назначается Комитет по предвыборной подготовке. Этот комитет состоит из пяти членов, двое из которых являются членами одновременно действующего Исполнительного комитета. Председатель этого Комитета должен назначаться Советом. Исполнительный Комитет при консультации с Национальными контактными организациями Союза будет назначать одного или большее число кандидатов на каждый пост и будет сообщать имена этих кандидатов Исполнительному комитету заблаговременно до заседания Совета, на котором будут происходить выборы".

Главой шведской делегации внесено предложение, чтобы одновременно был учрежден Временный комитет по пересмотру Устава. Это предложение единодуш-

но принято. Однако практическое осуществление этого предложения натолкнулось на трудности, связанные с тем, что нельзя выдвигать предложения Комитету по предвыборной подготовке в данный момент, поскольку изменение процедурных правил станет эффективным лишь в конце заседания. Собравшиеся согласились отложить организацию данного Комитета до следующего заседания.

В связи с высказанным на Генеральной ассамблее ЮНЕСКО мнением о необходимости назначения членов МПГК только ЮНЕСКО согласно географической принадлежности, Генеральный секретарь МСГН зачитал мнение Исполнительного комитета относительно назначения Членов Совета Международной программы геологической корреляции совместным решением Генерального директора ЮНЕСКО и президента МСГН. Президент МСГН дал дополнительные разъяснения и обратился к Совету с просьбой поддержать функционирующую в настоящее время систему действительно совместного руководства, осуществляемого ЮНЕСКО и МСГН. Точка зрения Исполнительного комитета получила единодушное одобрение.

При рассмотрении деятельности организаций МСГН – комиссий, комитетов, ассоциаций – заслушаны краткие отчеты представителей Комиссии по морской геологии, Комиссии по стратиграфии, Когеодаты, Межсоюзной комисии по геодинамике. Президент МСГН отметил, что в его распоряжении находится полный отчет Комиссии по геологической карте Мира. Генеральный секретарь зачитал список новых организаций МСГН: комиссий и комитетов, которые единогласно утверждены одобрением собравшихся, и огласил решение Исполкома о том, что Ассоциация специалистов в области наук о Земле, работающих для международного развития (АГиД), не может быть принята в качестве членствующей ассоциации союза, поскольку ею еще не выполнены условия, требуемые Уставом МСГН. Однако эта ассоциация несомненно заслуживает моральной поддержки со стороны МСГН, поскольку важность поставленных ею задач очевидна.

Перед началом выборов должностных лиц на 1976–1980 гг. с краткой речью выступил президент МСГН, который представил состав Комитета по предвыборной подготовке (президент: д-р Н.Г. Фишер, Др. А.К. Мак Ларен и академик В.И. Смирнов) и разъяснил политику этого комитета, направленную на сокращение преобладания должностных лиц из европейских стран. В результате рекомендовано упразднить пост помощника Генерального секретаря по Восточно-Европейским странам и отмечено, что эта задача, успешно выполнявшаяся д-ром Я. Петранеком (ЧССР), должна быть в дальнейшем возложена на двух вице-президентов из социалистических стран. Президент отметил, что Комитет по предвыборной подготовке оставил одно место вице-президента вакантным для возможных предложений, которые могут поступить от собравшихся. После некоторой дискуссии список кандидатов, выдвинутых на должностные посты МСГН, единодушно принят. При голосовании дополнительной вакансии вице-президента за Я. Эфтехарнежада (Иран) подано 15 голосов, за А. Мартинсона (Швеция) 8 голосов, за Е.М. Эль Шазли (АРЕ) 5, за Руиз Фуллера (Чили) 4, за В.К. Вардана (Индия) 4 голоса. От голосования воздержались представители 5 стран.

На новый срок (1976–1980 гг.) Исполнительный комитет МСГН избран в следующем составе:

Президент – проф. Р. Трюмпи (Швейцария).

Бывший президент – д-р П.Х. Абельсон (США).

Вице-президенты – проф. Е.И. Альтиняи (Турция), Дж.Э. Куджо (Гана), д-р Я. Эфтехарнежад (Иран), проф. Д. Грасселли (ВНР), проф. П.Ф. Говард (Австралия), акад. В.В. Меннер (СССР), инж. Г.Н. Салаш (Мексика), проф. Т. Татсуми (Япония).

Генеральный секретарь (1976–1978 гг.) – д-р. С. Вен дер Хейде, (Нидерланды).

Генеральный секретарь, избранный на новый срок (1978–1980 гг.) – д-р. В.В. Хатуинсон (Канада).

Казначей – проф. К. Метц (Австралия).

Дополнительный официальный член Исполкома – представитель страны, проводящей следующий Международный геологический конгресс – от Франции – Ж. Обуен.

После оглашения результатов голосования вновь избранный президент МСГН занял место председательствующего. В краткой речи он поблагодарил проф. П.Х. Абельсона и других членов Совета, покидающих занимаемые ими посты, и предложил кандидатуру в Комитет по предвыборной подготовке и временный комитет по пересмотру устава МСГН. После обсуждения выдвинутых кандидатур и голосования в состав комитета по предвыборной подготовке вошли: проф. Р. Трюмпи. (Швейцария), функционирующий генеральный секретарь д-р Г. Кессе (Гана), проф. Р. Лаффит (Франция), проф. А. Мартинссон (Швеция); в состав временного комитета по пересмотру устава МСГН вошли: проф. Р. Трюмпи – председатель, функционирующий генеральный секретарь Г. Кессе, проф. Р. Лаффит, проф. А. Мартинссон, д-р В.Е. Мак Келви (США). Закрывая заседание, президент МСГН поблагодарил секретариат МСГН за работу, проделанную им в течение последних 4 лет. На заседании Совета утверждены также отчеты входящих в состав Союза комиссий, комитетов, а также федераций и ассоциаций, и результаты перевыборов их руководящих органов.

КОМИССИЯ ПО МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Эта комиссия представляет МСГН во многих международных организациях, работающих по проблемам изучения океанов и морей. В переизбранный руководящий состав комиссии вошли: д-р Э.С. Симпсон (ЮАР) – президент, проф. Т. Ван Андел (США) – секретарь и члены: д-р Т.Е. Гэскелл (Англия), проф. П.Л. Безруков (СССР), проф. Х.М. Болли (Швейцария), д-р Джон Харрисон (США; ассоциированный член), проф. В. Хизен (США), д-р А. Лафтон (Англия), д-р А. Максвелл (США), д-р Л. Монтадерт (Франция), проф. Е. Зейболд (ФРГ), д-р Г. Удинцев (СССР), д-р С. Уеда (Япония) и проф. С. фон дер Борх (Австралия).

На проходившем в Австралии 2-м заседании международной рабочей группы по морским геологическим наукам для дальнейших работ образованы четыре рабочих комитета по следующим проблемам:

1. Эволюция океанской литосферы – председатель Дж. Лоинг.
2. Пассивные окраины – председатель М.Х. Ботт.
3. Активные окраины – председатель Д. Хуссонг.
4. Морские осадки – председатель Е. Зейболд.

КОМИССИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПЕТРОЛОГИИ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

Комиссия провела два заседания, на которых избран новый состав руководства комиссии: проф. А. Джон Вайлли (США) – президент, члены: Д.Х. Грин (Австралия), д-р В.А. Жариков (СССР), д-р В.С. Мак Кензи (Англия), д-р А.Дж. Налддрет (Канада) и обсужден план дальнейших работ.

КОМИССИЯ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ МИРА

На пленарном заседании комиссии заслушаны доклады вице-президентов комиссии по Африке, Северной и Южной Америке, Австралии, Антартике, Юго-Восточной Азии и отчеты о работе подкомиссий: по тектонической карте и металлогеническим картам, а также рабочей группы по изданию геологического атласа Мира. Одновременно решено о нецелесообразности в настоящее время создания особой подкомиссии по картированию океанического дна, но для этого создана рабочая группа, которая должна к 1978 г. разработать легенды для геологических и тектонических карт акваторий. Учтя просьбу проф. Дж. Марсе об освобождении его с поста президента комиссии, на эту должность намечен проф. Ж. Обуен, но как избранный президент Дж. Марсе остается действующим президентом до завершения его полномочий. Вице-президентом подкомиссии на новый срок избран А.И. Жаймойда (СССР).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОМИТЕТ ПО ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК (ИНИГЕО)

В новый состав комитета избран 21 член: проф. Р. Хойкас (Нидерланды) – президент, д-р М. Гунтау (ГДР) – генеральный секретарь, проф. В.В. Тихомиров (СССР) – вошел в состав Бюро как паст-президент. Одновременно избраны 42 человека членов-корреспондентов, в том числе 19 – от социалистических стран, в том числе 8 от СССР и решено провести следующий симпозиум по истории геологических знаний в августе 1977 г. в Эдинбурге, в 1978 г. в Мюнстере на тему: "Влияние географического фактора на развитие геологических идей" и в 1980 г. в Париже на XXVI сессии МГК – на тему "Развитие геологической науки за столетие (1720–1830 гг.)".

КОМИТЕТ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ ГЕОЛОГИИ

Во время конгресса провел два заседания, на которых заслушан отчетный доклад и обсуждены планы на будущее, причем решено: сохранить относительно небольшой состав руководства комитета, но увеличить число членов-корреспондентов и рабочих групп. В частности, решено усилить работу по составлению и публикации многоязычного словаря и особое внимание уделить работам совместно с ЮНЕСКО и Ассоциацией геологов по международному геологическому развитию по помощи развивающимся странам и, в частности, ликвидации языковых барьеров в преподавании, общении, создании учебников и учебных пособий и организации обмена преподавателями.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ ОБЩЕСТВ ГЕОЛОГОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПОЛЕЗНЫМИ ИСКОПАЕМЫМИ (ИФСЕГ)

Во время конгресса провела одно заседание, на котором рассмотрены отчет генерального секретаря, распределение финансов, обзор деятельности обществ, входящих в федерацию, и обсуждена тематика симпозиумов на 1978–1980 гг.

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ГЕНЕЗИСУ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ИАГОД)

Во время конгресса ассоциация провела перевыборы руководства, в состав которого вошли: проф. Дж.Д. Ридж (США) – президент, д-р А.Д. Щеглов (СССР) – вице-президент, проф. Г. Каутский (Швеция) – вице-президент, проф. М. Штемпрок (ЧССР) – генеральный секретарь, проф. Х.Я. Ферстер (ФРГ) – секретарь по членству, д-р Д.Р. Сангстер (Канада) – главный казначей, А.Д. Генкин (СССР) и М. Палас (ЧССР) – помощники главного казначея. Региональные советники: Европа – А.К. Микола (Финляндия); Азия – Татсумо Татсуми (Япония); Северная Америка – Р.В. Бойль (Канада); Южная Америка – А. Беллезиа (Венесуэла); Африка – М.А. Оладе (Нигерия); Австралия – М. Соломон (Австралия–Тасмания).

КОМИССИЯ ПО МАРГАНЦУ (ИАГОД)
(Президент Д. Грасселли, Венгрия)

Во время конгресса комиссия провела одно заседание, на котором заслушаны итоги деятельности комиссии за шесть лет с момента ее организации и подтвержден план создания трехтомной международной коллективной монографии по марганцу, которая будет публиковаться в Венгрии в изданиях Венгерской академии наук. В процессе дискуссии решено, что дальнейшая деятельность комиссии будет направлена на: 1) разработку проекта МПГК "Генезис марганцевых месторождений", который уже направлен на рассмотрение Совета и 2) продолжена работа по информации специалистов по разным вопросам геологии марганца и ассоциирующихся с ним металлов и координации исследований, проводимых в этой области в разных

странах. Одновременно комиссией проведены перевыборы вице-президента и взамен профессора Дж. Ван Дорра (США), который избран почетным вице-президентом, на пост действующего вице-президента единогласно избран проф. Р.К. Сорем (США), являющийся крупнейшим специалистом по минералогии и геологии марганца. Следующее заседание комиссии решено созвать в 1978 г. в США во время пленарной сессии ИАГОД. Деятельность комиссии в целом высоко оценена присутствовавшим на заседании вице-президентом ИАГОД, проф. Т. Ватанабе (Япония), подчеркнувшим, что "деятельность комиссии по марганцу на сегодня является образцом работы как по своему научному и практическому значению, так и по организации эффективного творческого сотрудничества ученых разных стран мира".

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ (ИПА)

На организационном заседании ассоциации проведены перевыборы руководства ассоциации, в которое вошли: проф. К. Тейхерт (США) – президент и вице-президенты: акад. Б.С. Соколов (СССР), проф. Н.Ф. Хафс (Англия), проф. Т. Матсумото (Япония) и генеральный секретарь О. Вализер (ФРГ).

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ (ИАЕГ)

Во время сессии на заседании Совета ассоциации подытожена ее деятельность и рассмотрен вопрос об объединении международных обществ по механике почв, механике пород и инженерной геологии в единое геотехническое общество. Однако после обсуждения признано, что такое слияние нецелесообразно. На заседании отмечен рост числа зарегистрированных от национальных контактных комитетов членов ассоциации, который составил на 1 августа 1976 г. 2688 чел. На конгрессе в ассоциацию вступило еще 5 национальных контактных комитетов, в том числе Аргентина, Австрия, Греция, Нигерия, Югославия, со 170 официальными членами. В состав руководства ассоциацией после перевыборов вошли: президент проф. М. Арнольд (Франция), вице-президенты: от Восточной Европы проф. Е.М. Сергеев (СССР), от Северной Америки доктор Джон С. Скотт (Канада), Южной Америки доктор Ф. Паес де Баррос (Аргентина), Австралии доктор Р. Гордон, Африки проф. М. Саади (Египет), от Азии доктор Х. Танака (Япония), генеральный секретарь доктор Р. Волтерс (ФРГ), казначей доктор М. Лантер (ФРГ).

АССОЦИАЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КВАРТЕРА (ИКВА)

Во время сессии проведено два заседания ассоциации. На первом из них заслушан отчетный доклад президента ассоциации В. Шибрава (ЧССР) за период 1974–1976 гг. В докладе охарактеризована деятельность входящих в ассоциацию комиссий: 1) по границе плиоцена и плейстоцена; 2) по стратиграфии четвертичных отложений Европы; 3) по четвертичным отложениям Америки; 4) по стратиграфии четвертичных отложений Африки; 5) по стратиграфии четвертичных отложений дна океанов, а также; 6) рабочей группы по выработке критериев подразделения четвертичной системы и 7) межконгрессного комитета по четвертичным отложениям Южной Америки.

На заседаниях рассматривались вопросы о выборе стратотипов для отдельных отрезков четвертичной системы, вопрос об основных подразделениях четвертичной системы, который остался нерешенным, а также вопросы сотрудничества ИНКВА и ее подразделений с организациями МПГК и создании новых подкомиссий. В связи с последним вопросом для организации подкомиссии по стратиграфии четвертичных отложений юга Азии ассоциация рекомендовала проф. Н. Икебе (Япония) провести обсуждение этого вопроса с Национальными комитетами геологов стран Южной Азии и представить Исполкому ИНКВА предложения о составе

подкомиссий и программе ее деятельности. Учитывая, что должностные лица ассоциации и ее подразделений согласно уставу не могут избираться на время более двух сроков (8 лет), предложено руководству ИНКВА к следующему конгрессу в Бирмингаме подготовить предложение о руководящем составе ассоциации и ее подразделении на следующий срок для проведения перевыборов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прошедшие во время XXV МГК заседания Генеральной ассамблеи МГК, Совета МСГН и научно-организационные собрания подразделений МСГН убедительно свидетельствовали о том, что решение крупных научных проблем в серьезной степени зависит от эффективности функционирования подразделений МСГН. Руководствуясь стремлением обеспечить плодотворное международное сотрудничество, МСГН способствовал существенному пересмотру Устава МГК. XXV МГК работал уже по новому Уставу, что привело к концентрации основного внимания на выполнении научной программы Конгресса и сведению к минимуму организационных заседаний.

Работа советских геологов в организациях МСГН, как показала XXV сессия МГК, способствует важности укрепления сотрудничества советских геологов со специалистами зарубежных государств. Оно безусловно содействует скорейшему решению важнейших вопросов теории и облегчает решение кардинальных вопросов практики советской геологии. Развитие плодотворных контактов между специалистами в области наук о Земле различных стран мира должно стать важным фактором в борьбе за мир и ознакомлении зарубежных специалистов с достижениями Советского Союза. Международная деятельность советских геологов является одной из существенных форм реализации решений Программы мира XXV съезда КПСС.

В.В. Меннер

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Сиднейская сессия Международного геологического конгресса была первой сессией, к которой завершена организация основных рабочих органов Международной стратиграфической комиссии МСГН и выкристаллизовались основные направления их деятельности. Международная стратиграфическая комиссия, в работах которой в настоящее время принимают участие более 80 стран, является самой крупной организацией МСГН, деятельность которой направлена на регламентирование международной стратиграфической шкалы, лежащей в основе геологического картирования и всех геологических исследований вообще. Учитывая эту задачу, в составе Международной стратиграфической комиссии образованы четыре подкомиссии: 1) обобщающая стратиграфические подразделения мира, 2) разрабатывающая правила стратиграфической классификации и номенклатуры, 3) по радиометрической геохронологии и по палеомагнитной стратиграфии и 14 подкомиссий, разрабатывающих вопросы стратиграфии отдельных систем, а также ряд рабочих групп и комитетов, работающих над стандартизацией представлений о границах основных стратиграфических подразделений (эратем и систем) и детализацией стратиграфии отдельных особо важных областей.

Общая структура комиссии и ее отдельных подразделений уже освещалась в нашей литературе (итоги XXIII МГК, 1970 г., итоги работ XXIV сессии МГК, 1974 г. и др.), поэтому ниже излагаются только результаты последних работ, проведенных отдельными подразделениями подкомиссии, и перспективы их дальнейшей деятельности, а также итоги двух пленарных заседаний комиссий, проходивших во время сессии МГК в Сиднее.

ПОДКОМИССИЯ ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ СТРАТИГРАФИЧЕСКОМУ СЛОВАРЮ
(Президент проф. К. Лоренс, Франция)

За прошедшее четырехлетие подкомиссией издано 12 выпусков первого и 26 выпусков второго издания Международного словаря, а уже после конгресса в Австралии в 1977 г. вышли: том 3, вып. 10, Иордания и том 8 – Баррем; сданы в печать: том 1, вып. 9, Венгрия; том, 5, вып. 3, Венесуэла и вып. 5, Эквадор. Особо следует подчеркнуть также работы над выпуском тома 8 – карбон, посвященного основным стратиграфическим терминам. Одновременно подкомиссия сообщила, что на этом заканчивается издание томов этой серии как словарей и следующие тома начиная с подготовленного тома по Западной Африке будут выходить отдельными выпусками в виде региональных обобщающих обзоров.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
(Президент А. Сальвадор, США)

За все время работы Международной стратиграфической комиссии подкомиссия по стратиграфической классификации была одним из наиболее активных ее подразделений. За отчетный период ею завершено составление "Международного руководства по стратиграфической классификации" в объеме 220 стр., вышедшего под редакцией проф. Х. Хедберга при участии Н. Джорджа, Ш. Помероля, А. Сальвадора, Н. Стоклина и разослано 11 циркуляров вопросников, как касавшихся составления руководства, так и вопросов: о подразделениях, ограниченных несогласиями, о важнейших таксонах магнито-стратиграфических подразделений и т.д. Изданием руководства подкомиссия по существу завершила первый этап своей работы (1952–1976 гг.). Она собрала полную библиографию по стратиграфической классификации в мировом масштабе, составила пятиязычный словарь основных стратиграфических терминов и выявила основные разногласия, которые существуют среди геологов разных стран по вопросам стратиграфической классификации. К сожалению, в из-

данном руководстве оказались опущенными данные о противоречиях, существующих между геологами по вопросам стратиграфической классификации, как и пятиязычный словарь. В руководство не вошли и предложения к международному кодексу геологов Франции, Англии и ФРГ, как и замечания стратиграфического комитета СССР, хотя решение об их одновременном опубликовании вместе с текстом руководства принято громадным большинством присутствующих на пленарном заседании подкомиссии в Монреале. Это обеднило итоги деятельности подкомиссии и создало ложное впечатление об апробированности руководства, чего, к сожалению, не было. Изданное руководство исходит из тех же принципов, что и американский стратиграфический кодекс 1961 г., но отличается от него меньшей конкретностью и наличием в тексте ряда противоречий, что затрудняет его использование.

Сейчас после переизбрания руководства подкомиссии (1976 г.), в состав которого вошли: президент А. Сальвадор (США), зам. президента Ш. Помероль (Франция), паст-президент Х. Хедберг (США), в комиссию входят 47 индивидуальных членов, 36 членов по положению (президенты и руководители других подразделений МСК) и 43 члена организаций, т.е. всего 126 единиц. В Советском Союзе депозитарием, получающим все циркуляры подкомиссии, является Центральная геологическая библиотека в Ленинграде (ВСЕГЕИ), а А.И. Жамойда и Г.Я. Крымгольц являются советскими членами этой подкомиссии.

В качестве основных вопросов, на которых предполагается сконцентрировать в дальнейшем работу подкомиссии, намечены: вопрос о подразделениях, ограниченных несогласиями, стратиграфия по сейсмическим данным, стратиграфия океанических осадков, стратиграфия магматических и метаморфических пород, стратиграфия палеопочв и ряд других вопросов специальной стратиграфии. Впредь подкомиссия предполагает и дальше помогать другим подразделениям в части стандартизации определений международных хроностратиграфических подразделений и их границ. Кроме того, на заседании подкомиссии в Сиднее отмечалась необходимость продолжения и основной работы подкомиссии по составлению международного стратиграфического кодекса, в который должны войти предложения, принимаемые геологами всех стран мира.

ПОДКОМИССИЯ ПО ГЕОХРОНОЛОГИИ

(Президент д-р. В. Компстон, Австралия)

За отчетный период подкомиссия провела ряд заседаний: в 1976 г. в Амстердаме европейский коллоквиум по геохронологии, проходивший совместно с подкомиссией по стратиграфической классификации, а на XXV сессии Международного геологического конгресса в Сиднее – четырехдневный симпозиум по геохронологии. На этом симпозиуме, организованном М.А. Глесснером и А. Коги, рассмотрено общее состояние геохронологических датировок и их значение в геологической практике, а также рассмотрены датировки, получаемые по каждой системе в отдельности. Это позволило оценить общее состояние геохронологической шкалы и выявило целый ряд слабых моментов в датировках палеозойских толщ. Кроме того, во время специального заседания подкомиссии обсуждены коэффициенты, применяемые для пересчетов радиометрических дат в различных лабораториях, и проведена их унификация, в результате которой во всех лабораториях мира впредь будет использоваться единый коэффициент. В конце 1976 г. подкомиссия провела перевыборы руководства, в состав которого вошли: президент В. Компстон (Австралия), ученый секретарь доктор Р. Пиджеон (Австралия) и члены проф. Р. Армстронг и проф. Х. Прим (Франция).

ПОДКОМИССИЯ ПО ПАЛЕОМАГНИТНОЙ ШКАЛЕ

(Президент Н.Д. Воткинс, США)

Подкомиссия организована в 1972 г. во время сессии МГК в Монреале. За это время она провела совместно с подкомиссией по стратиграфической классификации большую работу по критическому пересмотру категорий палеомагнитной шкалы.

