

Д. н.-м. н. РАКИШЕВ Б.М.

## О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКЕ

### 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

**Введение.** Современная геология – это сложный комплекс наук о земной коре и более глубоких сферах Земли, о составе, строении, движениях и истории развития земной коры и размещении в ней полезных ископаемых.

Значение геологической науки для хозяйственной деятельности человека неуклонно возрастает по мере вовлечения в эту деятельность все новых и новых видов полезных ископаемых – от угля до урановой руды и редких элементов. Увеличение численности населения в мире и научно-техническая революция вызвали резкий рост потребления минерального сырья с расширением перечня используемых минералов и металлов.

Для решения важнейших задач геологии – нахождения залежей минерального сырья – успешно применяются геофизические и геохимические методы, глубокое бурение, аэрофотосъемка, а в самое последнее время и наблюдения с искусственных спутников Земли.

Хорошая геологическая изученность математиков дала возможность составить кроме обычных геологических карт тектонические и металлогенические карты. Тектонические карты отражают историю различных геологических структур, а на металлогенических выделены крупные районы распространения определенных видов полезных ископаемых. Размещение залежей полезных ископаемых подчинено строго определенным закономерностям, поэтому появилась возможность уверенно направлять работы по поиску залежей не только близ приповерхности земной коры, но и в ее глубинах.

Большие достижения прикладной геологии в значительной мере объясняются успехами теоретической мысли, всегда направлявшей геолого-поисковые работы.

#### 1.1. Наиболее перспективные направления развития современной геологической науки

Наиболее важными направлениями геологической науки, находящимися сейчас в центре внимания и имеющими шансы оставаться приоритетными в ближайшем будущем являются:

**1.1.1. Стратиграфия** (в широком смысле, включая и геохронологию в “абсолютных”, как когда-то говорили, цифрах) остается необходимым элементом практически любого геологического исследования, которая, во-первых, обеспечивает геологов координатой времени, без чего изучение любого процесса не может быть полноценным, во-вторых, позволяет проводить корреляцию объектов и событий, делая возможным переход от изучения локальных закономерностей к построению общих моделей, вплоть до глобальных.

В настоящее время определились и будут усиливаться два приоритетных направления работ в стратиграфии:

- перенос акцента с изучения стратиграфических объемов на изучение стратиграфических границ;

- развитие (наряду с биостратиграфией и изотопной геохронологией), химических и физических методов, в первую очередь, хемостратиграфии, основанной на изотопной геохимии.

Если главным объектом исследования раньше были стратиграфические подразделения различного ранга (ярусы, зоны и пр.), представленные толщами горных пород и закрепляемые стратотипами (стратотипическими разрезами), то в настоящее время приоритеты смешаются на изучение границ подразделений, в частности, на установление стратотипов границ. Наблюдается тенденция рассматривания именно границ в качестве опорных элементов международных и межрегиональных стратиграфических шкал, что делает главной задачей получение максимально полных возрастных и иных характеристик границ.

Такие работы проводятся и в Казахстане. На базе Института геологических наук им. К.И. Сатпаева в 2009 г. разрабатывается предложение о принятии нижней границы потенциального сузакского яруса в разрезе Кыршабакты в Малом Карагату (Южный Казахстан) как глобального стратотипа границы 9-го яруса фуронгского отдела кембрийской системы. Для принятия решения по этому вопросу с 25 августа по 1 сентября 2009 г. в Алматы и в горах Карагату прошла 14-ая международная конференция и полевая экскурсия рабочей группы по ярусному расчленению верхнего кембрия.

Важное значение в мировой науке приобретает хемостратиграфия, центральным звеном в которой служит изотопная геохимия.