На сессии в Австралии подкомиссия не была представлена; Н. Воткинс прислал просьбу о пересмотре статуса подкомиссии. Им обосновывалась необходимость выделить палеомагнитную группу в отдельную комиссию МСГН, учитывая значение палеомагнитных данных не только для стратиграфии. В процессе обсуждения этого предложения на пленуме оно не получило поддержки. Было указано на аналогию деятельности палеомагнитной группы в стратиграфической комиссии с группой по геохронологии. Однако стратиграфическая комиссия не возражает, чтобы этот вопрос был подкомиссией поставлен перед МСГН в отношении всего комплекса исследований по палеомагнетизму, но считает, что впросы палеомагнитной стратиграфии могут полноценно решаться лишь при тесной увязке работ подкомиссии с другими подкомиссиями по системам.

Очередное заседание подкомиссии будет проведено в Сиэтле (США) во время конференции ИАГОД, на котором должно быть переизбрано руководство подкомиссии и обсуждено направление ее дальнейших работ.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ДОКЕМБРИЯ
(Президент Г.Л. Джеймс, США)

Подкомиссия организована в 1966 г. В 1975 г. президентом подкомиссии избран Г. Джеймс (США), а ученым секретарем П. Симс (США). Учитывая, что геология докембрия привлекает к себе все большее внимание, а изучение его сулит значительные практические перспективы, деятельность подкомиссии удалось тесно увязать с Международной программой геологической корреляции (МПГК). За отчетный период подкомиссией проведено совещание в Аделаиде, проходившее по проекту корреляции верхнего докембрия Северного и Южного полушарий. Во время совещания его участники ознакомились с разрезом Аделаиды в горах Флиндерс и с развитыми в нем горизонтами тиллитов, на основе корреляции которых с ледниковыми отложениями северного полушария предполагалось добиться более детального сопоставления разрезов. Одновременно путем рассылки четырех циркуляров-вопросников были обобщены мнения по общей стратиграфии докембрия, причем большинство высказалось за возможность выделения в нем двух основных подразделений с границей между ними около 2400–2700 млн. лет и за желательность сохранения за ними традиционных названий архей и протерозой. Уточнение границы должно явиться основным пунктом следующего совещания подкомиссии в 1977 г. в г. Кейптауне (ЮАР).

Для дальнейшей активизации работ подкомиссией организован ряд региональных рабочих групп по: Северо-Атлантическим районам (конвинер Дж. Сеттон, Англия), Северной Америке (конвинер Дж. Гаррисон, США и М. Фрази, Канада), Северной Африке и Аравии (конвинер М. Кемаль: Египет), Южной Африке (конвинер Сёнеж, ЮАР), Индии (конвинер С. Саркар, Индия), Австралии (конвинер К. Плюмб, Д. Гран и Б. Томсон, Австралия). По СССР в качестве таковых, по-видимому, должны быть предложены комиссии МСК по нижнему (К.О. Кратц) и верхнему (Б.М. Келлер) докембрию, вхождение которых в подкомиссию позволит советским геологам шире использовать в своей практике последние данные по геологии докембрия мира. Кроме названных групп, учитывая непрерывно возрастающее значение органических остатков в стратиграфии докембрия, намечается организация рабочей группы по докембрийской биостратиграфии (конвинер М. Нюир, Англия). Основной задачей этой группы должна быть оценка значения ископаемых для стратиграфии докембрия.

На заседании стратиграфической комиссии П. Тромпетом (Франция) поднят вопрос о необходимости выделения подкомиссии по докембрию в самостоятельную комиссию, учитывая громадную длительность докембрия, в восемь раз превосходящую фанерозой, и исключительное практическое значение его отложений, с которыми связаны крупнейшие месторождения золота, урана, железа и ряда других полезных ископаемых. При обсуждении этого предложения все выступавшие высказались против, учитывая ограниченность на сегодня данных по стратиграфии докембрия.

В то же время многие (М. Глесснер и др.) предлагали все же разделить подкомиссию на две – по нижнему и верхнему докембрию, учитывая разницу методических подходов к стратиграфии соответствующих отложений. Однако после обсуждения и это предложение не собрало большинства ввиду неясности, какую границу следует окончательно принять между нижним и верхним докембрием.

В итоге решено сохранить подкомиссию в ее настоящем виде (единой), но при следующих заседаниях учитывать специфику нижнего и верхнего докембрия, что должно помочь в дальнейшем рационально разделить подкомиссию на две.

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ ДОКЕМБРИЯ И КЕМБРИЯ
(Президент Дж. Кови, Англия)

Эта рабочая группа организована М.А. Глесснером в 1971 г. В 1972 г. ее руководителем избран Дж. Кови, а ученым секретарем – А.Ю. Розанов (СССР). В 1974 г. группа включена в качестве проекта в МПГК и на конгрессе в Монреале провела первое заседание, на котором заслушаны сообщения о пограничных отложениях Северной Америки (П. Клауд), Австралии (М. Глесснер), Марокко (Дж. Шубер) и Сибири (А.Ю. Розанов) и намечен план дальнейших работ по международной оценке опорных разрезов для выбора среди них стратотипа границы. В 1974 г. в Париже на втором заседании группы решено:

1.Основной задачей рабочей группы должен быть выбор стратотипа границы и лишь второй – сопоставление выше- и нежележащих отложений.

2. Стратотипическим разрезом границы может являться лишь разрез морских отложений и по возможности монофациальный.

3. Эдиакарские фауны должны считаться докембрийскими.

4. Оленеллус-фалотасписовые фауны типично кембрийскими.

5. Учитывая, что между эдиакарскими и оленеллусовыми фаунами залегает толща, охарактеризованная ископаемыми, для решения вопроса о границе кембрия и докембрия ее изучение имеет первостепенное значение.

Летом 1975 г. в Москве при координации работ проектов по геологии докембрия МПГК рабочая группа также провела свое третье совещание и решила, что термальный рифей (венд, вендомий, юдомий) должны рассматриваться в качестве подразделений верхов рифея, а верхняя граница рифея может быть принята за границу кембрия и докембрия. В октябре 1975 г. в Марокко группой проведена экскурсия по осмотру разрезов Атласа, которая была повторена в расширенном составе в 1976 г.

В мае 1976 г. на четвертом информационном совещании группы обсуждались дополнительные материалы по пограничным отложениям Марокко и Советского Союза. Особенный интерес вызвал доклад В. Савицкого по арктическим районам Сибири.

В 1977 г. проведено пятое заседание группы в Сиднее во время конгресса, на котором рассмотрены материалы по разрезам Австралии. В 1979 г. предполагается симпозиум в Северо-Западной Канаде, а к 1980 г. к МГК в Париже – составление окончательного отчета.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ КЕМБРИЯ
(Президент А.Р. Пальмер, США)

В период между монреальской и австралийской сессиями конгресса подкомиссией организованы рабочие группы как по нижней, так и по верхней границам систем, а также по границам между отделами кембрия. Итоги деятельности их обсуждались на заседаниях в Сиднее. Решено, что выделение отделов еще нуждается в серьезной ревизии, почему все комиссии слиты в одну для обсуждения общих принципов расчленения кембрия.

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ КЕМБРИЯ И ОРДОВИКА
(Президент В. Дин, США)

Группа организована во время международного симпозиума по стратиграфии ордовика в Бирмингаме в 1974 г. Основной ее задачей является выбор стратотипа этой границы, который захватывал бы весь тремадок несколько выше его верхней границы и ниже его основания и выбор в нем уровня, фиксирующего границу. В этой связи проведен опрос по условиям, которым должен удовлетворять стратотипический разрез (циркуляр 4), рассмотрен вопрос о положении границы в разрезах Уэльса и в Австралии (циркуляр 5), обсуждены составленные Джоном Хенингсмуном две корреляционные таблицы по сопоставлению разрезов Великобритании и Скандинавии (Летайа, № 6, 1973 г., с. 423–439) и доведен до сведения членов группы перечень разрезов пограничных слоев Австралии, Новой Зеландии и Антарктики, интересных в этом отношении.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ОРДОВИКА
(Президент Р. Росс, США)

Организована в 1974 г. во время Бирмингамского симпозиума. Основное внимание предполагает уделить вопросам интеграции палеоэкологических и биостратиграфических данных. Такого типа работы проводятся в Англии, на востоке и на севере центральных штатов США и в Скандинавских странах, причем особое внимание уделяется радиометрическим датировкам. За отчетный период подкомиссия провела три заседания: одно в 1976 г. в Денвере по ознакомлению с разрезами запада Северной Америки, второе – в 1976 г. в Сиднее с экскурсиями по ордовику Виктории и Нового Южного Уэльса. В 1977 г. проведен симпозиум по ордовику Северной Америки, к сожалению, советские специалисты в этих совещаниях не участвовали.

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ ОРДОВИКА И СИЛУРА
(Президент Р. Рикардс, Англия)

После организации группы в 1974 г. на симпозиуме в Бирмингаме завершено ее комплектование и проведен опрос по оценке разрезов на предмет выбора потенциального стратотипа границы. В числе таковых намечены разрезы Франции, межозерной области Англии, Канады, Марокко, США, Австралии и некоторых других и опубликованы для обсуждения статьи С. Бергстрема и Л. Верлина по изменениям фаун конодонтов у этой границы и Кокса и Д. Прайса по биостратиграфии пограничных слоев юго-восточного Дифеда с обзором характерных фаун пограничных слоев.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ СИЛУРА
(Президент Ч. Холланд, Ирландия)

Подкомиссией проведены перевыборы Бюро, в состав которого избраны председатель Ч. Холланд, заместители председателя Б.С. Соколов (СССР) и Х. Егер (ГДР) и ученый секретарь Ф. Мартин (Англия). Деятельность подкомиссии за истекшее время направлена на уточнение границ системы (рабочая группа) и в Сиднее проведено совещание, наметившее дальнейшее направление работ подкомиссии.

КОМИТЕТ ПО ГРАНИЦЕ СИЛУРА И ДЕВОНА
(Президент Д. Мак Ларен, Канада)

Комитет завершил свои работы по выбору стратотипа границы и установил ее положение в разрезе Клонк в Чехословакии между слоями 39 и 38, в первом из которых появляются первые Monograptus uniformis. Полный отчет комитета по проведенным работам опубликован в 1977 г. В нем освещено положение границы в ряде районов различных континентов и освещены изменения у этой границы важнейших групп растительного и животного мира.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ДЕВОНА
(Президент В. Циглер, ФРГ)

В сентябре 1974 г. подкомиссией проведено совещание по территории Бельгии, Франции и ФРГ с осмотром стратотипических разрезов: Эйфеля, Кувена, Живета, а также франского и фаменского ярусов. Следующее совещание проведено в 1975 г. в Марокко с осмотром разрезов девона. Краткий отчет о работе совещания опубликован. Для облегчения решения вопросов о широких корреляциях рекомендовано составление таблиц с фиксацией распространения во времени и пространстве важнейших руководящих форм. На том же заседании одобрены следующие положения, которыми следует руководствоваться при выборе стратотипических разрезов по границам отделов и ярусов девона:

1. Стратотипы границ отделов должны выбираться с таким расчетом узнаваемых резких изменений в филогенетических линиях группы ископаемых, испытывающей быструю эволюцию и пользующейся широким географическим распространением и достаточно многочисленной. Для установления положения границы в разрезе рекомендуется использовать единицы низшего таксономического ранга (подвиды) в непрерывно прослеживаемых филогенетических линиях, нежели первое или последнее появление представителей более высоких таксонов, например родов.

2. Желательно, чтобы стратотипические разрезы были бы охарактеризованы остатками различных групп для обеспечения более широких всесветных корреляций, даже если распространение их представителей не будет точно соответствовать времени изменения основной группы. Совпадение границ в неродственных группах может учитываться по общим вызывающим их причинам.

3. Стратотипы границ должны избираться с учетом таких точек в филогенезе определенных групп, по которым наиболее удобно может быть проведена практическая корреляция разрезов с учетом изменений на этом уровне и других групп.

4. Признавая необходимость учета традиции и приоритета в фиксации границ отделов, не следует забывать, что в редких случаях они проводились по резким стратиграфическим уровням, в силу чего необходимо прежде всего учитывать реальные возможности практической корреляции.

На XXV сессии МГК состоялось третье заседание подкомиссии, на которой переизбрано Бюро, в которое вошли председатель В. Циглер (ФРГ), зам. председателя Д. Клаппер (США), ученый секретарь Д. Динлей (Англия) и проведена экскурсия с осмотром девонских разрезов Австралии. Следующее заседание подкомиссии планируется провести в 1977 г. в Барандиене (Чехословакия) и в ФРГ для обсуждения границы нижнего, среднего и верхнего девона.

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ ДЕВОНА И КАРБОНА
(Президент Е. Папрот, ФРГ)

Организована на VIII Международном конгрессе по стратиграфии карбона в Москве в 1975 г. Основной задачей группы на ближайшее четырехлетие планируется детальная корреляция пограничных разрезов девона и карбона Западной Европы, Советского Союза и Северной Америки для выбора лучшего стратотипа границы.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ КАРБОНА
(Президент А. Буроз, Франция)

На шестом и седьмом конгрессах по стратиграфии карбона принята новая шкала карбона Западной Европы, в которой прежние яруса среднего и верхнего карбона рассматриваются в качестве отделов, в каждом из которых предлагается выделять от четырех до шести новых ярусных категорий, обоснованию которых и посвящены сообщения на Пражском совещании 1973 г. В 1975 г. состоялось заседание Бюро в Лидсе (Англия), на котором обсуждена повестка дня VIII Международного конгресса по стратиграфии карбона в Москве и решено увеличить число рабочих групп подкомиссии, обратив особое внимание на более широкое представительство в них специалистов от разных географических регионов мира. Пленарное заседание

подкомиссии состоялось в сентябре 1975 г. во время VIII конгресса по стратиграфии карбона. На нем приняты следующие решения:

1. Попытаться составить новую международную хроностратиграфическую классификацию карбона, учитывая предложения: А. Буроза (Франция), О. Эйнора (СССР), М. Гордона (США), С.В. Мейна (СССР), Р. Вагнера (Англия). (Изв. АН СССР, Сер. геол., 1977, № 2). Новая стратиграфическая схема, которую необходимо выработать, должна обобщить все шкалы экваториального пояса карбона (так как схема, рекомендованная Геерленским конгрессом 1935 г., является по существу лишь региональной схемой Западной Европы).

2. Утверждена новая структура подкомиссии: Бюро – председатель А. Буроз (Франция), ученый секретарь и заместитель председателя Р. Вагнер (Англия), второй секретарь должен быть избран. Председателями региональных рабочих групп избраны: по Северной Америке – Р. Козанкс, В. Насичук (Средняя Пенсильвания), М. Гардар (Нижняя Пенсильвания и Честер), Б. Мамет (Миссисипи, Канада), Меклинсон (Миссисипи и Дочестер) (США); по Южно-Американской Гондване – А.К. Роча-Калпос (морской карбон), С. Архангельский (континентальный карбон); по Австралийской Гондване – Ж. Робертс (карбон); по Африке – М. Лис (карбон); по Западной Европе – Ж. Дубиньер (верхне- и среднестефанские отложения), Р. Вагнер (нижнестефанские и кантабрийские отложения), Ж. Лавейн (вестфал D), М. Кальве (вестфал A, B, C), В. Рамсботтом (намюр), Э. Папрот (динант); по Восточной Европе и Сибири – С.В. Мейн (ангарские отложения), А.Д. Григорьева (касимовский и гжельский ярусы), А.П. Ротай (московский ярус), О.Е. Эйнор (серпуховской и башкирский ярусы), Е.А. Рейтленгер (динант); по Японии и Дальневосточной Азии – М. Минато.

Для координации работ по корреляции отложений трех основных стратиграфических шкал экваториального пояса (Северной Америки, Западной Европы и СССР) выделены три координатора: Р. Вагнер (верхний карбон), О.Е. Эйнор (средний карбон), Б. Мамет (нижний карбон).

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ КАРБОНА И ПЕРМИ
(Конвинер С. Росс, США)

Конвинер группы избран на VIII карбоновом конгрессе в Москве в 1975 г. В настоящее время проводится формирование ее состава.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ПЕРМИ
(Президент Д.Л. Степанов, СССР)

Решение об организации подкомиссии принято МСГН на Монреальской сессии МГК в 1972 г. В 1973–1975 гг. избрано ее Бюро и в 1975 г. на VIII конгрессе по стратиграфии карбона в Москве проведено первое совещание, на котором рекомендовано создание следующих региональных рабочих групп:

Северная Америка (В. Грант, В. Фёрниш, Б. Гленистер).

Континентальная Европа (Т. Фалке и др.).

Корреляция отложений Гондваны и Лавразии (В.И. Устрицкий, С.В. Мейн, Дж. Диккенс).

Стратиграфия северной перми (В.И. Устрицкий, В. Насичук).

Стратиграфия тетического пояса (Левен, М. Минато).

По зональной шкале на основе аммоней и фузулинид (Росс, Н.М. Павлов).

По шкале конодонтов и не фузулинидовым группам микрофауны (Коцур).

По палеоклиматологии (В.И. Устрицкий, Ф.С. Мтели, Дж. Диккенс).

Подкомиссия решила обобщить данные по перми путем составления глобальных и региональных корреляционных таблиц, составляемых специальной группой, и рассылать их всем членам и членам-корреспондентам подкомиссии не реже чем раз в два года. Корреляционные таблицы должны сопровождаться краткой объяснительной запиской и библиографическими указателями. В 1976 г. во время МГК в Сиднее подкомиссия провела заседание, на котором заслушано сообщение Насичука о результатах деятельности ее рабочих групп.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ГОНДВАНЫ
(Президент Дж. Диккенс, Австралия)

Третий симпозиум по стратиграфии Гондваны состоялся в Канберре в 1973 г. На этом симпозиуме переизбрано руководство подкомиссии: президент Дж. Диккенс (Австралия), заместители президента П. Гош (Индия) и Б. Рунегар. Ученый секретарь Р.Г. Васс, Паст-президент Пламстед (ЮАР). По предложению доктора Пламстед для активизации деятельности подкомиссии организованы следующие шесть рабочих групп:

1. По углю и растительному детриту. Председатель Диссель (Австралия).
2. По хроностратиграфии карбона и перми. Е. Трузвелл (Австралия).
3. По мезозойской биостратиграфии. Р. Мантавиш (Англия).
4. По ледниковым отложениям. Т. Стратен (ЮАР).
5. По стратиграфии железорудных толщ. Д. Шергольд (Австралия).
6. По палеоботанике и палинологии. К. Суранж (Индия).

На третьем симпозиуме поднят вопрос о расширении задач подкомиссии, чтобы в число их входили не только гондванские отложения, но и стратиграфия всех толщ Гондваны независимо от их возраста. Этот вопрос обсуждался и на пленарном заседании Международной стратиграфической комиссии в Сиднее, которая согласилась с желательностью обсуждения этих вопросов на симпозиумах по гондванским отложениям, но непременно в тесном контакте с соответствующими подкомиссиями по другим системам. Четвертый симпозиум по гондванским отложениям состоялся в Индии в 1977 г. На нем переизбрано руководство подкомиссии и обсуждался план ее дальнейших работ.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ТРИАСА
(Президент Ж. Рихтер-Бернберг, ФРГ)

Организационное засе́дание подкомиссии состоялось в Вене в 1975 г. На этом заседании И. Цапфе, работавший конвинером подкомиссии с 1972 г., передал свои полномочия вновь избранному президенту Ж. Рихтеру-Бернбергу. Зам. председателя избран А.С. Дагис (СССР) и Е. Тозер (Канада), а ученым секретарем Б. Якобшанеш (ФРГ).

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ЮРЫ

За отчетный период не работала. Ее президент П. Мобеж (Франция), организовавший и проведший два коллоквиума, которые воочию показали глобальный характер ярусов юрской системы, вышел в отставку, а его преемник не был избран. В силу этого на заседании МСК в Сиднее конвинером для организации дальнейших работ комиссии назначен Циглер (ФРГ). Им проведено уточнение состава подкомиссии, в которую от Советского Союза вошли: Цагарели А.Л., Крымгольц Г.Я., Вахрамеев В.А.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ МЕЛА
(Президент Т. Биркелунд, Дания)

Кон инером для организации подкомиссии в 1967 г. назначен Р. Лаффит, который в 1975 г. передал свои полномочия Т. Биркелунд (Дания). В настоящее время завершена работа по формированию состава подкомиссии с учетом представительства в ней всех стран, в которых меловые отложения пользуются широким развитием. В 1976 г. подкомиссия провела первое организационное заседание, на котором избран ее руководящий состав и намечены следующие направления работ.

1. Границы меловой системы.
2. Границы ярусных подразделений мела и выбор их стратотипов.
3. Сравнительная стратиграфия океанических осадков, отложений континентальных склонов, шельфов и отложений различных палеогеографических провинций на континентах.

4. Освещение соотношений между зональными шкалами по остаткам различных групп путем постановки изучения одних и тех же разрезов различными специалистами.

5. Обобщение данных по радиоактивному датированию на основе детализированной биостратиграфической шкалы мела.

6. Проведение региональных и межрегиональных корреляций и разработка биостратиграфической и палеомагнитной временных шкал мела.

Для выполнения перечисленных работ намечено создание следующих рабочих групп:

1. По границе юры и мела (конвинер Р. Кейси, Англия).
2. По доальбским ярусам (конвинер Е. Кемпер, ФРГ).
3. По ярусам среднего мела (альб–турон) (конвинер П. Югнет).
4. По ярусам коньяк–маастрихт (конвинер Ф. Шмидт, ФРГ).

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО КОРРЕЛЯЦИИ МЕЛОВЫХ И КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОКЕАНОВ
(Президент Х. Хорнибрук, Новая Зеландия)

К настоящему моменту рабочей группой завершено составление следующих региональных очерков.

Регион 1. Северная Атлантика и Бореальная Европа, Севернее Альп. Планктонные фораминиферы и известковый наннопланктон (В. Бергрен и К. Перч-Нилсен).

Регион 2. Средиземноморье. Палеогеновые планктонные фораминиферы и известковый наннопланктон (Г. Болли и Ф. Протодечима). Неогеновые планктонные фораминиферы (М. Чита). Известковый наннопланктон (Т. Штрадлер). Неогеновые радиолярии (В. Ридель и А. Сан-Филиппо).

Регион 3. Юго-Запад СССР. Планктонные фораминиферы и известковый наннопланктон (В.А. Крашенинников).

Регион 4. Радиолярии Индо-Пацифики (В. Ридель и А. Сан-Филиппо).

Регион 5. Юго-Восточная Австралия и Новая Зеландия. Планктонные фораминиферы (Х. Хорнибрук) и известковый наннопланктон (А. Эдвардс).

Регион 6. Антарктида – Джон Кеннет (подготавливается).

Регион 10. Карибское море. Планктонные фораминиферы (Дж. Сундерс). Известковый наннопланктон (В. Хей), радиолярии (В. Ридель и А. Сан-Филиппо).