**1.1.2. Литология.** В литологии на одно из первых мест следует поместить изучение литогенеза, понимая под ним процессы эпигенетического и последующего, вплоть до ранних стадий метаморфизма, преобразования вещества осадочных (и вулканических) пород в условиях, соответствующих разным геодинамическим обстановкам (режимам) и типам коры. Эта область исследований имеет не только научное значение – как источник сведений о процессах в различных глубинных горизонтах и об их взаимодействии между собой и с породами осадочного чехла (в особенности о поведении водно-флюидной фазы), но играет большую роль также в решении практических вопросов, касающихся перераспределения вещества и образования вторичных концентраций “полезных” компонентов и формирования месторождений.

**1.1.3. Седиментология.** Развитие седиментологии связано с совершенствованием методов реконструкции обстановок седиментации в прошлом по данным литологии и геохимии и с опорой на знание закономерностей современного осадконакопления. Второе перспективное направление в седиментологии, которое может привести в ближайшем будущем к интересным новым разработкам – это изучение взаимодействия абиотических и биотических (биосферных, биогеохимических) процессов. Интерес к их взаимодействию распространяется отчасти и на литогенез (главным образом, на начальные его стадии).

В связи со сказанным выше следует заметить, что не только в рамках интересов седиментологии, но и вообще особое внимание привлека-

ет биосфера составляющая геологических процессов, имеющая многообразные аспекты. В круг особенно важных проблем попадают исследования, направленные на изучение взаимодействия биоты (и в первую очередь, человека с его техногенной деятельностью) и абиотической среды, (включая сюда всю сумму экзогенных и эндогенных процессов). Первостепенная прикладная цель таких исследований состоит в выяснении рекреативных возможностей природы и определения тех пределов, до которых она способна выдерживать техногенные и антропогенные нагрузки, адаптироваться к ним без необратимых изменений. Результаты таких исследований должны, в частности, составлять базу для геоэкологических исследований и разработки экологических сценариев. Надо изучать осадочные бассейны и специфику их минерагенической специализации.

**1.1.4. Минералогия.** Минералогия развивалась в тесной связи с потребностями практики горного дела и геологоразведочной службы. Задачи, поставленные правительством РК перед геологической наукой по развитию минерально-сырьевой базы Казахстана, предъявляют к минералогическим исследованиям особые требования, связанные с необходимостью наиболее полной комплексной отработки месторождений с максимальным извлечением всех полезных компонентов, вовлечением в промышленность новых видов сырья, повышением эффективности геологоразведочных работ.

Эти задачи определяют пути развития самой минералогии, в которой под влиянием бурноразвивающихся смежных наук (физики твердого тела, кристаллохимии, физической химии и др.) происходят глубокие внутренние изменения.

**1.1.5. Наноминералогия.** Это одно из перспективных направлений в минералогии. Широкое внедрение новейших методов исследования (нанотехнологий, компьютеризации и многих других методов) позволило выявить многие специфические особенности минералов, встречающихся в различных генетических типах месторождений. Одни и те же минералы, возникающие в различных физико-химических условиях, отличаются своей микронеоднородностью, наличием разных элементов-примесей, газово-жидких и твердых включений, дефектов, дислокаций, появлением определенной структурной разупорядо-

ченности и развитием явлений полиморфизма. Современные методы исследования позволяют выявлять эти тончайшие различия в составе, структуре и свойствах минералов, что открывает широчайшие перспективы перед минералогами и позволяет решать принципиально новые задачи. В частности, минералогические исследования могут существенным образом влиять на повышение эффективности проведения геологоразведочных работ так же, как и на интенсификацию работ горнорудной промышленности.

Под термином «наноминералогия» понимают совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность изучать минералы с размерами менее 100 нм в диапазоне размеров атомов, молекул и надмолекулярных образований. Особую значимость эти исследования приобрели в последние годы в связи с необходимостью выделения в минеральном сырье доли микро- и ультрадисперсных руд. Например, данные о генезисе наночастиц самородных металлов в природных образованиях могут быть использованы теперь при разработке новых низкоэнергозатратных металлургических процессов.