На заседании МСК в Сиднее в 1976 г. решено просить группу завершить свою плодотворную деятельность изданием всех подготовленных ею монографий, после чего группа может быть распущена.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ПАЛЕОГЕНА
(Президент Ш. Помероль, Франция)

Решение об организации подкомиссии принято в Монреале в 1972 г. За это время под руководством Ш. Помероля подкомиссией проведено три симпозиума: 1) по стратиграфии палеогена Карибского бассейна – Каракас, Венесуэла, 1973 г.; 2) по Аквитании и Восточной Испании, на котором обсуждался вопрос о илердском ярусе эоцена и его стратотипе; 3) совещание в Париже по ярусам эоцена парижского бассейна, 1975 г. В 1975 г. в связи с переключением на другую работу В.В. Меннер передал свои полномочия Ш. Померолю. В 1977 г. подкомиссией совместно с Стэнфордским университетом и Геологической службой США проведено совещание по третичным отложениям Калифорнии, а на ближайшие годы намечается осмотр палеогеновых разрезов Крыма и Армении, а также Румынии.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ НЕОГЕНА
(Конвинер проф. Р. Селли, Италия)

Решение об организации подкомиссии принято в 1972 г. на заседании Исполкома МСГН в Монреале. Однако комиссия пока не собиралась и занята формированием своего актива. Бездеятельность подкомиссии по неогену тормозит принятие ряда важных решений по стратиграфии неогена, разработанных ее комитетами.

До организации подкомиссии по стратиграфии неогена уже много лет очень активно работал комитет по средиземноморскому неогену, выполнявший функции подкомиссии, так как в его работах широкое участие принимали геологи разных, а не только средиземноморских стран, в том числе Американского континента и Дальнего Востока.

КОМИТЕТ ПО СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМУ НЕОГЕНУ
(Президент проф. Я. Сенеш, Чехословакия)

Комитет организован в 1958 г. За многолетнюю деятельность им проведено 6 конгрессов, неизменно привлекавших большое число геологов разных стран, проведена ревизия международной ярусной шкалы неогена, стратотипической областью для которых являются Италия и Южная Франция. Проревизована стратиграфическая шкала Паратетиса и в настоящее время комитет по линии МПГК работает над сопоставлением шкал Средиземноморья и Паратетиса (проект № 36). На последнем VI конгрессе, проходившем в 1975 г. в Братиславе, после обсуждения соотношений подразделений итальянской шкалы с зональными шкалами других районов земного шара, принято решение о рациональности принятия именно ее за основу международной шкалы. Проект решения об этом передан для утверждения на Конгрессе МСК, но не рассматривался ввиду отсутствия заключения по нему неогеновой подкомиссии.

В настоящее время комитет ведет работы по подготовке корреляционных таблиц и палеогеографических карт неогена Паратетиса и Средиземноморья к седьмому конгрессу, проведение которого намечено в Афинах (Греция) в 1979 г.

КОМИТЕТ ПО СТРАТИГРАФИИ НЕОГЕНА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ

После проведения большой работы по разработке корреляционной таблицы неогена Северной Европы деятельность комитета замерла. Члены его активно участвовали в работах по средиземноморскому неогену, но почти не вели обособленной работы по неогену северных областей.

В последние годы в связи с развертыванием поисковых работ на нефть в Северном море деятельность комитета оживилась, но намеченное им совещание по неогену Исландии в 1976 г. не состоялось и о дальнейших планах его работ в МСК сведений не поступало.

КОМИТЕТ ПО СТРАТИГРАФИИ ТИХООКЕАНСКОГО НЕОГЕНА
(Президент проф. Н. Икебе, Япония)

Комитет организован решением сессии МСК в Монреале. В 1976 г. им был проведен в Токио конгресс по тихоокеанскому неогену, на котором обобщены материалы по стратиграфии неогена как впадины Тихоокеанского акеана, так и окаймляющих ее стран и намечен план дальнейших работ (Изв. АН СССР. Сер. геол., 1977, № 3).

Одновременно проведено и первое заседание по проекту 114 МПГК "Датированные уровни неогеновых отложений Тихого океана, на котором намечена программа дальнейших работ. В 1977 г. в Индонезии состоялось второе заседание этого проекта, разобравшее датированные уровни неогена тропических частей Тихого океана, а в 1978 г. намечается проведение совещания в Калифорнии по сопоставлению зональных шкал тропических и бореальных частей Тихого океана. На 1979 г. комитетом намечено проведение второго конгресса по тихоокеанскому неогену в Хабаровске, во время Тихоокеанского конгресса, на котором предполагается осмотр разрезов Сахалина и обсуждение корреляции разрезов Советского Дальнего Востока, Японии, США и Канады, а также морских и кнтинентальных толщ, для освещения которых разрезы Сахалина представляют исключительный интерес.

РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ГРАНИЦЕ НЕОГЕН–ПЛЕЙСТОЦЕН
(Президент К.В. Никифорова, СССР)

Настоящая рабочая группа организована решением конгресса ИНКВА в 1972 г. и комитета по средиземноморскому неогену в 1973 г. и утверждена Монреальской сессией МСГН. Учитывая разнообразие бытующих среди геологов мнений о положении этой границы и ее важность для геологического картирования, работы этой группы включены в МПГК как проект № 25 и в настоящее время близятся к завершению. С момента организации работ группы, в которой участвуют 20 стран, группой проведен ряд совещаний: в Новой Зеландии, на Украине, в Австралии, в Японии, Италии, ГДР, Англии, Таджикистане (СССР), на которых обсуждались строение пограничных толщ и характер изменения фаун и флор и климатических особенностей на различных возрастных уровнях плиоцена и низов квартера. Во время совещаний установлено, что большинство геологов поддерживают предложения, принятые на XVIII сессии МГК в Лондоне о проведении границы квартера в основании слоев, отвечающих первому похолоданию в калабрийское время, и хотели бы стратотипическим районом этой границы считать Италию. В качестве стратотипических разрезов гриницы итальянскими геологами предложен разрез "Vrica" в Калабрии, в котором, однако, слои с Globorotalia truncatulinoides отсутствуют, почему решено продолжить дальнейшее изучение итальянских разрезов.

ПОДКОМИССИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
(Президент проф. Суггеит, Новая Зеландия)

По своему статусу эта подкомиссия одновременно является и одноименной комиссией ИНКВА. За отчетный период она работала под президентством проф. В.Шибрава (Чехословакия) и провела большую работу по уточнению и описанию четвертичных стратотипов различных континентов. Ее рабочая группа (подкомиссия ИНКВА) по Европе завершила изучение стратотипа Элстера, в качестве которого ею принят разрез района Фойштедта. Рабочая группа (подкомиссия) по Северной Америке провела изучение и издала первый том обзора типовых разрезов квартера Северной Америки, а рабочая группа (подкомиссия) по Африке продолжала работы по выявлению типовых разрезов и составлению стратиграфической схемы корреляции четвертичных отложений Африки. Итоги всех перечисленных работ группы, как и проекта МПГК по корреляции ледниковых образований Северного полушария, обсуждались на X конгрессе ИНКВА в Бермингаме (1977), на котором проведены и перевыборы Бюро подкомиссии, в которую вошли: президент проф. Р. Суггеит (Новая Зеландия), вице-президент М.Н. Алексеев (СССР), ученый секретарь проф. К. Брунакер (ФРГ), паст-президент В. Шибрава (Чехословакия) и три члена Бюро: Ш.Ф. (Франция), Г. Ричмонд (США) и Н. Икебе (Япония).

ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОМИССИИ
(Президент д-р Д.МакЛарен, Канада)

На пленарных заседаниях Международной стратиграфической комиссии, проходившей во время XXV сессии МГК, обсуждены приведенные выше итоги деятельности ее отдельных подразделений, утвержден новый состав руководящих органов последних, а также рассмотрен ряд вопросов структуры и деятельности комиссии и ее взаимоотношений с другими организациями и программами. Так, по докладу проф. Х. Хедберга комиссия одобрила предложение докладчика о необходимости при описании стратиграфических подразделений большее внимание уделять их границами, следуя тем рекомендациям, которые даны в "Гиде", составленном подкомиссией по стратиграфической классификации. Большую дискуссию пленума вызвало предложение Лондонского геологического общества об организации при стратиграфической комиссии специальной подкомиссии по разработке унифицированной хроностратиграфической шкалы на комплексном обосновании. При этом одни настаивали на том, что эти работы должны проводиться

в составе подкомиссии по стратиграфической классификации (Х.Хедберг), тогда как большинство настаивало на необходимости создания непременно самостоятельной единицы, учитывая, что названная подкомиссия в своих работах исходит из принципиально иных позиций дифференциации подразделений, выделяемых на основе различных методик. Для всестороннего рассмотрения этого вопроса создан специальный комитет в составе Дж. Джеймса, М. Глесснера и Дж. Кауи, который поддержал английское предложение, и после его доклада решено в качестве эксперимента организовать пока не подкомиссию, но самостоятельную рабочую группу непосредственно при Бюро комиссии и на следующем конгрессе рассмотреть итоги ее работ.

Большое внимание комиссии уделено координации ее деятельности с деятельностью проектов МПГК, причем единогласно решено, что если проекты способствуют и ускоряют возможности решения кардинальных вопросов стратиграфии, то апробация итогов их работ и утверждение их выводов остается компетенцией только подразделений Международной стратиграфической комиссии, что одобрено как членами МСК, так и присутствующими на заседаниях членами Совета МПГК и МСГН. В процессе работы комиссии уточнены и отношения между отдельными ее подразделениями и руководством комиссии. В выступлении МакЛарена подчеркнута необходимость более строгого подхода к формированию актива подкомиссий в части представительства стран различных участков земного шара. Комиссии крайне важно иметь в своем составе сбалансированное представительство в ее подразделениях как различных дисциплин, так и различных регионов мира, хотя члены подкомиссии не могут считаться делегатами национальных комитетов. Такая структура совершенно необходима, учитывая, что полноценные международные решения, которые являются целью работ комиссии, могут приниматься только после того, как все члены какого-то подразделения комиссии смогут договориться об общей точке зрения, разделяемой специалистами различных дисциплин, представляющих и разные страны. В процессе этой дискуссии уточнено, что, общее руководство деятельностью комиссии осуществляет ее Бюро, а председатели подкомиссии руководят деятельностью последних, как и входящих в их состав региональных комитетов и тематических групп. При этом действительными членами комиссии считаются только президенты подкомиссии. Председатели рабочих групп и региональных комитетов считаются ассоциированными членами комиссии, а все остальные члены и руководители рабочих групп подкомиссий считаются членами-корреспондентами Международной стратиграфической комиссии.

Учитывая возрастающую сложность структуры комиссии и разнообразие решаемых ею вопросов, было признано необходимым регламентировать правила ее деятельности и особенно порядок выборов должностных лиц, для выработки которых был образован специальный комитет под председательством А. Мартинсона.

Одновременно на Пленуме были оглашены и результаты выборов Бюро Международной стратиграфической комиссии на следующий срок 1976–1980 гг. В состав Бюро вошли: президент – А. Мартинсон (Швеция), генеральный секретарь – М. Бассет (Англия), зам. председателя – М. Глесснер (Австралия), зам. председателя – вакансия, на которую в 1977 г. назначен проф. Ратт (Франция), а также паст-президент Д. МакЛарен (Канада).

На этом заседание Международной стратиграфической комиссии было закрыто.

Н.А. Богданов

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ (МПГК)

XXV Международный геологический конгресс был первым конгрессом, в программе которого научные заседания, проводимые в рамках проектов МПГК, заняли ведущую роль. Обычно они проводились в виде отдельных самостоятельных симпозиумов на протяжении всех 10 дней работы конгресса и заседений рабочих групп проектов. К сожалению, секретариат МПГК занял пассивную роль в организации и подготовке этих заседаний, поэтому они оказались необъединенными, подчас проходили в одно и то же время в разных аудиториях, а некоторые из этих заседаний не предусматривались в циркулярах конгресса и участники его узнали о них лишь во время заседаний. Тем не менее конгресс показал большую заинтересованность ученых в работе МПГК и то, что при должной организации эта программа будет ведущей в геологии. Во время конгресса состоялось и общее заседания по МПГК.

ОБЩЕЕ СОВЕЩАНИЕ ПО МПГК

21 августа проведено общее заседание по МПГК, на котором присутствовали члены совета Программы, члены научных комитетов, руководители проектов, а также члены Исполкома Международного союза геологических наук, представители Геодинамического проекта и главы национальных делегаций. Председательствовал на заседании член Совета проф. Ойавое (Нигерия). Повестка дня включена в отчеты председателей научных комитетов, обсуждение роли национальных комитетов и положения о составе и принципах формирования Совета. Надо прямо отметить, что заседание было подготовлено плохо. Доклады представителей научных комитетов не содержали ни научного обзора, ни направления работ, а свелись к простому перечню проектов, включенных в Программу. В связи с этим никакого обсуждения они не вызывали. Вопрос о необходимых новых проектах, важных в экономическом отношении, разработка которых должна вестись в рамках МПГК, но еще не ведется по тем или иным причинам, свелся к простым пожеланиям без каких-либо конкретных предложений, ибо ни одна страна не выразила пожелания возглавить проекты по углю, фосфоритам и калийным солям. Однако вскоре после этого заседания австралийские ученые сделали серьезное предложение по проблеме фосфоритов, которое существенно дополняет исследования в рамках МПГК.

В общей дискуссии по направлению МПГК выступили руководители проектов Блом (США), Трендалл (Австралия), Бейтманн (США) и другие, которые коснулись в основном проблемы финансирования и недостатка субсидий ЮНЕСКО и МСГН для проведения исследований. С тех же позиций выступили представители делегации Индии. Члены комитетов Фишер (Австралия), Саттон (Англия) в своих выступлениях отметили необычайно большие расходы на комитеты, и было предложено сократить количество членов комитетов или рассмотреть возможность их объединения в один комитет. Фишер особо подчеркнул, что расходы на него обходятся МПГК дороже, чем на этот или иной проект. Без всякого энтузиазма встречено предложение Генерального секретаря МСГН С. ван дер Хейде о том, что надо проводить заседания по проектам раз в два года. Наиболее серьезным было выступление акад. В.В. Меннера о том, что необходимо объединить мелкие проекты и ликвидировать узко региональные, сконцентрировав все внимание на наиболее крупных и важных проблемах. Хотя предложение В.В. Меннера встретило поддержку со стороны австралийских, американских и индийских ученых, представитель секретариата ЮНЕСКО фон Браун постарался сменить тему дискуссии и никаких решений по этому вопросу принято не было. На этом заседании выступил также Н.А. Богданов, который остановился на отсутствии поддержки со стороны

секретариата ЮНЕСКО при организации крупных экспедиций, какой была экспедиция на научно-исследовательском судне "Дмитрий Менделеев". Секретариат ЮНЕСКО, несмотря на имевшуюся у него информацию, не сделал ничего для получения разрешения на проведение наземных экскурсий на Филиппинах, Гуаме и в Японии. И здесь в Сиднее Браун занимал позицию стороннего наблюдателя.

Совещание в Сиднее по МПГК так и закончилось без какой бы то ни было резолюции и рекомендаций. Было совершено не ясно, для чего его собирали, и, по мнению советских представителей, во время Конгресса, на котором присутствовали большинство руководителей проектов и членов руководящих органов МПГК, надо было провести серию специальных заседаний для руководителей проектов, но несомненно, что им должна была бы предшествовать серьезная подготовка. На Генконференции ЮНЕСКО в Найроби (ноябрь 1976 г.) секретариату Программы и Отделу природных ресурсов были предъявлены претензии – укрепить работу секретариата МПГК, чтобы он мог содействовать завершению исследований по проектам Программы и действительно служить постоянно действующим центром координации в штаб-квартире ЮНЕСКО.

ЗАСЕДАНИЕ СИМПОЗИУМОВ

Рабочие заседания по Международной программе геологической корреляции разбились на совещания и симпозиумы, на которых делались научные доклады (таких симпозиумов было 4), и на организационные совещания рабочих групп проектов. Остановимся вначале на обзоре работы тех симпозиумов, которые затрагивали вопросы, обсуждаемые только в рамках МПГК.

103.2 "АСПЕКТЫ СТРУКТУРНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОФИОЛИТОВ"

В программу XXV Международного геологического конгресса включен специальный симпозиум, посвященный проблемам структурного положения пород офиолитовой ассоциации. Этот симпозиум проводился совместно Комиссией по структурной геологии МСГН и проектом "Офиолиты" МПГК, при этом первое заседание 23 августа организовывалось комиссией, а второе 24 августа – посвящено результатам работ по проекту. На первом заседании председательствовал проф. А. Ганссер (Швейцария). Доклады заседания не были связаны ни тематически, ни регионально. Однако все докладчики стояли на позициях, что офиолиты представляют собой океаническую кору геологического прошлого и были выведены на поверхность в результате тектонических движений. Из заявленных в программе шести докладов состоялось только четыре. Первый доклад сделан проф. Джинграном, который коснулся в нем структурной позиции офиолитов в Гималаях вдоль тектонического шва, обрамляющего Тетис с юга (долина Инда – Брамапутры). Гималайский офиолитовый комплекс, сформировавшийся в течение кампана – маастрихта аллохтонно, залегает вместе с разрезом флиша. Вдоль этой зоны прослеживается тектонический меланж, содержащий экзотические блоки. Этот пояс маркирует границу между Индостанской и Азиатской плитами, сближение которых произошло в конце мела.

Доктор Р. Кид дал свою трактовку образования дайкового комплекса, главным образом пользуясь как примером массивом Тродос. Он создал рабочую модель, согласно которой в результате растяжения вдоль осевой зоны срединного хребта происходит непрерывное внедрение даек и формирование базальтов до образования габбрового слоя. Произвел расчеты на вычислительных машинах и приводил доводы в пользу такого механизма, не пользуясь геологическими данными. Его модель, несмотря на математическое обоснование, остается пока мало пригодной, так как абстрактна по своей сути.

Я. Дальзайл от имени группы ученых из Ламонтской обсерватории рассказал собравшимся о результатах исследований на юге Анд, в районе архипелага Огненной Земли, был выделен рифт, расположенный между Андийским батолитом и краем

континента. Края рифта определяются по распространению пиллоу-лав и связанных с ними дайками диабазов и полосчатых габброидов (ультрабазиты в этом районе не установлены). В центральной части рифта распространены глубоководные флишевые толщи верхнего мела. Авторы сделали попытку сравнить этот рифт с окраинными морями западной части Тихого океана.

Доктора Р. Фолк и Ф. Макбрайт коснулись в своем сообщении проблемы образования офикальцитов в Лигурийском покрове на севере Италии. По их мнению, на подводных поднятиях, сложенных гипербазитами и габброидами, после эрозии формировались карбонатные осадки, которые перекристаллизовывались в последующие эпохи до формирования горизонтов радиоляриевых илов и базальтов.

В заключение А. Ганссер отметил, что на этом Комиссия по структурной геологии МСГН заканчивает свои исследования по офиолитам, и они будут продолжаться в рамках проекта МПГК.

24 августа состоялось заседание симпозиума, посвященное обсуждению первых итогов работы проекта "Офиолиты" МПГК. Оно было открыто кратким вступлением руководителя проекта Н.А. Богданова, который остановился на задачах проекта, его планах и основной идее создания атласа карт по офиолитам. Подробно о легенде и структуре построения атласа рассказал собравшимся проф. А. Ганссер, председатель его международной редколлегии. Он ознакомил геологов с рабочими макетами карт, составленных для районов Гималаев, Альп и Запада США. А. Ганссер рассказал о принципах изображения структурного положения пород офиолитовой ассоциации и о своеобразии легенд для каждой из них. Содоклады к выступлению А. Генссера сделали А.Л. Книппер и М. Давудзаде. Первый продемонстрировал 1 : 1 000 000 и 1 : 2 500 000 карты офиолитов Урала и дал им краткую характеристику. М. Давудзаде не смог закончить карту офиолитов Ближнего Востока, поэтому он коснулся лишь основных проблем, характеризующих принципы подразделения офиолитов этого региона.

После краткой дискуссии заседание продолжилось и на нем были сделаны доклады по результатам рейса № 17 НИС "Дмитрий Менделеев", проводившегося по программе проекта "Офиолиты". С сообщениями от имени 30 ученых – участников рейса выступили А.Я. Шараськин и Н.А. Богданов. Во время рейса под руководством академика А.В. Пейве производилось изучение района Филиппинского моря и окружающих его глубоководных желобов. Выбор района обосновывался тем, что в пределах островных дуг региона широко распространены тектонические покровы, сложенные породами офиолитовой ассоциации. Возраст офиолитов различен – от верхнепермского до верхнемелового, а перемещение их происходило как в позднем мелу, так и в конце миоцена. Во время научных исследований на НИС "Дмитрий Менделеев" производилось также изучение состава осадочного чехла, геоморфологии и мощности осадков в пределах Филиппинского моря и глубоководных желобов. Наиболее важным видом работ было драгирование склонов желобов. Всего на глубинах свыше 6000 м проведено 28 успешных драгировок, в результате которых получен уникальный каменный материал. На основании результатов работ экспедиции, а также данных предыдущих исследований, включая глубоководное бурение, сделан вывод, что дно Филиппинского моря имеет гетерогенное строение. В его пределах с запада на восток выделяются следующие структурные элементы: Филиппинская впадина, блок Дайто (Бородино), хребет Кюсю-Палау, Западно-Марианская впадина, Марианская дуга и желоба Марианский, Яп и Палау.

Филиппинская впадина покрыта осадками эоценового – четвертичного возраста мощностью около 500 м, а возраст второго и третьего слоев здесь верхнемеловой. Хребет Кюсю-Палау является вулканической дугой, которая заложилась на краю Филиппинской впадины. Драгировки в южной половине хребта подтвердили, что в эоцене здесь выше уровня моря изливались щелочные базальты и андезиты, а позднее, а олигоцене, хребет погрузился на глубину до 2500 м. К востоку, между хребтом Кюсю-Палау и Марианской островной дугой, расположена Западно-Марианская впадина, самая молодая структура Филиппинского региона, покрытая местами осадками верхнемиоценового – четвертичного возраста. В центральной части впадины почти на 1000 км прослеживается узкая шовная зона, которая является

прямым продолжением желоба Яп. В пределах этой структуры драгированием подняты тектонизированные лерцолиты и серпентиниты, выше которых встречены неизменные габброиды, диабазы и толеитовые базальты. Так, впервые в мировой тектонике удалось получить со дна окраинного моря образцы пород третьего слоя океанической коры. На широте о-ва Яп в основании желоба преобладают ультраосновные тектонизированные породы – серпентиниты, серпентинизированные гарцбургиты и дуниты. Вместе с ними встречаются гранатовые амфиболиты, а выше ультрабазитов – габбро и диабазы. Эти же породы в тектонических и осадочных брекчиях обнажаются на о-ве Яп. Вероятно, остров сложен тектонически скученным материалом третьего слоя океанической коры, который поднят над уровнем моря в конце миоцена. Зона разлома Яп сечет под прямым углом широтную часть Марианской островной дуги, а в послемиоценовое время вдоль нее происходили левосторонние сдвиговые перемещения.