В течение последних лет в связи с исчерпанностью легкодобываемых месторождений, менялось и качество руд – на смену крупнозернистым все больше приходят труднообогатимые, тонкозернистые, вплоть до эмульсионных руд. Вовлечение в переработку таких руд требует разработки новых технологий их обогащения, создания новых наноразмерных коллекторов и ультрафлотационной аппаратуры, позволяющих интенсифицировать процесс обогащения минерального сырья.

В настоящее время имеет место бурное развитие нанотехнологий в мире, а уровень развития наноиндустрии в Казахстане можно охарактеризовать как начальный.

**1.1.6. Осадочные бассейны.** Комплексное, первостепенной научной и практической важности направление внутриплитной тектоники является (и останется приоритетным) изучение осадочных бассейнов (ОБ). Оно опирается на следующие связанные между собой положения:

- Объектом изучения становится не только осадочное выполнение осадочных бассейнов, но и вся толща коры под бассейном.

- ОБ представляют собой динамичные объекты, находящиеся в развитии и видоизменении; в

них постоянно идет преобразование структуры и вещественного состава ранее накопившихся пород.

- Все процессы в ОБ связаны и взаимодействуют как составные части одной системы.

- Любой ОБ является элементом более сложной системы структур и находится под воздействием не только локальных, но и общих, внешних по отношению к нему процессов, включая глобальные. Из этого следует, что для полного понимания истории ОБ необходим анализ как локальных, так и общих причин.

**1.1.7. Геотектоника.** В области геотектоники может быть намечено несколько мультидисциплинарных перспективных проблем и направлений, таких как современная геодинамика, т.е. изучение современных напряжений и деформаций (движений) земной поверхности. Они оказывают непосредственный эффект на человека и на все стороны его деятельности, изучаются не только геологическими, сколько инструментальными методами (геодезия, GPS, и пр.) и, следовательно, получаемые (количественные) данные легче интерпретируются с применением математических методов. Следует отметить необходимость интерпретации данных по современной геодинамике в комплексе с геологическими (неотектоническими) исследованиями. Только таким путем можно отделить малозначимые флуктуации высоких порядков от более устойчивых трендов и тенденций, выявляемых на базе анализа более длительных отрезков времени и с учетом имеющейся тектонической структуры.

В области геотектоники на основе современных геодинамических представлений и при использовании большого объема накопленных геолого-структурных данных сотрудниками Института геологических наук им. К.И. Сатпаева составлена и издана Тектоническая карта Казахстана в масштабе 1:1000000, представленная на 33 геологическом конгрессе в Осло в 2008 г. В основу карты положено выделение структурно-вещественных комплексов по типам геотектонических структур. Кроме этого, идет процесс более детального изучения отдельных геотектонических структур, целью которого является получение всей необходимой информации для определения перспектив регионов на различные виды полезных ископаемых. В процессе изучения используются самые современные методы и тех-

нологии: геофизические, геохимические, данные ДЗЗ – все это обеспечивает комплексность исследований.

**1.1.8. Внутриплитная тектоника.** В течение последнего десятилетия по совокупности геологических и геофизических данных установлена значительная тектоническая подвижность внутриплитных и, в первую очередь, платформенных областей, ранее считавшихся тектонически пассивными элементами континентов. Свидетельством подвижности служат ранее неизвестные или недооцениваемые с точки зрения их интенсивности явления: признаки тектонического течения на разных уровнях коры, в том числе в нижней-средней коре; деформация и вещественная переработка пород на разных уровнях осадочного чехла и фундамента; современные движения, выявляемые геологическими и геодезическими методами; современное напряженное состояние коры, сейсмичность и т.д.