Особое место в исследованиях рейса занимает драгирование склонов Марианского желоба, самой глубокой впадины Мирового океана. С океанской стороны были подняты в основном толеитовые базальты с подушечной отдельностью. Островодужный склон желоба более сложного строения. В основании разреза залегают породы офиолитовой ассоциации, а также брекчии, агломераты, песчаники и гравелиты, состоящие из обломков ультраосновных и основных образований. Они могут быть интерпретированы как фрагменты дикого флиша или олистостромы и обладают градационной слоистостью. Среди обломков пород встречены в различной степени деформированные серпентиниты, гарцбургиты и плагиоклазовые лерцолиты, а также габбро и пироксениты. Вместе с ними обнаружены родингиты и родингитизированные габбро и диабазы, наличие которых в составе брекчий свидетельствует, что процессы родингитизации проходили до начала тектонитизации пород. Этой драгой также подняты породы дайкового комплекса: габбро-диабазы, диабазы и лейкократовые вулканиты, а также фрагменты пиллоу-лав и пикритов, обогащенных SiO_2 и MgO и бедных алюмосиликатами. В верхах разреза склона преобладают диабазы и подушечные толеитовые базальты. Подобные же породы были установлены у юго-западного окончания Марианской дуги, однако здесь вместе с толеитовыми базальтами встречаются и щелочные разности, а также и брекчии андезитов.

Таким образом, данные, полученные в результате драгирования Марианского желоба, позволяют говорить, что: 1) желоб имеет асимметричное строение; 2) на его островном склоне обнажается полный разрез третьего слоя океанической коры, обладающий сходством по набору пород с офиолитовой ассоциацией; 3) в основании этого склона устанавливается мощная зона тектонитизации, которая возникла в результате процесса скучивания океанической коры под островной дугой; 4) основной границей, в которой происходили горизонтальные перемещения океанической коры, видимо, была поверхность Мохо. Кроме морских исследований участники рейса во время наземных экскурсий ознакомились со строением о-ва Яп и офиолитового пояса Новой Гвинеи (к югу от г. Лае).

Распространению широкой информации о результатах работ международной экспедиции на советском судне немало способствовало его присутствие в Сиднее во время конгресса. По согласованию с Организационным комитетом XXV Международного геологического конгресса было объявлено, что в течение трех дней – 17–19 августа 1976 г. на корабле будут приводиться "Дни открытых дверей", когда все желающие могут осмотреть лаборатории корабля, ознакомиться с собранными во время рейса материалами и научными результатами экспедиции. Этим приглашением делегаты конгресса воспользовались очень широко. В указанные выше дни, помимо дежурных по экспедиции, пояснения гостям давали начальник экспедиции академик А.В. Пейве, ведущие научные сотрудники экспедиции, доктора и кандидаты наук. Среди посетивших корабль были руководитель Международного союза геологических наук – президент МСГН д-р Р.Х. Абельсон и сотрудники секретариата МСГН – г. С. Ван-дер-Хайде, г-жа М.Я. Ягер, Президент XXV МГК д-р Н.Г. Фишер, Генеральный секретарь конгресса А. Ремвик и члены Организационного комитета конгресса Д.А. Браун, П.Ф. Говард, Дж.М. Филипп и другие. Посетителями корабля являлись также главы делегаций социалистических стран Я. Правда (Чехо-

словакия), Г. Тишендорф (ГДР), Д. Адам (Венгрия), С. Смоленский (Польша), Х.Иппарагирре (Куба), Д. Радулеску (Румыния), для которых главой делегации СССР на конгрессе академиком А.В. Сидоренко на корабле был устроен прием.

Выставку, развернутую на корабле, и сам корабль осмотрело около 500 участников конгресса более чем из 30 стран. При этом более половины этого количества приходится на геологов Австралии, Новой Зеландии и США. Следует отметить, что корабль посетили такие известные геологи, как Ж. Марсе, Ж. Гогель, Ж. Шубер (Франция), Б.Е. Мак-Килви – директор Геологической службы и глава делегации США на конгрессе, Дж. Роджерс, Э. Бейли, Е. Дрейк, Г. Осборн и другие американские геологи, представитель ЮНЕСКО Э. фон Браун, глава делегации Великобритании член Королевского общества Дж. Саттон, Э. Зейболд (ФРГ), А. Гансер (Швейцария), глава делегации Японии К. Яги и проф. М. Ивасаки, глава делегации и директор геологической службы Финляндии Х. Стигцелиус, проф. А. Янкович (Югославия), М. Давудзаде (Иран) и многие другие. Помимо участников конгресса судно посетили также свыше 150 жителей Сиднея, в том числе две группы школьников, изучающих геологию в кружках при Сиднейском университете. Несомненно, что демонстрация современного научного судна, каким является НИС "Дмитрий Менделеев", способствовала широкой пропаганде научно-исследовательских работ, ведущихся советскими геологами.

103.7. "ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭПОХИ ТЕКТОГЕНЕЗА"[1]

Этот симпозиум организован по инициативе руководства проекта "Глобальные эпохи тектогенеза" Международной программы геологической корреляции в соответствии с решением организационного совещания по проекту, состоявшегося в Гренобле в сентябре 1975 г. На этом совещании решено начать работу по проекту с обсуждения методических сторон проблемы; этим и была предопределена тематика заслушанных докладов. Работа симпозиума заняла три заседания – 19, 20 и 23 августа. Два первых посвящены, не считая вступительного слова руководителя проекта В.Е. Хаина, докладам, последнее – организационным вопросам. Тематика докладов была следующая:

1. Критерии выделения эпох и фаз тектогенеза (В.Е. Хаин, Ю.Г. Леонов).
2. Корреляция тектоно-магматических явлений и выделение фаз повышенной тектонической активности на примере мезозойско-кайнозойской истории Альп (Р. Трюмпи и др.).
3. Корреляция метаморфизма с фазами и эпохами тектогенеза (Г. Цварт).
4. Применение радиометрических данных в качестве индикаторов фаз и эпох тектогенеза (Э. Ниггли).
5. Определение времени тектонических деформаций (Ж. Гогель).
6. Планетарный характер эпох и фаз тектогенеза на примере девона (Ю.Г. Леонов).
7. Методы выделения тектонических фаз в пределах платформ и их корреляции с фазами в подвижных поясах (Г. Даутч).
8. Концепция фаз тектогенеза и ее отношение к гипотезе глобальной тектоники (Э. Шайбнер).
9. Деформация сжатия – основной критерий выделения фаз тектогенеза (М. Сандулеску).
10. Изучение связи между фазами тектогенеза в пределах платформ и складчатых областей (В.Д. Наливкин).

Все доклады собрали достаточно большую аудиторию и вызвали оживленное обсуждение.

На заключительном заседании рассмотрены вопросы организации дальнейших работ и сформированы две рабочие группы:

1. По вопросам терминологии, относящимся к эпохам и фазам тектогенеза и критериям их выделения (руководитель В.Е. Хаин).

---

[1] Автор этого обзора В.Е. Хаин.

2. По вопросам унификации графических и табличных данных, представляемых по отдельным регионам (руководитель Ю.Г. Леонов).

Далее решено создать национальные группы в странах, уже выразивших желание участвовать в разработке проектов. К таким странам, помимо СССР, относятся ГДР, ФРГ, Франция, Швейцария, Италия, Румыния, Канада, Индия, Индонезия и некоторые другие. Отмечена желательность совместной разработки проблемы эпох и фаз складчатости и по крупным регионам, относящимся к разным странам (например, Карпаты, Альпы, Скандинавские каледониды). Отмечена также желательность более широкого привлечения к работе над проектом геологов развивающихся стран.

Затем обсужден вопрос о месте и времени проведения следующих совещаний по проекту. Ввиду тесной связи работ по проекту 107 с исследованиями, проводимыми рабочей группой 9 Геодинамического проекта, решено провести совместные заседания в августе 1977 г. в Греции. В 1978 г. совещание намечено созвать в СССР, на Кавказе или в Средней Азии, а на 1979 г. поступила предварительная заявка от Румынии. В 1980 г. будет целесообразно, очевидно, организовать семинар в период Парижской сессии МГК с рассмотрением предварительных итогов работ. Кроме охарактеризованных выше двух симпозиумов по проектам МПГК, во время XXV Международного геологического конгресса проводились также симпозиумы на темы "Тектоника и магматизм раннего архея", "Магматизм Тихоокеанского кольца", "Генезис и корреляция возраста каолинов" и "Геология и геохимия марганцевых руд". В организации и проведении этих мероприятий совместно с другими научными организациями принимали участие и рабочие группы соответствующих проектов. Содержание работы симпозиумов подробно отражено в других разделах этой книги, поэтому нет необходимости их рассматривать вновь. Остановлюсь только на научных задачах, которые поставили перед собой рабочие группы проектов, заседавшие в Сиднее. Из группы стратиграфических проектов во время конгресса провели свои рабочие заседания ученые, занятые в проектах "Граница докембрия – кембрия", "Корреляция верхнего докембрия", "Проблема среднего мела", "Экостратиграфия".

Рабочая группа проекта "Граница докембрия – кембрия", проводившая свое заседание под руководством Д. Кауи (Англия), поставила своей целью осмотреть и выбрать опорные разрезы по отдельным материалам и обширным регионам, описать их и провести их корреляцию между собой. Для этой цели в Австралии выбран район Селлик-Хилл (штат Южная Австралия), где ниже слоев с вендскими сабеллидитами и акритархами обнаружены остатки скелетной фауны, что позволяет наметить корреляцию этих отложений с одновозрастными горизонтами Сибирской и Русской платформ. Однако австралийские разрезы нельзя считать стратотипными для всех континентов, так как их объединенная фаунистическая характеристика не отвечает тем требованиям, которые предъявляются к опорным разрезам крупных хроностратиграфических подразделений.

В рамках исследований по проекту "Корреляция верхнего докембрия" проводилось обсуждение наиболее интересных результатов, полученных в последние годы: установление в ряде районов (Австралия, Русская платформа) двух отдельных ледниковых горизонтов, выделение гляциоэр в докембрии, последовательная датировка рубидиево-стронциевым методом глинистых пород верхнедокембрийского разреза Мавританского Адрара, составление сводного разреза Скалистых гор Северной Америки. Большие перспективы открывают и первые результаты палеомагнитных исследований для изучения верхов докембрия, опыт применения которых был сделан австралийскими учеными. Во время обсуждения наметились два направления исследований по проекту. Австралийские стратиграфы планируют составление корреляционных схем для разных регионов Австралии, а, например, советские специалисты основываются на изучении стратотипа и разрабатывают методики его корреляции с другими районами.

Заседание рабочей группы проекта "Проблема среднего мела" посвящено проведению прямых корреляций между островами, окружающими Австралию, и этим континентом, принимая во внимание все данные, которые имеются по меловым

образованиям на основании результатов глубоководного бурения. Эти заседания тесно связаны с работой симпозиумов, посвященных результатам глубоководного бурения в Индийском океане.

Во время конгресса в Сиднее также проведен целый ряд мероприятий, связанных с решением проблемы генезиса и закономерностей размещения целого ряда полезных ископаемых. Среди них заметную роль играли научные совещания, проведенные в рамках проектов МПГК. К ним относятся заседания рабочих групп проектов "Оруденения, связанные с кислым магматизмом", "Корреляция возраста и генезиса каолинов", "Генезис марганцевых руд" и "Металлогения докембрия". На этих совещаниях рассмотрены варианты классификации месторождений, каждый из которых имеет свои преимущества при решении различного круга задач, возникающих при проведении разномасштабных геологических исследований.

На XXV Международном геологическом конгрессе впервые научные исследования по МПГК получили свое освещение. Не все заседания рабочих групп вылились в действительно научные совещания, так как большинство проектов начали свою деятельность всего за один-два года до конгресса и поэтому не смогли за такой короткий срок хорошо подготовиться и подать заявки для включения в программу научных симпозиумов. Надо полагать, что на следующем конгрессе во Франции таких специальных научных совещаний будет больше и научная программа конгресса будет более целенаправленной. Расширение рамок конгресса, включение в него своеобразных отчетов многих проектов МПГК накладывают и специфические обязательства на все страны-участницы этого всемирного геологического форума. Необходимо, чтобы в нем принимали участие ученые, работающие в рамках проектов, с научными докладами, которые представляли бы коллективные достижения геологов по стержневым вопросам, стоящим перед проектом.

Е.В. Артюшков

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Исследования в области наук о Земле вначале долго развивались по отдельным научным направлениям. К их числу относятся, например, сейсмология, геодезия, вулканология, геохимия, стратиграфия, палеонтология, геоморфология, петрология, минералогия и другие. Деятельность работающих в этих областях ученых объединяется соответствующими международными и национальными ассоциациями и развивается в достаточной мере независимо. Земля, однако, представляет собой сложнейшее образование, в котором тесно переплетаются самые различные процессы. Поэтому для того, чтобы понять, как она устроена сейчас и как эволюционировала во времени, необходимо пользоваться данными, получаемыми различными науками. Так, например, при поиске месторождений полезных ископаемых часто одновременно используются данные тектоники, палеонтологии, литологии, минералогии, сейсмологии, гравиметрии, магнитометрии и др.

В последние десятилетия как с общетеоретической, так и с практической точки зрения в науках о Земле наибольший интерес приобретало решение отдельных крупных проблем. Оно стало возможным только на основе синтеза данных, полученных различными науками, после того, как этих данных накопилось достаточное количество. Для решения крупных проблем потребовались специальные международные научные организации, объединяющие в одном направлении усилия ученых различных специальностей. К концу пятидесятых годов стало очевидным, что тектонические и магматические процессы в земной коре являются следствием каких-то других, гораздо более мощных процессов, происходящих в мантии Земли. О характере этих процессов можно судить по их поверхностным проявлениям, а также по тем неоднородностям, которые они создают в мантии. Для их изучения необходимо одновременное использование широкого комплекса разнообразных геофизических, геологических и геохимических исследований в сочетании с лабораторными экспериментами и теоретическим анализом. Такого рода исследования объединены в международном проекте "Верхняя мантия Земли", организованном по предложению советского ученого члена-корреспондента АН СССР В.В. Белоусова. В результате осуществления проекта уровень знаний о верхней мантии был резко повышен. В ней обнаружены многочисленные неоднородности температуры и плотности, закономерно связанные с тектоническими образованиями на поверхности Земли. Таким образом, создана основа для дальнейших направленных исследований движения вещества в твердой Земле.

Конец шестидесятых годов ознаменовался крупными успехами морской геологии и геофизики. К этому времени выявлены главные неоднородности рельефа дна океана, найдены основные закономерности распределения землетрясений в коре и мантии под океаном, изучены отражающие границы в океанической коре, распределение магнитных аномалий и тепловых потоков для ряда районов, получены данные о составе пород на дне океана, о строении верхней части осадочного слоя и другие. На основе этих результатов, касающихся в основном океана, построена глобальная схема тектонических движений: "тектоника плит". Одновременно во всем мире резко повысился интерес к глобальному распределению движений земной коры. Основные вопросы, интересовавшие исследователей: являются ли движения в различных областях Земли независимыми или же они подчиняются каким-то общим глобальным закономерностям, связаны ли движения на континентах с процессами, происходящими под океанами, какие глубинные процессы создают тектонические движения земной коры?

В связи с этим с 1971 г. для дальнейшего развития комплексных исследований твердой Земли, начало которому положено проектом "Верхняя мантия", организован новый проект под названием "Международный геодинамический проект". Срок

его действия 1971–1979 гг. Проект создан для изучения глобальных характеристик тектонических движений земной коры, региональных движений в отдельных областях и движений вещества в мантии и ядре Земли, а также геохимических и петрологических процессов, сопровождающих движения коры и мантии. Изучение этих вопросов представляет сложнейшую задачу, решение которой требует одновременного использования самых различных методов геологии, геофизики и геохимии. Науки о Земле являются столь разнородными, что ученые различных специальностей, работающие над этими проблемами, каждый в своей узкой области, часто плохо знают, что в этом отношении делается в других областях. Регулярный обмен информацией резко стимулирует научную деятельность, а совместное использование различных данных во многих случаях позволяет быстро найти решения, недоступные при использовании отдельных методов. Объединение усилий ученых, работающих в области наук о твердой Земле для исследования тектонических движений земной коры, движений вещества в мантии и их физико-химической природы, и было осуществлено Международным геодинамическим проектом. В нем принимает участие подавляющее большинство стран, в которых проводятся исследования, относящиеся к тематике проекта. Работы выполняются под руководством Межсоюзной комиссии по геодинамике при Международном геодезическом и геофизическом союзе и Международном союзе геологических наук. Межсоюзная комиссия по геодинамике включает десять рабочих групп, в которых работают вместе геологи, геофизики и геохимики самого различного профиля из разных стран, в том числе большое количество ученых из Советского Союза.

Четыре рабочие группы являются региональными. Группы 1 "Геодинамика Западно-Тихоокеанской и Индонезийской области" и 2 "Геодинамика Восточно-Тихоокеанской области, Карибской и Южно-Сандвичевой островной дуг" занимаются изучением процессов в коре и мантии на активных окраинах континентов Тихоокеанского типа, в области островных дуг, глубоководных впадин и окраинных морей. Группы 3,4 – "Геодинамика западной (3) и восточной (4) части Альпийско-Гималайской области" – исследуют процессы, происходившие ранее и происходящие здесь в настоящее время в складчатых горных сооружениях, а также в областях срединных массивов, передовых прогибов и внутренних морей – Средиземного, Черного и Каспийского.

Рабочая группа 8 "Связь между океаническими и континентальными структурами" исследует пассивные окраины континентов Атлантического типа, а также микроконтиненты. Процессы, происходящие в континентальных и океанических рифтовых зонах, находятся в компетенции рабочей группы 4.

В тектонике плит сделана попытка представить все вертикальные движения коры как следствие горизонтальных. В дальнейшем все большее число ученых начало склоняться к выводу, что вертикальные движения крупных областей в осадочных бассейнах и областях тектонической активизации имеют самостоятельную природу. Такими областями занимается рабочая группа 7 "Динамика областей, расположенных внутри литосферных плит". Сюда же относятся и исследования изостатических движений и современных движений земной коры.

Рабочая группа 9 "История развития и взаимодействия тектонических, метаморфических и магматических процессов" проводит исследование этих процессов в течение геологической истории Земли в тесном контакте с Международной программой геологической корреляции. Деятельность десятой группы "Глобальный синтез и палеореконструкции" посвящена в основном изучению глобального распределения движений земной коры в современную и прошлые геологические эпохи.

Особое место в Проекте занимает рабочая группа 5 "Свойства и процессы недр Земли". В поле ее зрения лежит чрезвычайно широкий круг вопросов, от лабораторных экспериментов при высоких давлениях и температурах до изучения конкретных геологических структур. К компетенции группы относятся состав земных недр, движения вещества в ядре и мантии, глубинная природа магматических процессов и многие другие вопросы.

Деятельность рабочих групп протекает в следующих основных направлениях. Собравшись вместе, члены каждой рабочей группы обсуждают, какие проблемы

в изучаемой группой области являются наиболее актуальными и какого рода исследования, полевые, лабораторные и теоретические, должны быть поставлены в первую очередь для их решения. Высокий уровень специалистов самых различных профилей позволяет наилучшим образом сформулировать соответствующие проблемы и направления исследований. Это оказывает значительное стимулирующее влияние на работы в разных странах.

По наиболее важным проблемам организуются симпозиумы. Значительная часть докладов заказывается ведущим ученым в различных областях, с тем чтобы максимально широко охватить проблему. Так, например, на организованном рабочей группой 8 симпозиуме по происхождению и развитию осадочных бассейнов, состоявшемся в Англии в 1976 г., рассматривались фактические данные по бассейнам внутри континентов и на пассивных окраинах по всей Земле для различных геологических эпох, обсуждались возможная временная корреляция их развития, а также различные теоретические механизмы образования бассейнов. На симпозиуме присутствовали геологи-нефтяники, тектонисты, геофизики, теоретики и экспериментаторы. По мнению всех участников, симпозиум способствовал как серьезному продвижению в области проблемы, которой он был посвящен, так и улучшению взаимопонимания между специалистами различного профиля и повышению эффективности их дальнейшей работы.

Еще одна форма деятельности – это публикация сборников статей и монографий, посвященных тематике отдельных рабочих групп. Публикации имеют место в связи с симпозиумами, а также организуются по отдельным вопросам специально. В конце срока действия проекта будет опубликована серия крупных отчетных монографий.

Международный геодинамический проект пользуется большим успехом. За время его осуществления получен ряд крупных научных результатов – значительно продвинулось изучение движений коры и сейсмичности и вулканизма в области островных дуг и глубоководных впадин. Появились новые важные данные, касающиеся процессов в континентальных и особенно океанических рифтовых зонах. Исследованы сейсмичность и строение коры континентальных горных сооружений и начинает проясняться их положение в глобальной системе тектонических движений. Лучше стало известно расположение границ между литосферными плитами и выяснилось, что во многих областях простая первоначальная схема тектоники плит, включающая набор из небольшого количества плит, оказывается плохо применимой. Проведены новые эксперименты в области поведения пород и минералов при высоких температурах и давлениях, в том числе достигнуты давления в несколько мегабар, соответствующие глубоким недрам Земли – нижней мантии и ядру. Методами сейсмологии значительно лучше изучено внутреннее строение Земли и ее неоднородности. Значительно продвинулись исследования в области прогноза землетрясений и извержений вулканов. Получен ряд крупных теоретических результатов, касающихся природы движений в земной коре и мантии.

Исследования внутри отдельных стран осуществляются под руководством национальных геодинамических проектов. Важная роль в мировых геодинамических исследованиях принадлежит Советскому Союзу. В нашей стране получены наиболее полные сейсмологические данные о строении коры и мантии в различных типах тектонически активных и стабильных областей. Детально изучено геолого-геофизическими методами строение многих активных и стабильных областей и реконструирована история их развития. Исследованы Байкальская и Арктическая рифтовые зоны, открыта и изучена Момская рифтовая зона. Большая роль принадлежит советским ученым в изучении офиолитовых комплексов и измерениях современных движений земной коры. Уникальный материал об образовании новых вулканов собран недавно на Камчатке. Достигнуты мегабарные давления и осуществлена металлизация SiO_2. Получен ряд крупных теоретических результатов, в том числе по механизмам тектонических движений и современных движений земной коры.

Советские ученые принимают активное участие в деятельности рабочих групп проекта, регулярно выезжают на международные симпозиумы за рубеж и организу-

ют их в нашей стране. Летом 1978 г. в Новосибирске состоятся заседания Межсоюзной Комиссии по геодинамике и крупный международный симпозиум "Взаимодействие литосферы и астеносферы и их роль в тектонических процессах". Срок действия Международного Геодинамического проекта истекает в 1979 г. Большие успехи проекта, так же как и предшествующего проекта "Верхняя мантия Земли", показывают, что подобного рода организации являются весьма эффективными. Поэтому возникает вопрос о том, какой следующий проект следует организовать после окончания геодинамического проекта и на решение какой новой проблемы следует ориентировать усилия ученых различных специальностей в области наук о Земле в следующем восьмилетии.

Исследования в рамках Геодинамического проекта имели широкий глобальный и отчасти региональный характер. Они были чисто научными и, как правило, не преследовали практических целей. Такой подход является естественным в начальной стадии исследований. Проведение геодинамических исследований показало, однако, что с ними связан целый ряд важнейших практических приложений. Движения в земной коре и мантии и магматические процессы, происходящие на активных окраинах континентов и в областях тектонической активизации, имеют прямое отношение к процессам рудообразования. Эти вопросы в последнее время широко обсуждаются в нашей стране.

Образование и накопление нефти и газа в осадочных бассейнах тесно связано с историей их образования и развития. Изучив последние вопросы, можно значительно повысить эффективность поиска и разведки этих полезных ископаемых. Так, например, одним из основных их источников в шельфовых областях являются древние рифтовые впадины, заполненные осадками. Расположение таких структур вокруг Атлантического океана в последнее время удалось значительно лучше предсказать, используя геодинамические представления о его развитии.

Огромные запасы энергии связаны с недавно застывшими магматическими телами в земной коре. Предполагается, что в будущем они будут служить одним из основных источников энергии, потребляемой человечеством. Однако отобрать тепло из больших массивов горных пород очень трудно. Этому должны предшествовать детальные исследования условий образования магматических тел, их эволюции и взаимодействия с окружающими породами.

Значительная часть населения Земли живет в сейсмоопасных зонах, где периодически происходят катастрофические землетрясения. Последние связаны с движениями коры в тектонически активных областях. Изучив эти движения, их распределение в пространстве и временные вариации, а также связанные с ними изменения свойств горных пород, можно значительно повысить надежность сейсмического районирования и добиться прогноза землетрясений. В последнее десятилетие в этом направлении был получен ряд важных результатов. Таким образом, в настоящее время появились реальные предпосылки для серьезной научной разработки крупнейших практических проблем на основе геодинамики. Не следует, однако, думать, что сама геодинамика уже полностью разработана. В ней существует много неясных вопросов, особенно касающихся процессов в глубоких недрах Земли и проявления конкретных типов тектонических движений. Необходимо дальнейшее развитие геодинамических исследований, что безусловно поможет и осуществлению их практических приложений. Поэтому целью нового международного проекта, объединяющего геологов и геофизиков различных специальностей, должно быть углубление геодинамических исследований и создание на их базе прочной научной основы для реализации связанных с твердой Землей практических потребностей человечества.

Основным объектом следующей программы будет земная кора как главный источник ресурсов в широком смысле этого слова. Одно из возможных названий нового проекта "Земная кора: происхождение, динамика, ресурсы". Основное внимание будет уделено континентальной коре как более важному в настоящее время для человечества объекту. Программа должна значительно повысить уровень наших знаний о характере процессов, протекающих здесь как в тектонически активных, так и относительно стабильных областях, и дать их существенно более детальное описание.

Развитие земной коры обусловлено в первую очередь процессами, протекающими в мантии. Поэтому для того чтобы понять, что происходит в коре, необходимо изучать кору и мантию совместно. Кроме того, тектонические, магматические и метаморфические процессы на континентах тесно связаны с движениями коры в океанических областях. Основная часть мантии Земли расположена под океанами. Поэтому изучению этих областей также должно быть уделено большое внимание.

Первое обсуждение нового проекта состоялось в Гренобле (Франция) на Генеральной ассамблее МГГС в 1975 г. Более подробное обсуждение имело место в Сиднее, Австралия, в 1976 г. во время Международного геологического конгресса. Следующее обсуждение приурочено к ассамблее МАСФЗ и МАВХЗ в Дареме (Англия) в 1977 г. Кроме того, непрерывно происходит обмен предложениями между различными странами и ассоциациями. В разработке проекта принимают самое активное участие советские ученые. Проект получил большую поддержку со стороны Международных союзов геологических наук и геодезии и геофизики. Его осуществление должно способствовать достижению значительного прогресса в науках о твердой Земле и более полному обеспечению связанных с ней практических потребностей человечества.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО СТРАН НА XXV СЕССИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА

1. Австралия – 1890 чел.
2. Австрия – 11 чел.
3. Алжир – 9 чел.
4. Аргентина – 4 чел.
5. Афганистан – 1 чел.
6. Бангладеш – 1 чел.
7. Бельгия – 13 чел.
8. Берег Слоновой Кости – 3 чел.
9. Бирма – 5 чел.
10. БНР – 2 чел.
11. Боствана – 1 чел.
12. Бразилия – 48 чел.
13. Великобритания – 83 чел.
14. Венесуэла – 9 чел.
15. ВНР – 5 чел.
16. Габон – 5 чел.
17. Гана – 3 чел.
18. Гватемала – 1 чел.
19. Гвиана – 1 чел.
20. ГДР – 7 чел.
21. Греция – 4 чел.
22. Дания – 15 чел.
23. Египет – 6 чел.
24. Заир – 1 чел.
25. Замбия – 5 чел.
26. Израиль – 2 чел.
27. Индия – 51 чел.
28. Индонезия – 16 чел.
29. Ирак – 9 чел.
30. Ирландия – 2 чел.
31. Исландия – 2 чел.
32. Испания – 22 чел.
33. Италия – 38 чел.
34. Канада – 237 чел.
35. КНДР – 3 чел.
36. КНР – 9 чел.
37. Колумбия – 2 чел.
38. Куба – 2 чел.
39. Кувейт – 7 чел.
40. Лесото – 1 чел.
41. Либерия – 1 чел.
42. Ливия – 2 чел.
43. Мексика – 15 чел.
44. Марокко – 3 чел.
45. Малайзия – 8 чел.
46. Непал – 3 чел.
47. Нигерия – 19 чел.
48. Нидерланды – 33 чел.
49. Новые Гибриды – 2 чел.
50. Новая Зеландия – 70 чел.
51. Новая Каледония – 4 чел.
52. Норвегия – 6 чел.
53. Пакистан – 2 чел.
54. ПНР – 2 чел.
55. Папуа, Н. Гвинея – 8 чел.
56. Португалия – 9 чел.
57. Пуэрто-Рико – 1 чел.
58. Саудовская Аравия – 32 чел.
59. Свазиленд – 2 чел.
60. Сиерра-Лионе – 1 чел.
61. Сингапур – 7 чел.
62. СРР – 4 чел.
63. СССР – 83 чел.
64. СФРЮ – 5 чел.
65. США – 588 чел.
66. Судан – 1 чел.
67. Суринам – 2 чел.
68. Тайланд – 23 чел.
69. Тунис – 1 чел.
70. Турция – 11 чел.
71. Уганда – 2 чел.
72. Фиджи – 5 чел.
73. Филиппины – 13 чел.
74. Финляндия – 13 чел.
75. Франция – 130 чел.
76. ФРГ – 95 чел.
77. Чили – 3 чел.
78. ЧССР – 10 чел.
79. Швейцария – 32 чел.
80. Швеция – 27 чел.
81. ЮАР – 41 чел.
82. Юго-Западная Африка – 4 чел.
83. Япония – 75 чел.

Всего от 83 стран – 3971 человек.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СОСТАВ СОВЕТСКОЙ ДЕЛЕГАЦИИ НА XXV СЕССИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА

1. Артюшков Е.В.
2. Бардин В.И.
3. Барсуков В.Л.
4. Белевцев Я. Н.
5. Богатиков О.А.
6. Богданов Н.А.
7. Бредихин И.С.
8. Бугаец А.Н.
9. Бурлин Ю.К.
10. Варенцов И.М.
11. Вахрамеев В.А.
12. Ворона И.Д.
13. Гарьковец В.Г.
14. Думлер Л.Ф.
15. Еременко Н.А.
16. Есенов Ш.Е.
17. Жамойда А.И.
18. Жариков В.А.
19. Зарицкий А.И.
20. Казанский В.И.
21. Карташов И.П.
22. Книппер А.Л.
23. Колчанов В.П.
24. Ковалев А.А.
25. Крашенинников Г.Ф.
26. Красный Л.И.
27. Крылов И.Н.
28. Курыло Г.П.
29. Лаверов Н.П.
30. Лазько Е.М.
31. Леонов Ю.Г.
32. Логвиненко Н.В.
33. Магницкий В.А.
34. Марков М.С.
35. Меннер В.В.
36. Мехтиев Ш.Ф.
37. Мисанс Я.П.
38. Моралев В.М.
39. Наливкин В.Д.
40. Никифорова К.В.
41. Пейве А.В.
42. Перцев Н.Н.
43. Перчук Л.Л.
44. Попов В.В.
45. Равич М.Г.
46. Рудавин В.В.
47. Рундквист Д.В.
48. Рябенко В.Е.
49. Сагло В.В.
50. Сидоренко А.В.
51. Сидоренко С.А.
52. Смирнов В.И.
53. Соболев В.С.
54. Соболев Н.В.
55. Тажибаева П.Т.
56. Тихомиров В.В.
57. Толкачев М.В.
58. Томсон И.Н.
59. Трофимук А.А.
60. Тугаринов А.И.
61. Хаин В.Е.
62. Цагарели А.Л.
63. Цопанов О.К.
64. Чумаков Н.М.
65. Чухров Ф.В.
66. Шараскин А.Я.
67. Шеремета О.О.
68. Шибакова В.С.
69. Шмакин Б.М.
70. Шолпо В.Н.
71. Шорников В.Я.
72. Щеглов А.Д.
73. Яншин А.Л.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ЭКСКУРСИЙ XXV СЕССИИ МГК В АВСТРАЛИИ

2А. Стратиграфия, тектоника и рудные месторождения Тасманийской геосинклинали и примыкающего к ней края докембрийского щита. Северный Квинсленд. Руководители В. Эугден и М. Рубенах (Австралия).

3С*. Геология пермских и мезозойских отложений бассейнов Болен и Сурат. Центральный Квинсленд. Руководители Дж. Андерсон и А.Р. Енсон (Австралия).

4С. Биостратиграфия кембрия и ордовика бассейна Восточная Георгина. Квинсленд. Руководители Е.С. Друс и Джон Шерголд (Австралия)

5С*. Геология докембрия горы Иза. Северный Квинсленд. Руководители Г.Деррик и И. Вильсон (Австралия). Докембрий района горы Иза известен богатейшими месторождениями меди, свинца, цинка, серебра и урана.

6АС. Большой Барьерный риф Австралии. Квинсленд. Руководители В. Мансвилл, Джон Джелл и Г. Ормс (Австралия).

7А. Кайнозойский вулканизм Северного Квинсленда. Руководитель П. Стефенсон (Австралия). Ознакомление с большим базальтовым плато Северного Квинсленда и различными типами его потухших вулканов.

8АС. Геология берегов Восточной Австралии. Руководители Дж. Лейкон и В. Валд (Австралия).

9С. Геология палеозоя, мезозоя и третичных отложений Юго-Восточного Квинсленда и северо-востока Уэльса. Руководители Х. Харрингтон, Б. Нашар и А. Эвард (Австралия).

10А. Геология угля Восточной Австралии. Руководители Р. Госкомб, В. Хавторн и Р. Молле.

13 С. Интрузивные породы Лакландского пояса Центрального Уэльса. Руководители Б. Чепнелл и А. Уайт (Австралия).

15АС*. Рудные месторождения Лакландской складчатой зоны Н.Ю. Уэльса. Руководитель Н. Марихам (Австралия).

---

*Экскурсии, в которых участвовали советские специалисты.

16А. Палеозойское приращение Восточной Австралии (аккреция). Н.Ю. Уэльс. Руководители Е. Шейбнер и Д. Поксон (Австралия).

17А. Эволюция Центрального сегмента Тасманийской геосинклинали на территории Виктории и Н.Ю. Уэльса. Руководитель К. Крук (Австралия).

24С. Палеозойские отложения и их тектоника в Тасманийской геосинклинали на территории Виктории. Руководитель О. Спиглетон (Австралия).

26А. Геология третичных толщ бассейнов Басс и Отвей. Виктория. Руководитель Т. Дафраг (Австралия).

30АС. Инженерная геология Юго-Восточной Австралии. Руководители Е. Картер, Дж. Нейльсон, И. Глас, Д. Курей, Г. Хале (Австралия). Ознакомление с процессом урбанизации и инженерно-геологическими работами, строительством метро, открытыми горными разработками, а также работами по осушению и обводнению территорий.

31АС. Рудные месторождения Западной Тасмании. Руководители М. Соломон и Г. Грин (Австралия).

32АС. Гидрогеология и геология окружающей среды юго-востока Австралии. Руководители В. Буко и Р. Шеферт (Австралия).

33А*. Поздний докембрий и кембрий геосинклинали Аделаида. Южная Австралия. Руководители Б. Томсон, Б. Дейли (Австралия).

37А. Карбонатные отложения западного берега Западной Австралии. Руководитель Б. Логан. Карбонатные отложения осолоненных вод залива Шарк-бей у Карнарвона с голоценовыми и современными строматолитами.

38А. Девонские рифы бассейна Каннинг. Руководитель П. Плейфорд (Австралия).

39С. Фанерозой Пертского и Карнарвонского бассейнов. Руководитель М. Джонсон (Австралия). Разрез отложений от силура доныне с хорошо развитыми верхнепалеозойскими ледниковыми образованиями и Артинско-Кунгурскими морскими толщами.

40А. Архей Иильгорийской глыбы Западной Австралии. Руководители Р. Багенс и И. Вильямс (Австралия).

41С. Отложения кор выветривания и разведочная геохимия толщ Иильгорийской глыбы (Западная Австралия). Руководители К. Бутт, Р. Спис, Е. Бетеней (Австралия).

42А. Докембрий и рудные месторождения (никель, золото, уран и др.) восточных золотоносных площадей Западной Австралии. Руководители Р. Гин, Д. Гровс и К. Флетчер (Австралия).

43А. Геология бассейна Хамерслей. Руководители А. Трендалл и Дж. Блонлей (Австралия). Ознакомление с крупнейшим (150 тыс. км^2) нижнепротерозойским железорудным бассейном Западной Австралии.

44С. Докембрий района Кимберлей северных территорий Западной Австралии. Руководитель К. Плюмб и И. Гемутс (Австралия). Полный разрез от архея через протерозой до палеозоя.

45С. Нижний и средний протерозой геосинклинали Пайп-Крик и Земли Западного Арнхема Северных территорий Австралии. Руководитель П. Крохн (Австралия).

46А. Нижний и средний (Карпентарий) протерозой Северной Австралии. Северные территории Квинсленда. Руководители К. Плумб и Х. Робертс (Австралия).

47С. Докембрийские структуры и метаморфические образования Центральной Австралии и Теннент-Крик Северных территорий. Руководитель Р. Додсон (Австралия).

48А. Поздний протерозой и палеозой бассейна Амадеус. Руководитель А. Уэллс (Австралия).

49АС. Рудные центры Северной Австралии. Руководитель Г. Риан (Австралия).

50АС*. Рудничные центры Южной и Западной Австралии. Руководители Л. Рокферт и Дж. Лорер (Австралия).

51А. Стратиграфия Папуа-Новой Гвинеи. Руководитель В. Мансер (Папуа-Новая Гвинея).

52А. Офиолиты Папуа-Новой Гвинеи. Руководитель Х. Девис (Папуа-Новая Гвинея).

53АС. Современные вулканы и оруденения в Папуа-Новой Гвинее. Руководители Р. Кун и Дж. Балдвин (Папуа-Новая Гвинея).

54А. Стратиграфия позднего мезозоя и кайнозоя востока Северного острова Новой Зеландии. Руководители Т. Грант-Тейлор, Б. Хорнибрук, П. Велла (Новая Зеландия).

55А. Четвертичная геология, вулканизм и геотермальная активность Западной части Северного острова Новой Зеландии. Руководители Дж. Коле, К. Вуд и С. Надвей (Новая Зеландия).

56А*. Вулканизм и геотермальная активность Центральной части Северного острова Новой Зеландии. Руководители М. Хохштейн, Р. Хемниг и С. Натан (Новая Зеландия).

57С. Неотектоника, подвижки, структурная геология и метаморфизм Веллингтона и Северной части Южного острова Новой Зеландии. Руководители Г. Гриндлей и К. Лейзон (Новая Зеландия).

58С. Осадочные толщи северной части Южного острова Новой Зеландии от докембрия до квартера. Руководители М. Лакруа и Д. Левис (Новая Зеландия).

59С. Региональная геология и петрология юга Южного острова Новой Зеландии.

Кроме перечисленных 59 маршрутов во время конгресса проведено еще 20 коротких одно- и двухдневных экскурсий по окрестностям Сиднея и прибрежным участкам Восточного побережья Австралии. Экскурсии во многом облегчили для зарубежных специалистов знакомство с природой, условиями жизни, особенностями геологии Австралии и ее уникальными месторождениями полезных ископаемых. Экскурсии, как правило, были хорошо организованы, несмотря на посещение ими малонаселенных труднодоступных районов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ДОКЛАДЫ СОВЕТСКИХ ГЕОЛОГОВ К XXV СЕССИИ МГК, ОПУБЛИКОВАННЫЕ НАЦИОНАЛЬНЫМ КОМИТЕТОМ ГЕОЛОГОВ СССР

ПРОБЛЕМА 1

Геология докембрия (отв. редактор *К.О. Кратц*). М., "Наука", 1976.

Стратиграфия и геохронология

1. *Б.М. Келлер, М.А. Семихатов.* Современное состояние общей стратиграфической шкалы рифея.
2. *М.Е. Раабен.* Перспективы детализации биостратиграфии верхнего докембрия.
3. *Б.В. Тимофеев.* Микропалеофитологическая характеристика докембрия.
4. *С.Б. Лобач-Жученко, В.П. Чекулаев, И.Н. Крылов, В.С. Байкова, Н.А. Арестова.* Геологическая эволюция архейского зеленокаменного пояса Центральной Карелии.
5. *Е.М. Лазько, В.П. Кирилюк, В.И. Лащманов, А.М. Лысак, А.А. Сиворонов, Г.М. Яценко.* Эозойский комплекс СССР.
6. *Н.П. Семененко, Н.П. Щербак, В.Д. Ладиева, В.Л. Бойко, В.И. Орса.* Состав коры в первом мегацикле докембрия Украинского щита.

Тектоника, магматизм и метаморфизм раннего докембрия

7. *А.Н. Казаков.* Деформационные циклы в раннем докембрии.
8. *В.В. Эз.* Структурная эволюция метаморфических комплексов в раннем докембрии.
9. *Н.В. Горлов.* Архейские гранит-зеленокаменные области как древнейшие стабильные ядра континентальной коры.
10. *В.А. Глебовицкая.* Термодинамический режим метаморфизма и геотермическое состояние земной коры в раннем докембрии.
11. *В.И. Кицул, В.С. Шкодзинский.* Гранулитовая фация Алданского щита.
12. *В.Н. Мошкин, И.Н. Дагелайская.* Процессы метасоматической анортизации и их роль в глубинном петрогенезисе докембрия.
13. *И.Г. Клушин, И.И. Абрамович.* Петрохимическая специализация вулканизма и природа аномалий гравитационного потенциала в пределах докембрийских щитов.

ПРОБЛЕМА 2

Петрология (отв. редактор *Г.Д. Афанасьев*). М., "Наука", 1976.

1. *Г.С. Дзоценидзе.* Нижнемезозойский вулканизм альпийской складчатой области.
2. *Г.Д. Афанасьев, Л.А. Кондаков.* О реликтовых структурах перехода континент–палеотетис новейшего этапа развития Кавказа.
3. *Д.С. Коржинский.* Кислотно-основное взаимодействие магмы с трансмагматическими флюидами.
4. *Г.И. Горбунов.* Базит-гипербазитовый магматизм и металлогения никеля Кольского полуострова.
5. *Т.Ю. Базаров, И.Т. Бакуменко, В.П. Костюк, Л.И. Панина, В.С. Соболев.* Температурные условия кристаллизации главнейших типов изверженных горных пород (по данным гомогенизации включений расплавов в минералах).
6. *А.А. Маракушев.* Эволюция магматизма и метаморфизма островных дуг.
7. *Л.Л. Перчук.* Термодинамический режим магматизма и метаморфизма на ранних стадиях развития осровных дуг.
8. *О.А. Богатиков.* Докембрийские анортозитовые ассоциации СССР и их генезис.
9. *Л.С. Бородин.* Проблема генезиса миаскитовых и агпаитовых магм (геологические и геохимические аспекты).
10. *И.В. Бельков.* Происхождение и геологическая роль древнейших гранитоидов на ранних этапах эволюции земной коры.
11. *И.Д. Батиева.* Петрология и генезис щелочных гранитов.
12. *Р.Б. Баратов.* Особенности петрологии магматических формаций Таджикистана.
13. *С.П. Соловьев.* Основные черты эволюции петрохимических циклов в СССР.
14. *Э.П. Изох.* Типы гранитоидных формаций с разной рудоносностью.
15. *В.А. Кутолин.* Происхождение и глубинная эволюция базальтов разных формаций.
16. *В.Н. Шилов.* Основные черты вулканизма Сахалинской и Курильской островных дуг.
17. *Г.Д. Ажгирей.* Региональный метаморфизм и деформации земной коры в связи с зонами Беньофа древних островных дуг.
18. *П.П. Смолин.* Условия формирования месторождений магнезита, талька и брусита в эволюции магнезиально-карбонатных толщ.

ПРОБЛЕМА 3

Тектоника и структурная геология (отв. редактор *А.В. Пейве*). М., "Наука", 1976.

1. *В.Е. Хаин.* Деструктивный тектогенез и его глобальное проявление.
2. *Е.Е. Милановский.* Роль рифтогенеза и его эволюция в истории Земли.
3. *А.В. Пейве.* Новая модель строения Срединно-Атлантического хребта.
4. *Ю.М. Пущаровский.* Структурное положение нефтегазоносных районов в Тихоокеанском поясе.
5. *А.Л. Яншин, А.Е. Шлезингер.* Тектонические плиты чехлов.
6. *В.В. Белоусов.* Эндогенные режимы материков и ритм в развитии тектоносферы.
7. *М.С. Нагибина.* Структуры, преобразующие земную кору континентов в мезозое и кайнозое.
8. *В.Н. Пучков.* Реликты континентальной окраины и их соотношение с реликтами океанической впадины на Урале.
9. *С.В. Руженцев.* К проблеме формирования структур типа окраинных морей на Южном Урале.
10. *А.А. Белов.* Граница Гондваны и Евразии и шов Палеотетиса в Кавказском секторе Средиземноморского складчатого пояса.
11. *Л.М. Парфенов, Л.П. Карсаков, Ю.Ф. Малышев, В.С. Приходько, Д.Ф. Семенов.* Некоторые вопросы глубинной тектоники советского Дальнего Востока.
12. *Л.И. Красный, Е.Б. Бельтенев.* Структурно-формационные особенности окраин континентов Тихоокеанского подвижного пояса.
13. *Ю.А. Косыгин, Л.М. Парфенов.* Докембрийская тектоника геосинклинальных поясов.
14. *Ч.Б. Борукаев.* О геосинклинальных нескладчатых комплексах.
15. *К.В. Боголепов.* Дейтероорогенез и его роль в формировании структуры земной коры.
16. *М.В. Муратов.* Роль магматизма при формировании структур орогенного этапа складчатых областей.
17. *Н.Л. Добрецов.* Глаукофансланцевые пояса и проблемы тектоники.
18. *С.И. Иванов, В.М. Нечеухин.* Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей в свете тектоники плит.
19. *Н.А. Шило, П.В. Бабкин, В.Ф. Белый, В.М. Мерзляков, А.А. Сидоров, М.И. Терехин.* Новая схема тектонической и металлогенической зональности Северо-Востока советской Азии.
20. *С.А. Захаров.* Автоскладки – особый генетический тип складок.
21. *И.В. Лучицкий, П.М. Бондаренко.* Систематика и механизм образования концентрических структур.