**1.1.9. Тектоника растяжения и связанные с ней явления.** В качестве самостоятельной и интересной задачи следует выделить изучение определенного класса тектонических объектов, ситуаций и процессов, на первый взгляд разнородных, но на самом деле объединенных в связный ряд ведущей ролью тектоники растяжения: тектоника растяжения – орогенез – формирование областей особо интенсивного растяжения и связанных с ними метаморфических ядер. Изучение любого элемента этого ряда включает анализ взаимосвязанных явлений на всех уровнях литосферы, приводящих к орогенезу, растяжению, тектонической эрозии, экскумации глубинных пород. Огромный фактический материал накоплен международными научными экспедициями при изучении современных процессов, происходящих в океанах и рифтовых системах. Полученные данные явились ключевыми для реставрации палеогеодинамических обстановок. Принципиально новые сведения по составу земной коры континентов получены в процессе сверхглубокого континентального бурения.

**1.1.10. Геология и глубинная геодинамика.** В ближайшем будущем геология в комплексе с геофизикой и другими дисциплинами приведут к созданию непротиворечивых моделей строения и геодинамики этих горизонтов. Новые данные о глубинном строении коры и верхней мантии материков собраны при комплексных иссле-

дований по международной системе геотраверсов. Некоторые из них проложены и по территории Казахстана. На их основе в республике построены модели литосферы до глубины 100–200 км, выявившие неоднородно-блоковое строение верхней мантии.

Революционный скачок в представлениях о строении Земли произошел на основе сейсмотомографических исследований по сотням тысяч записей землетрясений стационарных сейсмологических станций, обработанных компьютерным способом. Приоритет принадлежал японским ученым; затем полученные данные широко анализировались учеными Японии, США, Европы и России. В итоге впервые составлены динамические модели Земли до границы «мантия – ядро», отображающие структуру слоев нижней мантии до глубины 2900 км.

В Казахстане метод сейсмотомографии развивается в сотрудничестве с учеными Киргизстана и КНР для сейсмоактивных районов современных горных систем Тянь-Шаня и Памира. Достигнута глубина исследований порядка 500 км.

Накопление данных о глубинном строении Земли идет убыстряющимся темпом. Немаловажно, что повышение глубины исследований, а следовательно и их эффективности, осуществляется на основе энергосберегающих технологий, безвредных для окружающей среды (энергия землетрясений, электромагнитные поля и т.п.). К настоящему времени американскими и японскими учеными разработан новый метод нейтринного зондирования Земли, который позволит «просветить» земной шар в целом, включая его ядро. Эта разработка обеспечит следующий качественно иной цикл в изучении нашей планеты.

На основе последних достижений в глубинном изучении Земли стали меняться представления и о геологических условиях образования тектонических структур и слагающих их горных пород.

Важным направлением исследований является выявление **взаимосвязи геологических процессов** – тектоникой, вулканизмом, формированием рельефа и ландшафта, климатом, осадконакоплением, рудообразованием и т.д. Одним из необходимых инструментов для расшифровки этих связей является глобальная корреляция геологических процессов (событий). Она также за-служивает выделения в особое приоритетное на-

правление, поскольку только в результате корреляции осуществляется переход от изучения процессов в точке или отдельном районе к познанию глобальных закономерностей.

**1.1.11.** В последние годы в Казахстане возникло новое направление – выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок на основе фундаментальных геологических исследований колышевых структур с целью прогноза природных космических катастроф. Научная и практическая значимость этого направления определяется тем, что изучение космогенных колышевых структур позволит усовершенствовать методику их выявления и обеспечит начало формирования базы данных о космогенных катастрофах недавнего прошлого для прогноза их в ближайшем будущем.

Казахстан дважды представлял Космогеологические карты республики на Международных Геологических Конгрессах в 2004 и 2008 гг. В 2008 г. на XXXIII Международном Геологическом Конгрессе в Норвегии (Осло) демонстрировалась Космогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000. На этих картах показано широкое развитие колышевых структур на территории Республики.

Научная и практическая значимость этой работы определяется также тем, что выявление колышевых структур предоставит возможность совершенствования методики прогнозирования ряда месторождений полезных ископаемых.

**1.1.12. Минерагения.** Минерагенические исследования направлены на изучение закономерностей размещения металлических и неметаллических полезных ископаемых в пространстве и во времени, связи рудных формаций с геологическими телами и геодинамическими обстановками. В минерагенических исследованиях широко используется формационный анализ, который оформился как самостоятельный метод исследований, главная цель которого – минерагеническое картирование, типизация (районирование) рудоносных территорий, выявление закономерностей размещения полезных ископаемых и прогноз.

Минерагеническая изученность определяется перманентным научным обобщением новых данных, совершенствованием и уточнением особенностей геологического строения, закономерности размещения полезных ископаемых, что ведет к повышению качества научных прогно-

зов для развития минерально-сырьевого комплекса страны. Проводимые работы по обобщению новых геологических и минерагенических материалов различных геодинамических структур позволяют провести научное обоснование потенциального развития минерально-сырьевого комплекса страны на приоритетные полезные ископаемые.

Из-за крайне неравномерного размещения месторождений полезных ископаемых по регионам и странам проблемы обеспечения экономики минеральным сырьем являются достаточно острыми. Ограниченност и невозобновляемость потенциала недр ставят обеспеченность минерально-сырьевой продукцией в число наиболее важных глобальных проблем, определяющих межгосударственные отношения и общемировую политическую и экономическую обстановку. Казахстан – не исключение, так как напряженное состояние балансовых запасов в республике, с технологически благоприятными рудами (меди, свинца, цинка, марганца, никеля, титана, алюминия, золота, молибдена, вольфрама, редких земель, бериллия, неметаллических полезных ископаемых), диктует необходимость более глубокого изучения формирования и закономерностей размещения месторождений приоритетных полезных ископаемых Казахстана.

Все работы минерагенического характера, выполненные в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева, были ориентированы на изучение условий формирования, закономерностей размещения и разработку принципов минерагенического анализа металлических и неметаллических полезных ископаемых Казахстана. На разных этапах исследований по полезным ископаемым был собран, систематизирован и регионально проанализирован богатый, разноплановый фактический материал.

Результаты научных исследований неоднократно докладывались на международных конгрессах, конференциях, совещаниях как в Казахстане, так и за рубежом, где выполненные работы получают высокую оценку и вызывают интерес со стороны специалистов-геологов. В последнее время большой интерес к результатам научно-исследовательских работ в области минерагении проявляют геологи Китая.

Прогнозирование в его современном понимании рассматривается как анализ всей совокуп-

ности геологических данных с целью выявления наиболее вероятных мест локализации полезных ископаемых в земной коре, что согласуется с основополагающим принципом Ю.А. Билибина, определяющего необходимость рассматривать явления рудообразования в их единстве и сложной взаимосвязи с процессами осадконакопления, тектоническими движениями (развитием структур), магматической деятельностью и метаморфизмом. Таким образом, можно сказать, что на современном этапе разработки теоретических основ прогноза нет незначительных геологических фактов и новых данных, в какой бы области геологических знаний – тектонике, литологии, стратиграфии, минералогии, геофизике, петрологии, геохимии – они ни были установлены – все они имеют свои важные металлогенические следствия. Базовыми подразделениями геологических исследований являются рудоконтролирующие факторы и научно обоснованные критерии прогнозной оценки территорий на рудные инерудные полезные ископаемые.

Задачи, решаемые в рамках одной дисциплины, в последнее время все больше вытесняются мультидисциплинарными проблемами, поскольку причины и реальные формы проявления природных процессов чаще многофакторны и их изучение требует комплексного подхода, нередко выходящего вообще за круг геологических наук и включающего их лишь как один из компонентов.

До недавнего времени венцом исследования во многих геологических дисциплинах было обобщение материала и получение описательного, чаще всего – эмпирически установленных пространственно-временных закономерностей (для объектов и событий различного масштаба).

Развитие научных знаний в XXI веке определила необходимость перехода от простой констатации эмпирически установленных закономерностей к подлинному объяснению их причин, к вскрытию основных законов истории развития Земли, поскольку только опережающее развитие геологических исследований способно обосновать надежный прогноз открытия месторождений и восполнения интенсивно истощаемых запасов минерального сырья, рациональное их использование с соблюдением норм охраны окружающей среды.