ПРОБЛЕМА 4

Минеральные месторождения (отв. редактор *В.И. Смирнов*). М., "Наука", 1976.

Стратиформные месторождения

1. *В.И. Смирнов.* Согласные и секущие границы рудных тел стритиформных рудных месторождений.
2. *Н.С. Скрипченко.* Фациально-генетическая модель Pb–Zn–Ba ритмичнослоистых месторождений в флишоидах.
3. *Г.Н. Шерба, И.П. Новохатский, С.Ш. Сейфуллин, И.В. Покровская.* Главные типы стратиформных месторождений Казахстана.
4. *А.Д. Щеглов.* Стратиформные свинцово-цинковые месторождения восточных районов СССР.
5. *Г.А. Твалчрелидзе, В.И. Буадзе.* Стратиформные месторождения цветных металлов, связанные с геосинклинальным вулканизмом (на примере Кавказа).
6. *Я.Н. Белевцев, Ю.П. Мельник.* Аккумуляционно-биогеохимическая модель образования докембрийских железорудных формаций.
7. *И.М. Варенцов.* Геохимия переходных металлов в процессе формирования железо-марганцевых руд в современных бассейнах.

Месторождения бокситов

8. *Г.Р. Кирпаль.* Палеогеографические и фациальные особенности формирования промышленных типов месторождений бокситов СССР.
9. *Д.Г. Сапожников.* Структурно-тектоническая приуроченность латеритных бокситов в СССР.
10. *А.П. Никитин.* Условия формирования месторождений латеритных бокситов Европейской части СССР.
11. *В.А. Теняков, М.В. Пастухова.* Происхождение пизолитовых и тубулярных бокситов сверхгигантских месторождений типа Вейпы.

Россыпные месторождения

12. *Ю.Н. Трушков, Э.Д. Избеков.* Эволюция россыпи.
13. *Н.А. Шило, Ю.В. Шумилов.* Механизм поведения золота в процессах формирования россыпей Северо-Востока СССР.
14. *С.Г. Желнин, Ю.А. Травин.* Сравнительные особенности геологии россыпей в новейших структурах Северо-Востока СССР.
15. *Ю.П. Казакевич.* Особенности россыпеобразования в рифтовых зонах.
16. *Б.И. Прокопчук.* Зональность размещения алмазных россыпей на древних платформах.
17. *С.Н. Цымбал.* Закономерности образования и вещественный состав титано-циркониевых россыпей Украины.

ПРОБЛЕМА 5

Горючие ископаемые (отв. редактор *Н.Б. Вассоевич*). М., "Наука", 1976.

1. *Н.Б. Вассоевич, А.И. Конюхов, Н.В. Лопатин.* Общее и особенное в образовании углей, нефти и углеводородных газов.
2. *А.Э. Конторович, А.А. Трофимук.* Литогенез и нефтегазообразование.
3. *Н.Е. Еременко, И.И. Аммосов, А.А. Петров, Ф.Е. Окуньков.* Соотношение между минеральными и органическими компонентами на различных стадиях образования нефтегазоносных толщ.
4. *С.Г. Неручев, Н.Б. Вассоевич, Н.В. Лопатин.* О шкале катагенеза в связи с нефтегазообразованием.
5. *А.Э. Конторович, Э.Э. Фотиади.* Основы количественной теории прогноза и поиска месторождений нефти и газа.
6. *А.А. Геодекян, В.Я. Троцюк, Г.Ф. Ульмишек.* Особенности нефте- и газообразования под дном акваторий.
7. *И.П. Жабрев, В.И. Ермаков, В.Л. Соколов, Ю.П. Мирончев.* Газоносность глубоких горизонтов СССР.
8. *А.А. Бакиров, Э.А. Бакиров, З.А. Табасаранский.* Сравнительный анализ закономерностей размещения скоплений нефти и газа на древних и молодых платформах.
9. *В.Д. Наливкин, В.С. Лазарев, Г.П. Сверчков.* Влияние геологических условий на размещение углеводородов в осадочных бассейнах.
10. *К.Б. Мокшанцев, Е.И. Бодунов, А.И. Изосимова, В.И. Фролов.* Геология и геохимия нефтяных и газовых месторождений восточной части Сибирской платформы.
11. *Д.И. Дробот, Р.Н. Преснов, А.С. Анциферов.* О нефтегазообразовании в рифейско-вендских и нижнекембрийских толщах Сибирской платформы.
12. *П.Н. Кропоткин, В.М. Валяев.* Развитие теории глубинного (неорганического и смешанного) происхождения углеводородов.

ПРОБЛЕМА 6

Стратиграфия и седиментология (отв. редакторы *В.В. Меннер, П.П. Тимофеев*). М., "Наука", 1976.

Стратиграфия

1. *В.В. Меннер.* Стратиграфическая классификация.
2. *И.Т. Журавлева.* Геологическая и биологическая эволюция протерозоя и фанерозоя
3. *В.А. Красилов.* Тектогенез и эволюция климата Тихоокеанского пояса в меловом периоде.
4. *В.Н. Сакс.* Зоны бореальной коры в областях, прилегающих к Тихому океану.
5. *К.И. Кузнецова.* Фораминиферы волжского яруса на Мадагаскаре.
6. *М.А. Пергамент.* Зональность верхнего мела Северного полушария по иноцерамам.
7. *А.Ф. Хлонова.* Межрегиональная корреляция меловых континентальных отложений по палинологическим данным. Границы и объемы стратиграфических подразделений.
8. *Е.А. Елкин.* Пограничные и переходные слои: их место в Международной стратиграфической шкале и критерии выделения.
9. *Д.Е. Айзенверг, Н.Е. Бражникова, Т.И. Немировская.* Верхняя граница нижнего карбона в Донецком бассейне.
10. *Э.Я. Левен.* О ярусном подразделении перми Тетиса.
11. *О.А. Бетехтина.* Значение неморских двустворчатых моллюсков для палеореконструкции пермского периода.

Седиментология

Проблемы седименто- и литогенеза

1. *П.П. Тимофеев, В.И. Копорулин.* Литогенез морских терригенных осадков и вопросы гидрохимии морей и океанов.
2. *А.Г. Косовская, В.Д. Шутов.* Океанический эпигенез.
3. *И.В. Хворова.* Эвгеосинклинальное кремненакопление и некоторые вопросы его эволюции.
4. *Н.А. Лисицына, Г.Ю. Бутузова, И.И. Волкова.* О влиянии вулканогенного фактора на осадконакопление на профиле через Тихий океан.

Прибрежно-морские терригенные карбонатные осадки

5. *В.И. Гратов, П.Н. Соколов.* Основные этапы формирования осадков раннего палеозоя Сибирской платформы.
6. *Ю.П. Казанский.* Карбонатонакопление в эпиконтинентальных морях.
7. *А.В. Ивановская.* Мелководноморские олигомиктовые кварцевые кластические осадки позднего докембрия.
8. *Н.В. Логвиненко.* Пляжевые и мелководные морские терригенные и карбонатные осадки — переходные фации на границе суши и моря.
9. *П.Т. Тажибаева, Б.У. Урумбаев, Н.А. Азербаев.* Этапность развития эволюции осадконакопления и полезные ископаемые каледонид (на примере Центрального Казахстана).
10. *А.И. Анатольева.* О генетических типах красноцветных отложений аридных зон.

ПРОБЛЕМА 7

Палеонтология (отв. редактор *Б.С. Соколов*). М., "Наука", 1976.

1. *Б.С. Соколов.* Metazoa докембрия и вендо-кембрийский рубеж.
2. *М.Б. Гниловская.* Древнейшие Metaphyta.
3. *Н.А. Волкова.* О находке докембрийских спор с тетрадным рубцом.
4. *С.В. Мейен.* Принципы палеобиогеографического районирования.
5. *О.В. Юферев.* О поясных подразделениях в биостратиграфии.
6. *А.Ю. Розанов.* Биогеография и ярусы раннего кембрия.
7. *В.Е. Савицкий, Л.И. Егорова, Ю.Я. Шабанов.* Еланский и куонамский фациостратотипы нижней границы среднего кембрия Сибири.
8. *Л.Н. Репина.* Древнейшие трилобиты Сибири.
9. *А.В. Каныгин.* Климатические условия и типы фаунистических сообществ в ордовике Средней Сибири.
10. *М.Н. Чугаева.* Биогеографические особенности распространения трилобитов на территории СССР в ордовике.
11. *Х.С. Розман.* Зоогеографическая поясная зональность Северной Азии по ордовикским брахиоподам.
12. *Д.Л. Кальо.* Биогеография силура с точки зрения мобилизма и палеоклиматологии.
13. *Э.И. Воробьева.* Обстановка появления первых тетрапод и вопрос об их предках.
14. *Л.И. Новицкая.* Палеоэкологические предпосылки формирования фаун амфиаспид в Сибири.
15. *В.И. Устрицкий, Д.Л. Степанов.* Палеобиогеография и климат Евразии в перми.
16. *А.С. Дагис.* Основные черты биогеографии морей триаса.
17. *М.А. Пергамент.* Морфологические преобразования позднемеловых иноцерамов севера Тихоокеанской и Атлантической областей.
18. *В.А. Вахрамеев.* Развитие меловых флор северной части Тихоокеанского пояса.
19. *М.А. Ахметьев.* О климатических флюктуациях в палеогене и неогене в средних и высоких широтах Земного шара (по палеоботаническим данным).

ПРОБЛЕМА 8

Морская геология (отв. редактор *П.Л. Безруков*). М., "Наука", 1976.

1. *П.Л. Безруков.* Перерывы в глубоководном осадконакоплении и их геологическое значение.
2. *И.О. Мурдмаа.* Эдафогенные обломочные отложения современных океанов.
3. *Н.А. Лисицына, Б.П. Градусов, Г.Ю. Бутузова.* Глауконит в осадках литологического профиля через Тихий океан.
4. *Н.В. Логвиненко.* К проблеме глауконитообразования в океанах.
5. *А.П. Лисицын.* Металлоносные осадки Тихого океана и их генезис.
6. *Г.Н. Батурин, П.Л. Безруков.* Фосфориты и фосфоритоносные отложения на дне океанов.
7. *К.М. Худолей.* Пути расселения аммоноидей и направления течений в Тихом океане в мезозое.
8. *Н.А. Еременко, А.А. Геодекян, Л.И. Лебедев, Л.Э. Левин, Я.П. Маловицкий, Г.П. Ованесов, В.В. Федынский.* Перспективы поисков крупных скоплений углеводородов в окраинных и внутренних морях.
9. *Э.Н. Алиханов, З.А. Буниат-Заде.* Геология и нефтегазоносность дна Каспийского моря.
10. *Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов.* Особенности строения и формирования осадочных бассейнов периферии Тихого океана.
11. *Ю.М. Пущаровский.* О происхождении Восточно-Тихоокеанского поднятия.
12. *В.М. Ковылин, П.А. Строев.* К проблеме образования впадины Японского моря (по геофизическим данным).
13. *Я.П. Маловицкий, Л.А. Есина, В.Н. Москаленко, Г.В. Осипов, К.М. Шимкус.* Глубинная структура и история геологического развития впадин Средиземного моря.
14. *Т.И. Фролова, Г.Б. Рудник, Г.Л. Кашинцев, С.Ф. Соболев.* Главнейшие ассоциации вулканических пород океанов и причина их разнообразия.

ПРОБЛЕМА 9

Геофизические исследования (отв. редактор *В.В. Федынский*). М., "Недра", 1976.

1. *А.Г. Гайнанов, А.М. Городницкий, Л.И. Красный, Ю.А. Павлов, О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков, В.В. Федынский.* Геофизические поля и глубинное строение земной коры Тихого океана.
2. *С.В. Крылов, Б.П. Мишенькин, Н.Н. Пузырев.* Сравнительная характеристика глубинного строения Байкальской и других континентальных рифтовых зон.
3. *Г.Д. Бабаян, К.Б. Мокшанцев, Г.И. Штех.* Основные черты глубинного строения восточной части Сибирской платформы.
4. *М.П. Гришин, С.В. Крылов, П.И. Морсин, Н.Н. Пузырев, В.С. Сурков.* Геофизические данные о строении земной коры юга Сибири.
5. *О.К. Васов, О.А. Одеков, А.А. Ювшанов.* Геолого-геофизическая модель земной коры территории Туркмении.

6. *Н.А. Беляевский, Б.С. Вольвовский, И.С. Вольвовский, А.В. Егоркин, М.К. Полшков, Е.А. Попов, В.З. Рябой, В.Б. Соллогуб, А.В. Чекунов, Н.М. Чернышев, Ю.Г. Юров.* Земная кора основных тектонических структур Запада СССР (по профилю Черное море– Карское море).
7. *А.А. Борисов, М.К. Полшков, А.В. Поляков, Ю.К. Шукин.* Сейсмогенные структуры литосферы.
8. *Н.Б. Дортман.* Петрофизика магматических формаций геосинклинального этапа развития земной коры.
9. *В.В. Гречухин.* Геолого-геофизическая классификация горных пород угленосных формаций на примере Печорского угольного бассейна.
10. *М.Г. Илаев, Л.Е. Шолпо.* Магнетизм горных пород как источник геологической информации.
11. *Л.В. Булина.* Характерные черты магнитной дифференциации разновозрастных складчатых систем.
12. *Е.В. Карус, Г.В. Краснопевцева, И.А. Резанов.* Использование динамики сейсмических волн для выяснения геологической природы сейсмических границ в земной коре.
13. *Л.П. Барскова, Г.В. Егоркина, Т.М. Линькова, А.Н. Мозженко, М.К. Полшков, И.В. Померанцева.* Изучение строения земной коры комплексом волновых полей (метод "Земля").
14. *С.А. Васильев, В.Д. Завьялов, Ю.В. Тимошин, А.К. Урупов.* Применение голографии и дифракционного преобразования в сейсморазведке.
15. *Е.В. Карус, О.Л. Кузнецов, Л.Г. Петросян, Ю.С. Шимелевич.* Новый комплекс методов геофизических исследований обсаженных буровых скважин для изучения сложнопостроенных геологических разрезов.
16. *А.С. Барышев, В.Л. Кузнецов, В.И. Млотэк, А.И. Павленко, Г.Г. Ремпель, В.С. Сурков, В.В. Ткаченко.* Применение разведочной геофизики при поисках полезных ископаемых на территории Сибири.
17. *Е.Н. Каленов, Е.И. Терехин.* Эффективность применения электроразведки при поисках нефти и газа.
18. *Г.Р. Бекжанов, П.Ф. Иванкин, В.Н. Лобецкий.* Методика и результаты комплексного геолого-геофизического изучения глубинного строения рудных районов СССР (на примере Казахстана).

ПРОБЛЕМА 10

Геохимия (отв. редактор *А.И. Тугаринов*). М., "Наука", 1976.

1. *А.И. Тугаринов.* Эволюция свинцового рудообразования в истории Земли.
2. *И.Д. Рябчиков, Н.А. Дурасова, В.Л. Барсуков.* Факторы миграционной способности олова в кислых магматических системах.
3. *Л.Н. Когарко.* Физико-химические условия формирования апатитовых месторождений Хибин.
4. *В.Г. Моисеенко, В.Г. Сахно.* Эволюция глубинных флюидов магматизма и золотой минерализации Тихоокеанского пояса.
5. *В.В. Щербина.* Химические процессы зоны окисления сульфидных месторождений.
6. *Л.Н. Овчинников, С.В. Григорян.* О методике литохимических поисков рудных месторождений в аридных районах.
7. *А.П. Соловов.* Прогноз масштаба оруденения при геохимических поисках.
8. *Ф.В. Чухров, Л.П. Ермилов, В.С. Чуриков.* О возможном значении изотопного состава серы для фито-геохимических поисков сульфидных руд.
9. *Ю.Е. Сает.* Геохимические методы поисков сульфидных месторождений, перекрытых аллохтонными отложениями, по эпигенетическим ореолам рассеяния.
10. *Е.П. Акульшина.* Эволюция состава глинистого вещества осадочных пород от рифея до мезозоя.
11. *С.Л. Шварцев.* Геохимия процессов латеритного выветривания.
12. *С.Б. Бранд, В.Н. Борисов, В.С. Лепин, И.С. Ломоносов, Е.В. Пиннекер, В.И. Писарский, Ю.П. Ржечицкий, В.Н. Солодянкина.* Изотопные отношения стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ в некоторых природных водах Сибири.
13. *В.В. Добровольский.* Генезис и спектрометрический эффект сорбированной окиси железа.
14. *Ш.Ф. Мехтиев.* Геохимическая характеристика нефтей среднеплиоценовых отложений Азербайджана.
15. *А.А. Ярошевский.* Модель геохимического цикла и эволюция состава пород земной коры.
16. *И.Н. Говоров, Э.Д. Голубев, Е.П. Денисов.* Геохимия глубинных ксенолитов и конвекция в верхней мантии Сихотэ-Алинской складчатой области.
17. *В.И. Герасимовский.* Геохимические особенности и генезис базальт-андезит-риолитовой серии пород в зоне океанического рифта (на примере Исландии).
18. *В.И. Коваленко.* Геохимическая специфика редкометальных гранитоидов и их положение в общей схеме эволюции континентального магматизма.
19. *А.С. Павленко.* Эволюция вещества современных материков и зон рифтообразования.
20. *Л.С. Бородин, Г.Н. Мухитдинов, А.А. Ганзеев.* Формационные типы щелочно-гранитоидных пород и некоторые характерные особенности их геохимии.
21. *Б.Г. Лутц, Е.В. Франссон.* Геохимическая характеристика кимберлитов и их сравнение с ультраосновными породами.

ПРОБЛЕМА 11

Проблемы гидрогеологии аридной зоны (отв. редактор *В.Н. Кунин*). М., "Наука", 1976.

Общие гидрогеологические проблемы аридных областей

1. *В.Н. Кунин*. Некоторые проблемы аридной гидрогеологии.
2. *Н.Н. Ходжибаев, Г.В. Куликов*. Роль крупных артезианских бассейнов.
3. *Л.С. Балашов, В.М. Фомин*. Вертикальная геохимическая зональность грунтовых и артезианских вод в аридной зоне и их соотношение в геологической структуре.
4. *Я.А. Ходжакулиев, Н.Т. Суюнов, О.П. Абрамова, М.М. Батыршин, В.Ф. Казаков*. Подземные воды Каракумов и их народнохозяйственное значение.
5. *В.Д. Безроднов, Н.В. Роговская*. Гидродинамическая структура артезианских бассейнов аридной зоны СССР.
6. *Н.И. Плотников, В.М. Фомин*. Роль регионального стока в формировании ресурсов подземных вод артезианских бассейнов аридной зоны (на примере СССР).
7. *С.М. Голубев, И.Я. Пантелеев*. Большой Сахарский артезианский бассейн и его гидрогеологическое районирование в пределах Алжира.

Вопросы природного и искусственного восполнения ресурсов подземных вод в аридных зонах

8. *Ф.М. Бочевер, Н.Н. Лапшин, А.Е. Орадовская*. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод в условиях искусственного восполнения.
9. *К.И. Сычев*. О режиме естественного восполнения грунтовых вод в речных долинах аридной зоны.
10. *М.А. Хордикайнен*. Геологические условия искусственного восполнения запасов подземных вод в аридных условиях (на примере Средней Азии, Забайкалья и Центральной Якутии).
11. *Н.Н. Ходжибаев*. Прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративных условий территории Средней Азии, затрагиваемых межбассейновыми переброскими рек.
12. *Р.Г. Джамалов, И.С. Зекцер, А.В. Месхетели*. Особенности формирования подземного стока аридных районов восточного побережья Каспийского моря.
13. *Д.М. Кац, Ю.Г. Богомолов, А.А. Желобаев, А.М. Сойфер*. Роль подземных вод в развитии ирригации и дренажа в СССР. Особенности оценок гидрогеологических параметров, моделирования и гидрогеохимических исследований в аридных зонах.
14. *В.Н. Чубаров, Г.Я. Черняк*. Гидрогеологические и инженерно-геологические аспекты, методы и некоторые результаты изучения зоны аэрации.
15. *Л.И. Варазашвили, Г.Я. Картвелишвили*. Использование гидрогеологических параметров для расчета миграции влаги в зоне аэрации на ЭВМ (на примере Алазанского орошаемого массива).
16. *И.И. Крашин*. К теории фильтрации подземных вод переменной плотности в многопластовых водонапорных системах.
17. *В.К. Рудаков*. Математическое моделирование гидрогеохимических процессов в районах орошения земель аридной зоны.
18. *В.М. Гольдберг*. Изменение качества подземных вод и его прогноз на водозаборах аридной зоны и морских побережий.

ПРОБЛЕМА 12

Геология четвертичного периода (отв. редактор *К.В. Никифорова*). М., "Наука", 1976.

1. *Ш.А. Азизбеков, Н.В. Пашалы*. Вулканизм и осадконакопление позднеальпийского этапа геологического развития Кавказа, Ближнего и Среднего Востока (неоген-антропоген).
2. *С.А. Архипов, М.Р. Вотах, А.В. Гольберг, В.И. Гудина*. Плейстоцен севера Западной Сибири: оледенение, морские трансгрессии и колебания климата.
3. *В.И. Бардин*. История оледенения Антарктиды (современное состояние проблемы).
4. *Ю.М. Васильев*. Влияние климата и гляциоэвстатических трансгрессий океана на изменения уровней замкнутых и полузамкнутых бассейнов (южные моря СССР).
5. *С.С. Воскресенский, Г.С. Ананьев, М.П. Гричук, С.А. Лебедев, Г.А. Постоленко, С.Д. Венцкевич, Т.Ф. Джобадзе, И.А. Каревская, Г.Н. Колосова, З.М. Полосухина, В.Ф. Монахов, В.А. Соловьев, Г.А. Шубин*. Основные черты плиоцен-четвертичной истории Северо-Востока СССР.
6. *А.Р. Гептнер*. Физико-географические условия накопления позднекайнозойских вулканогенно-осадочных формаций Исландии.
7. *Г.И. Горецкий*. Палеопотамологический метод корреляции морских и континентальных отложений антропогена.
8. *В.И. Громов*. О двух каналах эволюции человека.
9. *И.К. Иванова*. Геология, климат и эволюция человека.
10. *И.П. Карташов, А.Г. Черняховский*. Роль гляциоэвстатики и колебаний климата в четвертичной геологической истории Кубы.
11. *Н.В. Кинд, Л.Д. Сулержицкий*. О позднеплейстоценовых оледенениях и морских трансгрессиях севера Средней Сибири.
12. *Н.Н. Костенко*. Позднекайнозойская история Казахстана.

13. *А.П. Кулаков.* Четвертичные колебания уровня океана и рельеф юга Дальнего Востока СССР.
14. *И.Г. Лискун.* Климатическая обстановка в Монголии в период формирования континентальных третичных отложений.
15. *К.В. Никифорова, И.И. Краснов, Л.П. Александрова, Ю.М. Васильев, Н.А. Константинова, А.П. Чепалыга.* Климатические колебания и детальная стратиграфия верхнеплиоценовых-нижнеплейстоценовых отложений юга СССР.
16. *В.Н. Разумова.* Генетические типы коры выветривания.
17. *Л.Р. Серебрянный, А.В. Раукас.* Климат и оледенение Европы в позднем плейстоцене.
18. *Т.С. Троицкая.* Следы позднеплейстоценовой регрессии и голоценовой трансгрессии в Японском море (по фораминиферам).
19. *П.В. Федоров.* Закономерности колебаний уровней Каспийского, Черного и Средиземного морей в плейстоцене.

ПРОБЛЕМА 13

Инженерная геология (отв. редактор *Е.М. Сергеев*). М., "Наука", 1976.

1. *Е.М. Сергеев, И.С. Комаров.* Проблемы преобразования окружающей среды и инженерно-геологические прогнозы.
2. *Г.А. Голодковская, Л.М. Демидюк.* Задачи инженерной геологии в решении проблемы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.
3. *С.В. Григорьев.* Некоторые закономерности развития инженерно-геологических процессов в ходе комплексного освоения территорий (на примере отдельных регионов).
4. *Е.М. Сергеев, Г.А. Голодковская, Л.В. Бахирева, Л.М. Демидюк, Г.М. Терешков, В. Ковальский, Г. Лозиньска-Стемпень, Ю. Ляшковский, Я. Стохляк.* Принципы составления карт изменения геологической среды под влиянием деятельности человека.
5. *В.П. Солоненко.* Оползни и обвалы в сейсмических зонах и их прогноз.
6. *О.С. Подкаминер.* Тектонические процессы, вызванные инженерной деятельностью.
7. *Ю.Ф. Захаров.* Проблемы изучения и предотвращения оседаний поверхности и их последствий при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Сибири.
8. *Г.Г. Скворцов, Б.М. Гамалей, В.В. Фромм.* Инженерно-геологические явления при горных работах, их изучение и прогноз в связи с задачами охраны природной среды.
9. *М.В. Чуринов, И.М. Цыпина, В.П. Лазарева, А.В. Садов, К.А. Гулакян.* Региональные закономерности условий образования геологических процессов, методы их изучения и прогноз.
10. *Л.А. Потемкин.* Проблемы рекультивации земной поверхности в связи с добычей полезных ископаемых.
11. *И.И. Плотников, С.Г. Дубейковский.* Условия возникновения и прогнозирование провальных явлений при осушении месторождений бокситов в карстовых массивах.
12. *В.Д. Ломтадзе.* Закономерности развития гравитационных процессов и их прогноз.
13. *Э.Г. Газиев.* Морфология трещин и устойчивость массивов.
14. *И.И. Буачидзе, К.И. Джанджгава.* Инженерно-геологическая оценка современных геологических процессов на Кавказском шельфе Черного моря с целью рационального освоения побережья.
15. *Ф.В. Котлов.* Город и геологическая среда, закономерности их взаимодействия.
16. *М.С. Захаров, В.Н. Крылов, А.В. Кузьмин, О.В. Боровик, Р.А. Микшис.* Инженерная геология и планирование городов (некоторые типичные проблемы городских территорий Северо-Запада СССР).
17. *Г.В. Джапаридзе, Д.В. Чхеидзе, Г.А. Чиковани.* Инженерная геология и вопросы перспективного строительства в Тбилиси.
18. *Л.Г. Балаев, И.Я. Богданов.* Инженерно-геологические исследования при мелиорации земель.
19. *С.Д. Воронкевич, Л.А. Евдокимова, В.А. Мымрин, Н.А. Ларионова, Е.Н. Огородникова.* Использование промышленных отходов для улучшения грунтов при различных видах строительства.
20. *В.С. Шибакова.* О возможности применения СВЧ-способа закрепления грунтов.
21. *В.В. Новожилов, М.С. Котова.* Охрана природных вод при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых.

ПРОБЛЕМА 14

Минералогия (отв. редактор *Д.С. Коржинский*). М., "Наука", 1976.

1. *В.С. Балицкий, Н.Н. Мозгова, Н.А. Озерова, Б.А. Дороговин, В.В. Комов.* Условия образования самородной сурьмы и антимонита и их срастаний в сурьмяных месторождениях (по анализу включений и экспериментальным данным).
2. *О.А. Богатиков, Р.В. Боярская.* Выявление неоднородности титано-магнетитов методами просвечивающейся и сканирующей электронной микроскопии.
3. *А.Г. Жабин.* Стереологические закономерности строения зернистого мономинерального агрегата, достигшего равновесия границ зерен.
4. *Д.В. Калинин, Н.Г. Стенина, Н.Д. Денискина.* Природные и синтетические амфиболовые асбесты (срастания, дислокационная структура, кинетика и механизм роста волокон, генезис).

5. *Н.Н. Мозгова.* Закономерные микросрастания как характерный признак гомологических рядов сульфосолей.
6. *А.П. Хомяков.* Типы закономерных срастаний минералов группы келдышита.
7. *Н.П. Юшкин, А.М. Асхабов, А.Ф. Куниц.* Регенерация деформированных кристаллов минералов (онтогенетические и кинетические аспекты).
8. *Ю.А. Долгов, Л.Ш. Базаров, И.Т. Бакуменко, Н.А. Гибшер, В.П. Чупин, Л.Ю. Чупина, С.А. Вишневский, Н.А. Шугурова.* Газово-жидкие и расплавные включения в минералах и их генетическое значение.
9. *А.И. Захарченко.* О переходах гранитных расплавов во флюиды, о их характере и металлоносности (по включениям в минералах).
10. *Ю.В. Казицын.* Элементы-примеси и включения в минералах измененных пород медно-молибденовых месторождений.
11. *Т.М. Сущевская, Н.Н. Баранова, С.В. Козеренко, В.Л. Барсуков.* Состав гидротермальных растворов, формировавших касситерит-сульфидное и золото-серебряное оруденение (по данным анализа включений).
12. *А.С. Марфунин, Л.В. Бершов.* Дефекты и электронно-дырочные центры в минералах.
13. *И.Я. Некрасов.* Фазовые соотношения в оловосодержащих сульфидных системах и их геологическая интерпретация.

ПРОБЛЕМА 15

Планетология (отв. редактор *А.П. Виноградов*). М., "Наука", 1976.

1. *А.А. Ярошевский.* Принцип планетной дифференциации и состав лунных пород.
2. *Л.С. Тарасов.* Основные петрохимические черты морских и материковых пород Луны.
3. *К.П. Флоренский, А.Т. Базилевский, Н.Н. Бобина, Г.А. Бурба, Н.Н. Гребенник, Р.О. Кузьмин, В.П. Полосухин, В.Д. Попович, А.А. Пронин.* Процессы преобразования поверхности Луны в районе Лемонье по результатам детального изучения на "Луноходе-2".
4. *Б.А. Окулесский.* К происхождению магнетизма Луны.
5. *О.Л. Кусков, Н.И. Хитаров.* Физико-химическое обоснование возможного состава ядра Земли и Венеры.
6. *О.И. Яковлев, А.И. Косолапов.* Испарение расплавов в вакууме.
7. *В.В. Козлов, Ю.Я. Кузнецов, Е.Л. Сулиди-Кондратьев.* Основные черты тектоники планет земной группы.
8. *К.П. Флоренский, А.Т. Базилевский, Р.О. Кузьмин, В.Д. Попович, А.А. Пронин.* Геологическое строение Эритрейского Моря на Марсе.
9. *А.Л. Суханов.* Особенности геологического строения участка Марса, заснятого автоматическими станциями "Марс".

ПРОБЛЕМА 16

Геологическая информация и математическая геология (отв. редактор *Д.А. Родинов*). М., "Недра", 1976.

Стратегия геологических поисков и разведки

1. *А.Н. Бугаец.* К формулировке некоторых принципов создания автоматизированных систем обработки информации для геологического прогнозирования.
2. *А.М. Марголин.* Приложение теории статистических решений к задачам оптимального планирования геологоразведочных работ.
3. *В.В. Овечкин, С.К. Сакоян.* Об одном методе количественного прогнозирования оруденения.
4. *Д.А. Родионов.* Формальная постановка задач геологического прогнозирования.

Случайные процессы

5. *А.Б. Вистелиус, М.Е. Демина, Б.П. Харламов.* Основная задача поисковой геохимии и палеогеографии по терригенным компонентам как задача о структуре случайных полей.
6. *Р.И. Коган, Ю.П. Белов, Н.В. Тимофеева.* Об устойчивости определения коэффициентов уравнения регрессии классической линейной модели для прогнозных геологических задач при условии случайности всех переменных.
7. *М.А. Романова.* Марковские свойства последовательностей зерен в редкометальных гранитах, их использование при поисковых работах и петрологических исследованиях.
8. *С.И. Романовский, Р.Э. Соловейчик.* Математическое моделирование процессов седиментогенеза.
9. *А.М. Шурыгин.* Решение геологоразведочных задач на модели условной случайной функции.

Геологическая информация

10. *Г.Б. Бокий.* О классификации минералов в связи с разработкой информационного языка.
11. *Н.Н. Поплавский, Б.П. Коротков.* Автоматизированная информационнопоисковая система модульного типа: опыт разработки и эксплуатации на геологических материалах.
12. *Г.С. Рыжков, Е.В. Кучерук.* Автоматизированная ИПС по геофизике и геохимии "Деслов" как пример решения вопроса совместимости систем дескрипторного типа.

13. *А.А. Ситнин, Ю.В. Попов.* Основные принципы и методы сбора, обработки, свертывания и распространения обзорной и реферативной информации.
14. *О.Б. Солдатов.* Основные принципы построения фактографической информационно-поисковой системы геологических данных.

Прочие проблемы

15. *И.И. Абрамович, И.Г. Клушин.* Математическая модель петрохимической эволюции геосинклинальных базальтоидов.
16. *В.А. Амелькин, Ю.А. Воронин.* Об эффективном представлении геологических данных нумерическими функциями.
17. *А.В. Долицкий.* Результаты анализа расположения палеогеографических и палеомагнитных полюсов.
18. *В.Г. Иванченко.* Моделирование пространственного распределения многокомпонентных геологических показателей методом обобщенного среднего.
19. *С.Н. Симков, М.Д. Белонин, В.М. Омелин, Ю.В. Подольский, И.В. Татаринов.* Автоматизированная система управления геологоразведочными работами на нефть и газ.

ПРОБЛЕМА 17

Геологическое образование и история геологии (отв. редактор *Г.П. Горшков*). М., "Наука", 1976.

1. *В.И. Оноприенко, А.С. Поваренных.* История геологии, методология и геологическая теория.
2. *Е.Е. Милановский.* Геологическая школа Московского университета и ее роль в развитии региональной геологии.
3. *В.А. Кудрявцев, К.П. Мельникова.* Формирование мерзлотоведения в СССР и преподавание этой дисциплины в Московском университете.
4. *И.И. Шафрановский.* Роль кристаллографии в истории преподавания геологических дисциплин.
5. *Д.П. Резвой.* К истокам учения о глубинных разломах.
6. *А.И. Равикович.* История основных идей в изучении органогенных построек.
7. *В.В. Добровольский.* Геология в средней школе и геологическая подготовка учителей биологии, химии и географии в педагогических институтах.
8. *В.Д. Войлошников, Б.Н. Гурский.* Преподавание геологии в педагогических институтах Украинской и Белорусской ССР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

УСТАВ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА (новый)

(Утвержден 16 августа 1976 г. Советом XXV сессии МГК, г. Сидней)

1. ЗАДАЧИ

1.1. Задачами Международного геологического конгресса являются:

1.1.1. Содействовать при поддержке и под руководством МСГН развитию общих и прикладных геологических знаний.

1.1.2. Созывать сессии геологов, на которых они могли бы обмениваться идеями и информацией.

1.1.3. Путем геологических дискуссий дать возможность (геологам) знакомиться с геологией в поле.

2. ЧЛЕНСТВО

2.1. Нет постоянного членства МГК. Зачисление в члены определенной сессии МГК производится Генеральным секретарем Оргкомитета данной секции.

2.2. Не требуется никакого утвержденного звания для принятия в члены МГК.

2.3. Обычно устанавливаются следующие группы членства: члены, сопровождающие члены, члены-студенты, члены не присутствующие. Членский взнос, права отдельных групп членов, как и уточнение определения член-студент, утверждаются организационным комитетом соответствующей сессии МГК.

3. СЕССИИ

3.1. Сессии конгресса обычно созываются каждые четыре года и участвуют в них только члены конгресса.

3.2. Каждая сессия длится от 7 до 10 дней и состоит как из научных, так и организационных заседаний.

3.3. Каждая сессия начинается и завершается Генеральной ассамблеей, первая из которых открывается президентом предшествующей сессии конгресса или его уполномоченным, который и передает председательское кресло своему преемнику, как только последний будет избран.

3.4. Международные организации, состоящие при МСГН, приглашаются, а другие геологические организации могут просить разрешения проводить свои научные и организационные заседания в составе сессии при условии согласия их с правилами, установленными организационным комитетом в отношении регистрационного взноса, расписания, публикаций и платы.

3.5. Организационные заседания планируются так, чтобы по возможности во времени они не совпадали бы с научными заседаниями.

4. ЭКСКУРСИИ

4.1. Каждой сессии предшествует и завершает ее ряд полевых экскурсий. Последние являются очень важной частью конгресса.

4.2. Экскурсии должны позволить членам конгресса ознакомиться с геологией и полезными ископаемыми страны, в которой происходит сессия.

4.3. Экскурсии являются открытыми для всех членом конгресса, но преимущество, при записи в них, предоставляется геологам удаленных стран, а также очередности поступления заявок.

4.4. Экскурсии организуются так, чтобы их стоимость была рациональна и приемлема как для членов, так и сопутствующих членов. Они проводятся под компетентным руководством, а показываемые особенности предварительно освещаются в путеводителях, выдаваемых участникам.

5. АДМИНИСТРАЦИЯ

5.1. Ввиду отсутствия постоянного членства или исполнительных органов Международного геологического конгресса ответственность за административную организацию сессий конгресса переходит от одного Организационного комитета к другому. Генеральный секретарь сессии передает генеральному секретарю Организационного комитета следующей сессии всю необходимую информацию и документацию. Постоянные интересы конгресса обеспечиваются, как только это возможно, Организационным комитетом следующей сессии конгресса, а в момент передачи они осуществляются Руководящим Комитетом (см. правила § 5. 8) предыдущей сессии и, если необходимо, МСГН.

5.2. Любая страна или группа стран, желающие пригласить к себе сессию конгресса, информируют о своем предложении действующий Организационный комитет. Приглашение о месте проведения следующей сессии рассматривается Советом, который передает свое решение на ратификацию Генеральной ассамблее сессии.

5.3. По окончании сессии, как это только возможно, страна, пригласившая следующую сессию конгресса, создает Организационный комитет и доводит до сведения геологической общественности о его адресе.

5.4. Во время сессии вопросы, которые не могут быты разрешены администрацией проходящей сессии, передаются в Организационный комитет.

5.5. Организационный комитет кроме изложенного выше ответствен за:

55.1. Подготовку программы будущей сессии конгресса при сотрудничестве с МСГН и его подразделениями, ее опубликование и распространение перед конгрессом возможным членам будущей сессии.

55.2. Организует экскурсии согласно правил § 4.

55.3. Приглашает руководство стран назвать делегатов в состав Совета.

55.4. Приглашает академии, геологические службы, международные и национальные геологические общества, университеты и другие соответствующие организации присылать на сессию своих представителей.

55.5. Составляет и широко распространяет циркуляры, касающиеся планов будущей сессии, и информацию о ней среди возможных членов.

55.6. Публикует к сессии резюме принятых к оглашению докладов, которые были присланы будущему генеральному секретарю в объявленные сроки.

55.7. Содействует публикации представленных работ, которые соответствуют научному стандарту.

55.8. Подготовляет и распространяет среди членов и заочных членов конгресса том основных трудов сессии после ее окончания, как только это представится возможным.

55.9. Обеспечивает помещениями и другими средствами научные и рабочие заседания, которые были включены в программу.

55.10. Назначает президента и генерального секретаря сессии и представляет их на утверждение первой Генеральной ассамблеи.

5.6. Порядок проведения и направление работ конгресса обсуждаются Советом, а его решения за исключением оговоренных в правиле 7, принятые простым большинством, утверждаются Генеральной ассамблеей.

5.7. Совет работает на всем протяжении сессии и состоит из членов исполнительного комитета, делегатов от всех стран, участвующих на сессии в числе соответствующей катего-

рии членства, соответствующей страны в МСГН, но страны, которые не являются членами МСГН, могут быть представлены одним делегатом, членом Исполкома МСГН, и также других членов сессии, которых Совет сочтет необходимым кооптировать. Все советники должны являться членами сессии и все советники могут участвовать в дискуссиях и голосовании на заседаниях Совета. Совет собирается во время сессии столь часто, сколь это необходимо, и председательствует на нем председатель Руководящего комитета.

5.8. Повестка заседаний Совета и Генеральной ассамблеи составляется Руководящим комитетом, который состоит из президента и генерального секретаря МСГН или их представителей, президента и генерального секретаря проходящей сессии конгресса* и Генерального секретаря предыдущего конгресса. Этот комитет решает также все спорные вопросы, которые не могут быть разрешены Советом, и может организовывать для этого необходимые комитеты. Председательствует на нем президент сессии* или его представитель с правом решающего голоса.

5.9. Генеральная ассамблея состоит из всех зарегистрированных членов сессии. Она решает все вопросы простым большинством голосов присутствующих голосующих членов. Генеральная ассамблея обычно собирается только перед началом и в конце каждой сессии, но может быть созвана по решению Совета и во время сессии.

5.10. Для обсуждения и последующего представления вопросов, касающихся организации Международного геологического конгресса, нуждающихся в международном сотрудничестве, Советом вне работы сессии могут создаваться специальные комитеты.

6. РАЗНОЕ

6.1. Конгресс может присуждать премии за выдающиеся работы в различных областях геологии.

7. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

7.1. Любое предложение по изменению устава конгресса:

71.1. Дожно быть представлено в письменной форме Генеральному секретарю Организационного комитета, по крайней мере за 9 месяцев до открытия сессии.

71.2. Генеральный секретарь Организационного комитета рассылает его всем Национальным комитетам геологов или Национальным представителям конгресса (и собирает их замечания).

71.3. Предложения и полученные на него замечания передаются на рассмотрение Совета и для апробации, должны собрать не менее 2/3 присутствующих и голосующих членов, а затем ратифицируются Генеральной ассамблеей той же сессии.

7.2. При интерпретации этих правил аутентичным считается английский текст.

---

* или Организационного комитета сессии на собраниях, проходящих перед первой Генеральной ассамблеей.

СОДЕРЖАНИЕ

А.В. Сидоренко, В.В. Меннер, Н.П. Лаверов, Г.Ф. Крашенинников, И.М. Варенцов. XXV сессии Международного геологического конгресса 5

Проблемы геологии и полезных ископаемых

Е.М. Лазько. Проблемы геологии раннего докембрия 15
И.Н. Крылов. Верхний докембрий 20
В.В. Меннер. Верхний докембрий и нижний палеозой Южной Австралии 26
А.Л. Цагарели. Вопросы стратиграфии 34
В.А. Вахрамеев. Вопросы палеобиогеографии 43
И.О. Мурдмаа. Морская геология 49
Г.Ф. Крашенинников. Литология и некоторые вопросы ее современного развития 52
А.В. Пейве, В.Е. Хаин, А.Л. Книппер. Вопросы тектоники 61
В.А. Магницкий. Основные вопросы геофизики 66
А.А. Трофимук, Н.А. Еременко. Проблемы геологии нефти и газа 69
И.М. Варенцов. Геология и геохимия марганца 74
В.Л. Барсуков, А.И. Тугаринов. Геохимия 77
Ф.В. Чухров. Минералогия 80
О.А. Богатиков, Н.Н. Перцев. Петрология 86
В.А. Жариков. Экспериментальные исследования в области минералогии, петрологии, геохимии и учения о рудных месторождениях 96
В.И. Смирнов. Геология и генезис рудных месторождений 103
А.А. Ковалев. Новая глобальная тектоника и металлогения 115
К.В. Никифорова. Проблемы четвертичной геологии 125
Е.М. Сергеев, В.С. Шибакова. Современные проблемы инженерной геологии 130
А.Н. Бугаец. Геологическая информация и математическая геология 133
Ю.К. Бурлин, Г.Ф. Крашенинников, В.В. Тихомиров. Геологическое образование и история геологических знаний 151

Геологические карты

А.И. Жамойда, В.П. Колчанов, Г.Я. Никифорова. Достижения и проблемы геологической картографии 156

Полезные ископаемые

Н.П. Лаверов. Важнейшие урановые месторождения Австралии (геология и генетические особенности) 166
Д.В. Рундквист, В.К. Денисенко. Оловянные и вольфрамовые месторождения Австралии (геология и закономерности размещения) 213
В.М. Моралев. Сульфидные руды никеля 240
И.Н. Томсон, Б.М. Шмакин. Геологическое строение и рудные месторождения района Маунт Айза и Мэри Кетлин 252

Международные геологические организации

В.В. Меннер, И.М. Варенцов. Международный союз геологических наук (МСГН) . . 267
В.В. Меннер. Международная стратиграфическая комиссия 274
Н.А. Богданов. Международная программа геологической корреляции (МПГК) . . 286
Е.В. Артюшков. Современное состояние Международного геодинамического проекта и перспективы его развития 293

Приложения

Приложение 1. Представительство стран на XXV сессии Международного геологического конгресса 298
Приложение 2. Состав советской делегации на XXV сессии МГК 299
Приложение 3. Перечень основных экскурсий XXV сессии МГК в Австралии . . . . . –
Приложение 4. Доклады советских геологов к XXV сессии МГК, опубликованные Национальным комитетом геологов СССР 301
Приложение 5. Устав Международного геологического конгресса 309

CONTENTS

A.V. Sidorenko, V.V. Menner, N.P. Laverov, I.M. Varentsov, G.F. Krasheninnikov. The 25th Session of the International Geological Congress 5

Problems of geology and mineral deposits

E.M. Lazko. Problems of early Precambrian : 15
I.N. Krylov. Late Precambrian. 20
V.V. Menner. Late Precambrian and early Paleozoic of South Australia 26
A.L. Tsagarely. Problems of stratigraphy. 34
V.A. Vakhrameev. Problems of paleobiogeography 43
I.O. Murdmaa. Marine geology. 49
G.F. Krasheninnikov. Litology and some modern problems of its development. 52
A.V. Peive, V.E. Khain, A.L. Knipper. Problems of tectonics 61
V.A. Magnitsky. Major problems of geophysics 66
A.A. Trofimuk, N.A. Eremenko. Problems of oil and gas 69
I.M. Varentsov. Geology and geochemistry of manganese 74
V.L. Barsukov, A.I. Tugarinov. Geochemistry 77
F.V. Chukhrov. Mineralogy. 80
O.A. Bogatikov, N.N. Pertsev. Petrology 86
V.A. Zharikov. Experimental researches in mineralogy, petrology, geochemistry and mineral deposits 96
V.I. Smirnov. Geology and genesis of ore deposits 103
A.A. Kovalev. New global tectonics and metallogeny 105
K.V. Nikiforova. Problems of Quaternary geology 125
E.M. Sergeev, V.S. Shibakova. Modern problems of engineering geology. 130
A.N. Bugaets. Geological information and mathematical geology 133
Yu.K. Burlin, G.F. Krasheninnikov, V.V. Tikhomirov. Geological educatinn and the development of geological knowledge. 151

Geological maps

A.I. Zhamoida, V.P. Kolchanov, G.Ya. Nikiforova. Achievments and problems of geological mapping (Commission for Geological Map of the World and the Exibition of maps at the Congress) 156

Mineral deposits of Australia

N.P. Laverov. Major uranium deposits of Australia 166
D.V. Rundkwist, V.K. Denisenko. Tin-tungsten deposits of Australia. 213
V.M. Moralev. Sulphide nickel deposits. 240
I.N. Thomson, B.M. Shmakin. Geological structure and ore deposits of Mount Isa – Mary Kathleen 252

International geological organizations

V.V. Menner. J.M. Varentsov. Intrenational Union of Geological Sciences (IUGS) 267
V.V. Menner. Intrenational Commission on Stratigraphy 274
N.A. Bogdanov. The International Geological Correlational Programme (IGCP) 286
E.V. Artushkov. The present state of the Geodynamic Project and perspectives of its futher development 293

Appendixs

Appendix I. Countries representation at the 25th International Geological Gongres . 298
Appendix II. A list of Soviet delegation at the 25th International Geological Congress 299
Appendix III. A list of the main excursions during the 25th International Geological Gongres . . . . . –
Appendix IV. Reports of Soviet geologists published by the national Committee of USSR Geologists 301
Appendix V. Statutes of International Geological Congress 309

УДК 550.70

XXV сессия Международного геологического конгресса. А.В. Сидоренко, В.В. Меннер, Н.П. Лаверов, И.М. Варенцов, Ф. Крашенинников. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Статья представляет собой обзор деятельности основных научных секций конгресса. Приведен краткий анализ важнейших докладов, обсуждавшихся на заседаниях этих секций по проблемам: геология докембрия, петрология, тектоника и структурная геология, месторождения полезных ископаемых, стратиграфия и седиментология, палеонтология, геофизика, геохимия, четвертичная геология, инженерная геология, минералогия, геологическое образование и история геологии, геологическая информация и математическая геология. Существенной частью работы XXV МГК были полевые геологические экскурсии. Приведены краткие данные об участии советских ученых в этих экскурсиях и их результативность. Авторы пришли к выводу о том, что советские ученые внесли существенный вклад как в работу XXV МГК, так и в мировую геологическую науку, что способствовало укреплению позиций отечественной геологии.

Илл. 4. Библ. 2 назв.

УДК 551.71–72 (71,94; 540)

Проблемы геологии раннего докембрия. Е.М. Лазько. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье кратко характеризуется содержание важнейших докладов, заслушанных на Секции I "Геология докембрия" (Подсекция 1А "Эволюция архейских областей"). Большое внимание уделено сообщениям, посвященным Йилгарнскому блоку западноавстралийского щита, так как именно они содержали особенно интересную новую информацию. Подчеркивается, что главное внимание в докладах сосредоточено на проблеме зеленокаменных и гранито-гнейсовых поясов, их составе, строении, возрасте, условиях образования, а также их соотношениях в пространстве и времени.

Илл. 1. Библ. 16 назв.

УДК 551.72+550.72+561.232

Верхний докембрий. И.Н. Крылов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

На заседаниях конгресса рассматривались вопросы стратиграфии верхнего докембрия различных регионов Австралии, Скалистых гор США, Северной Африки и СССР и обсуждались методы расчленения и корреляции этих толщ. Работа Подсекции "Жизнь в докембрии" посвящена преимущественно микрофоссилиям и в меньшей степени строматолитам. Рассматривались методики изучения этих остатков, их распространение в разрезах различных континентов, возможное стратиграфическое значение и биологическая интерпретация. Различие строматолитов и микрофоссилий на различных стратиграфических уровнях в докембрии и намечающиеся рубежи на границах рифейских фитем прослежены в верхнепротерозойских толщах различных континентов. Обсуждались проблемы эволюции докембрийских водорослей и бактерий и возможное время появления эукариотных организмов. Рассматривались некоторые биологические аспекты осадочного рудонакопления в докембрии, а также проблемы распределения органических соединений в толщах, содержащих микрофоссилии.

УДК 551.71+551.73 (94)

Верхний докембрий и нижний палеозой Южной Австралии. В.В. Меннер. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье освещаются вопросы стратиграфии верхнего докембрия и нижнего палеозоя южных районов Австралии. Развитые здесь осадочные толщи докембрия в верхней своей части вмещают остатки эдиакарской фауны, а в нижней – горизонты тиллитов и строматолитовых известняков. Наличие перекрывающих кембрийских толщ позволяет искать решение проблемы пограничных отложений кембрия и докембрия.

Илл. 6. Библ. 8 назв.

УДК 551.7

Вопросы стратиграфии. А.Л. Цагарели. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье рассмотрены доклады стратиграфического содержания, представленные на XXV МГК. Стратиграфией формально занималась Секция 6А "Биостратиграфия". Но одновременно большинство докладов, представленных на Секции 7 "Палеонтология", также касались стратиграфических вопросов. Всего было 38 докладов стратиграфическо-

го характера. Тематика докладов разнообразна и не все они обсуждали биостратиграфию. Все доклады по содержанию можно разделить на пять групп. Общие проблемы стратиграфии обсуждались в пяти докладах, проблемы границ – в пяти, методы – в трех, региональная стратиграфия – в десяти и фации и палеогеография – в пятнадцати. В статье дается краткий анализ всех докладов и в конце сделаны выводы о некоторых современных тенденциях в стратиграфии.

УДК 551.807:551.7

Вопросы палеобиогеографии. В.А. Вахрамеев. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье кратко рассматривается содержание многих докладов, заслушанных на палеонтологической секции XXV сессии Международного геологического конгресса (Сидней), посвященной в основном вопросам биогеографии. Сделанные доклады освещали закономерности распространения тех или иных групп организмов, или всей совокупности фауны, или флоры в пределах крупных регионов, а иногда и целых континентов. Много внимания обращалось на реконструкцию климатов и их изменении во времени. Для объяснения расположения климатических поясов в прошлом привлекались мобилистические реконструкции. Рассматривались преимущественно территории Австралии, Антарктиды и Северной Америки, редко Азии. Доклады касались преимущественно ордовикского, пермского, мелового, палеогенового и неогенового времени. Большое внимание ордовику и перми уделялось в связи с тем, что именно к ним были приурочены крупные климатические колебания, приведшие к оледенениям.

УДК 551.35

Морская геология. И.О. Мурдмаа. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Проблемы морской геологии рассматривались на ряде секций и симпозиумов XXV сессии Международного геологического конгресса. Работали секция "Морская геология" и четыре симпозиума по этой тематике. Основное внимание уделялось океанским железомарганцевым конкрециям и металлоносным осадкам срединных хребтов, палеогеографическим построениям, основанным на принципах новой глобальной тектоники и данных глубоководного бурения. Наметилась тесная связь морской геологии с геологией континентов.

УДК 551.3.051

Литология на XXV сессии МГК и некоторые общие вопросы ее современного развития. Г.Ф. Крашенинников. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

На XXV сессии МГК вопросы литологического профиля обсуждались на ряде секций и симпозиумов, а также во время геологических экскурсий. Широта охвата литологических проблем объясняется главным образом большой и все возрастающей потребностью в различных видах минерального сырья, имеющих осадочное происхождение или связанных с осадочным процессом. Особенно широко проблемы литологии обсуждались на секциях 4А, 4В, 6В, заседавшей совместно с секцией 8, 12 и симпозиумах 104.2, 104.3, 106.2, 106.3, 106.4 и др. Основное направление обсуждения и содержание многих докладов посвящено генетическим аспектам формирования осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых, что особенно важно для правильного направления поисковых и разведочных работ. Можно считать, что генетический подход к исследованию комплексов осадочных пород (осадочных формаций, в понимании геологов Советского Союза) будет одним из главных направлений развития литологии в ближайшие годы. Целесообразно поставить специальное обсуждение этой проблемы на XXVI сессии МГК.

Илл. 4. Библ. 6 назв.

УДК 551.242

Вопросы тектоники. А.В. Пейве, В.Е. Хаин, А.Л. Книппер. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Анализ тезисов докладов и самих докладов на XXV сессии МГК показывает, что в современной тектонике преобладают идеи неомобилизма в его плейт-тектоническом варианте. Рассмотрены основные направления тектонических исследований в докембрийских и фанерозойских складчатых областях, а также некоторые новые гипотезы образования континентов и океанов. Показано, что многие исследования в настоящее время обращены в сторону регионально-геологической тематики в ущерб исследования океанов.

УДК 550.311; 550.83

Основные вопросы геофизики. В.А. Магницкий. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Рассмотрено основное содержание докладов по подсекциям общей и разведочной геофизики на XXV сессии МГК. Приводятся сведения о наиболее интересной аппаратуре, представленной на сессии, и о геофизических материалах. Делается краткая оценка уровня геофизических исследований в Австралии.

УДК 553.98.061.3

Проблемы геологии нефти и газа. А.А. Трофимук, Н.А. Еременко. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Основными вопросами, которые предполагалось рассмотреть на 5 секции конгресса "Горючие ископаемые", были: химия и геохимия нефти, угля и карбонатного вещества в породах в зависимости от условия осадконакопления, последующего уплотнения, воздействия тектонических и термальных факторов; влияние исходного органического вещества на генерацию углеводородов, региональное соотношение нефтяных и угольных месторождений; происхождение нефтяных сланцев.
Табл. 1.

УДК 553.32+550.4

Геология и геохимия марганца. М.И. Варенцов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Краткий обзор работы второго Симпозиума по геологии и геохимии марганца и его секций. Геология месторождений марганца на континентах; Геохимия и минералогия марганца и Марганец на дне современных океанов. Отмечается важность подготовки к изданию в 1977 г. Международной монографии по геологии и геохимии марганца.

УДК 550.4

Геохимия. В.Л. Барсуков, А.И. Тугаринов. – В кн.. Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979

В статье рассмотрены два вопроса из числа многих геохимического плана, поднятых на XXV сессии МГК. Первый вопрос о геохимических индикаторах происхождения древних толщ архея является весьма актуальным в связи с дискуссией о времени становления континентальных сиалических глыб. Резкое обогащение древнейших формаций континентов магнием, никелем, хромом, иттриевыми землями при резком обеднении их калием, рубидием, а также специфическим отношением в них $^{87}Sr/^{86}Sr$, равным 0,701, является свидетельством более раннего генезиса этих ядер континентов, нежели более молодых территорий. Второй вопрос, привлекший не меньшее внимание слушателей, был вопрос о происхождении стратиформных свинцово-цинковых медных залежей. Согласно господствующему мнению, изложенному в многочисленных сообщениях, отстаивалась точка зрения об исходносингенетичном их генезисе. В качестве доказательства этого приводились данные о содержании в подобных месторождениях ^{34}Sr, специфической зональности этих месторождений, приуроченности их к определенным формациям, температурах и образования и т.д. Во всех случаях отмечалась роль последующего метаморфизма и неясность характера источника металлов, привносимых в бассейн седиментации.

УДК 006.3:549

Минералогия. Ф.В. Чухров. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Доклады, представленные на общее собрание ММА, прежде всего свидетельствуют о дальнейшем расширении возможностей изучения кристаллической структуры минералов, их конституции и свойств благодаря появлению более совершенных приборов. Вместе с тем несомненно усиление внимания к экспериментальным исследованиям, создающим важную основу для все более обоснованных выводов о генезисе минералов. Быстрыми темпами идет накопление новых данных о минералах, представляющих интерес для широкого круга специалистов. Усиливается роль минералогии в разработке вопросов образования руд и их отдельных минералов. Непрерывно развивается прикладная минералогия; растет интерес к минералам – драгоценным и поделочным камням. Все более необходимыми становятся детальные минералогические исследования для разработки эффективных схем переработки руд.

УДК 552

Петрология. О.А. Богатиков, Н.Н. Перцев. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Рассмотрены доклады петрографического направления. В рассмотренных докладах освещены различные аспекты магматизма и металлогении островных дуг, состава, типа и места вулканической деятельности во времени и пространстве на островных дугах, генезис магм и магматических рудных месторождений.

УДК 549.0+552.0+553.0

Экспериментальные исследования в области минералогии, петрологии, геохимии и учения о рудных месторождениях. В.А. Жариков. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье охарактеризованы результаты экспериментальных исследований, содержащиеся в докладах, представленных на XXV сессии МГК. Главное внимание привлекли доклады по экспериментальному освещению крайних условий метаморфизма (специальный симпозиум 102.2 комиссии по экспериментальной петрологии) и эксперименты по плавлению и фазовым переходам при сверхвысоких давлениях.

УДК 553.06+553.3/9:55

Геология и генезис рудных месторождений. В.И. Смирнов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Наибольшее внимание в области геологии рудных месторождений на конгрессе привлечено к проблеме стратиформных месторождений. Формирование этих месторождений прослеживается на всей истории развития земной коры от архея до позднего квартера. Приводятся также сведения о месторождениях коры выветривания, о россыпях, о месторождениях урана и марганца, о глобальной металлогении, об экспериментах в области рудообразования. Описываются типичные месторождения железа, никеля, свинца и цинка, золота и бокситов.

Илл. 5.

УДК 551.24+553.078 : 55.061.3 (100)

Новая глобальная тектоника и металлогения. А.А. Ковалев. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье дан обзор сообщений по проблеме "Новая глобальная тектоника и металлогения", рассмотренных на тектонических и металлогенических симпозиумах XXV сессии МГК. Сообщается о результатах применения созданных мобилистских геодинамических моделей для расшифровки эволюции и глубинного строения некоторых важных регионов на разных континентах и в переходных зонах от океанов к континентам, об использовании этих моделей для объяснения известных закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых и более правильного понимания условий их формирования.

УДК 551.79

Проблемы четвертичной геологии. К.В. Никифорова. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Тематика секции 12 "Четвертичная геология" определялась тремя основными направлениями: геологический эффект позднекайнозойских климатов; процессы латеритного выветривания и история Индо-Пасификского региона. Всего заслушано 37 докладов, наибольшее число которых (14) принадлежало австралийским ученым; 5 докладов представили ученые Канады; ученые других стран сделали 1–3 сообщения от каждой страны. Это обстоятельство не позволяет дать оценку общего уровня развития данной отрасли науки в настоящее время. Большое внимание уделяется в настоящее время выявлению климатических колебаний в течение неогена и антропогена и их роль в развитии тех или иных геологических явлений и событий, а также тектоническим проявлениям и эвстатическим колебаниям уровня моря. Многие геологические события трактуются с позиции тектоники плит.

УДК 528.913

Современные проблемы инженерной геологии. Е.М. Сергеев, В.С. Шибакова. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Секция инженерной геологии работала на конгрессе по проблеме "Вклад геологии в охрану окружающей среды". Рассматривался широкий круг вопросов в связи с планированием и рациональным использованием геологической среды при различных видах промышленного, гражданского и гидротехнического строительства; захоронением отходов (химических, биологических, радиоактивных), восстановлением территорий, нарушенных горными выработками и развитием гравитационных процессов на склонах, а также проблемы инженерно-геологического картирования в аспекте рационального использования и охраны геологической среды.

УДК 55+51 : 061.3 (100) (047)

Проблемы геологической информации и математической геологии. А.Н. Бугаец. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье дается обзор докладов по обработке геологической информации и математической геологии, представленных на секции 16 и симпозиумах 116.1–116.3 XXV сессии МГК. Рассматриваются доклады секции 16А "Проблемы геологической информации и систем обработки данных", секции 16В "Математическая геология", симпозиума 116.1 (семинар для развивающихся стран по обработке геологической информации), симпозиума 116.2 ("Случайные процессы в геологии") и симпозиума 116.3 ("Количественная стратегия поисков и разведки месторождений"). Приводятся материалы по ряду систем хранения, поиска и обработки геологических данных США и Австралии.

УДК (091) (7+94+47+57)

Геологическое образование и история геологических знаний. Ю.К. Бурлин, Г.Ф. Крашенинников, В.В. Тихомиров. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

На заседании секции 17А заслушано 11 докладов, посвященных вопросам подготовки геологов в различных странах и ряду принципиальных сторон геологического образования. Обсуждались возможности использования математических методов в преподавании геологических дисциплин и подчеркивались перспективы применения ЭВМ для комплексной оценки месторождений полезных ископаемых. На симпозиуме 117.2 заслушано 12 докладов по различным вопросам истории геологических знаний.

УДК 550.8:528 [100]

Достижения и проблемы геологической картографии. А.И. Жамойда, В.П. Колчанов, Г.Я. Никифорова. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Рассматриваются наиболее интересные карты геологического содержания, изданные в 1972–1976 гг. и демонстрировавшиеся на выставке геологических карт во время XXV сессии Международного геологического конгресса. В выставке приняли участие 13 стран (наиболее интересными были экспозиции Австралии, СССР, Италии, Франции, Великобритании и США), ЮНЕСКО и Тихоокеанского совета по энергетическим и минеральным ресурсам. Анализ представленных карт выявляет ряд назревших проблем геологической картографии.

Илл. 1. Библ. 4 назв.

УДК 553.495 (94)

Важнейшие урановые месторождения Австралии (геология и генетические особенности). Н.П. Лаверов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье дан обзор главнейших урановых месторождений Западной, Северной Австралии и Квинсленда. В пределах каждого региона рассматривается геологическое строение, возможный генезис и закономерности размещения крупных месторождений урана. По некоторым месторождениям приводятся данные о минеральном составе руд и литологических особенностях вмещающих пород. Составлена таблица распределения разведанных запасов урана по важнейшим рудным районам и месторождениям.

Илл. 25. Табл. 1. Библ. 26 назв.

УДК 553.45+553.463 (94)

Оловянные и вольфрамовые месторождения Австралии (геология и закономерности размещения). Д.В. Рундквист, В.К. Денисенко. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Рассмотрены особенности состава, строения и геологических условий проявления оловянных и вольфрамовых месторождений, развитых в пределах архейско-протерозойского щита и в Восточно-Австралийском фанерозойском складчатом поясе. Отмечены главнейшие черты отличия минерализации, проявляющейся в двух указанных разнотипных геолого-тектонических обстановках. Подробно охарактеризованы 18 оловянных и вольфрамовых месторождений различных формационных типов.

Илл. 15. Библ. 21 назв.

УДК 552.313+553.489 (94)

Сульфидные руды никеля. В.М. Моралев. – В кн.: Проблемы геологии на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Месторождения сульфидных никелевых руд, выявленных в последние годы в пределах щита Йилгарн, связаны с архейскими толщами вулканических пород основного и ультра-

основного состава, входящими в комплексы зеленокаменных поясов. Рудная минерализация обнаруживает четкую стратиграфическую приуроченность к толще перидотитовых и базальтовых коматиитов, подстилаемых и перекрываемых толеитовыми метабазальтами. Массивные и вкрапленные сульфидные руды локализуются в основании и нижних горизонтах толщи коматиитов и рассматриваются как продукты подводных излияний высокотемпературной магмы ультраосновного состава, разделившейся на сульфидный, смешанный и силикатный расплавы.

Илл. 6. Табл. 5. Библ. 6 назв.

УДК 553.44/446:55 (1/9) (94)

Геологическое строение и рудные месторождения района Маунт-Айза и Мэри Кетлин. И.Н. Томсон, Б.М. Шмакин. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье дано описание геологического строения Квинсленда: медного и свинцово-цинково-серебряного Маунт-Айза и уранового месторождения Мэри Кетлин. Протерозойские толщи района относятся скорее к формациям платформенного чехла, который в отличие от сопредельных территорий изобилует горизонтами вулканитов, прорван интрузиями и отличается более сильными дислокациями. Необычным является слабый метаморфизм протерозойских толщ. Крупнейшее в мире полиметаллическое стратиформное месторождение Маун-Айза сформировалось, в два этапа, причем послойные тела свинцово-цинково-серебряных руд практически не прослеживаются.

Илл. 8. Табл. 1. Библ. 6 назв.

УДК 550.70

Международный союз геологических наук (МСГН). В.В. Меннер, И.М. Варенцов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье кратко излагаются итоги совещаний, проведенных во время работы XXV сессии МГК. Рассмотрены организационные вопросы, приведены результаты выборов Исполкома союза на 1976–1980 гг. Даются краткие данные о работе ряда подразделений МСГН.

УДК 550.70

Международная стратиграфическая комиссия. В.В. Меннер. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В статье подводятся итоги деятельности Международной стратиграфической комиссии (МСК) за последний четырехлетний период (1972–1976 гг.). Дается анализ последних работ всех подразделений комиссии и намечены перспективы их дальнейшей деятельности. Также подведены итоги двух пленарных заседаний МСК, проходивших во время XXV сессии Международного геологического конгресса в Австралии.

УДК 550.84

Международная программа геологической корреляции (МПГК). Н.А. Богданов. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

В Сиднее на Международном геологическом конгрессе значительная часть специальных симпозиумов посвящена проблемам, изучением которых занимаются проекты МПГК. Дается анализ работы таких симпозиумов, как "Аспекты структурного положения офиолитов", "Глобальные эпохи тектогенеза", "Тектоника и магматизм раннего архея" и "Граница докембрия-кембрия". Подчеркивается большое научное значение специальных работ, проводимых по проектам Международной программы геологической корреляции, и расширение рамок МГК.

УДК 550.31.551.24

Современное состояние Международного геодинамического проекта и основные перспективы его дальнейшего развития. Е.В. Артюшков. – В кн.: Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1979.

Международный геодинамический проект объединяет усилия работающих в разных странах ученых различных специальностей для изучения протекающих в твердой Земле динамических процессов и их физико-химической природы. Рассмотрены формы осуществления Проекта, основные научные результаты, полученные за время его действия, участия в нем советских ученых.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
НА XXV СЕССИИ МГК

Утверждено к печати
Геологическим институтом АН СССР

Редактор *Г.Х. Ян*
Редактор издательства *И.А. Клинцова*
Художник *М.Р. Ибрагимов*
Художественный редактор *С.А. Литвак*
Технический редактор *Л.В. Русская*

ИБ № 16059

Подписано к печати 26.03.79. Т – 02695
Формат 70x108 1/16. Бумага офсетная № 1
Усл.печ.л. 28,0+0,4 вкл. Уч.-изд.л. 31,4
Тираж 1 050 экз. Тип. зак. 936.
Цена 5р. 20к.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7,
Москва, В-485, Профсоюзная ул., д. 90;

Ордена Трудового Красного Знамени
1-я типография издательства "Наука",
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

5 р. 20 к.

5591