**Таким образом, можно заключить, что современная отечественная геологическая наука развивается согласно общемировым тенденциям и направлениям.**

Минерально-сырьевые ресурсы – основная опора экономики нашей страны и другой в ближайшее время не предвидится, тем более, что неуклонно возрастает потребность в минерально-сырьевых ресурсах, цены на которые постоянно растут.

В сложный переходный период к рынку в нашей стране добыча полезных ископаемых намного опережала их восполнение. Тезис о том, что недропользователи, особенно зарубежные, будут заниматься поисками и разведкой месторождений, не оправдался, поэтому по многим приоритетным полезным ископаемым уже наблюдается острый дефицит.

В настоящее время в Казахстане, как и во всем мире, исчерпан фонд легкооткрываемых месторождений. В новых сложных условиях открытие месторождений становится все более непредсказуемым, рисковым и трудоемким процессом. Только опережающее развитие фундаментальных геологических исследований способно обеспечить надежный прогноз открытия месторождений и восполнение интенсивно истощаемых запасов минерального сырья, рациональное их использование с соблюдением норм охраны окружающей среды.

Результаты фундаментальных исследований, проводимых Институтом, показали большой потенциал территории Казахстана на обнаружение конкурентоспособных месторождений различных полезных ископаемых. Имея большую практическую значимость, они часто продолжаются в виде прикладных и производственных работ по заказу Комитета геологии МЭМР РК и недропользователей.

## **2.АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЙ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ВЕДУЩИХ НАУЧНЫХ ШКОЛ КАЗАХСТАНА И РАЗВИТЫХ СТРАН МИРА**

Приоритет в развитии фундаментальных комплексных междисциплинарных геологических исследований, главным элементом которых является выявление связей рудных и геологических формаций с целью обоснования достоверности прогнозной оценки территорий, принадлежал и принадлежит школе советских ученых, включавшей и казахстанских геологов.

В настоящее время в Казахстане фундаментальные комплексные мультидисциплинарные исследования в области геологии проводятся в стенах ТОО «Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева» – головной организации Программы фундаментальных исследований МОН РК. Институт является старейшим научным учреждением геологического профиля в Республике и располагает научными школами в области минерагении, стратиграфии, тектоники, минералогии, наноминералогии, литологии, седиментологии, осадочных бассейнов, глубинного строения, поисков и разведки полезных ископаемых, углеводородов, благородных металлов, нерудного сырья.

Высокий мировой уровень и практическая значимость проводимых Институтом работ подтверждается многочисленными государственными наградами и премиями (Ленинской – 11 чел., Государственной – 17 чел., Государственной премией Казахстана – 21 чел. и др.). В стенах Института работают шесть академиков НАН РК, пять академиков и член-корреспондентов АЕН, шесть – МАМР, пять – НИА и пять – МАНЭБ, 34 доктора, 60 кандидатов наук, более 100 научных сотрудников.

Исследования, проведенные Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева, с применением новых научно-теоретических подходов и технологий (космических, геофизических, геохимических, цифровых и т.д.), показали большой потенциал Казахстана, в первую очередь, осадочного чехла и глубоких горизонтов на стратегические и приоритетные полезные ископаемые.

Институт стоит у истоков и является лидером нового, исключительно актуального прогнозно-металлогенического направления открытия конкурентоспособных месторождений различных полезных ископаемых, которое в дальнейшем развивалось в ведущих научных школах бывшего Союза (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и др.) и было признано зарубежным научным сообществом.

Составлен и издан Атлас «Минеральные ресурсы Казахстана», состоящий из 15 карт, содержащих информацию по месторождениям рудных и нерудных полезных ископаемых. Издана тридцатитомная справочно-монографическая серия «Минеральные ресурсы Казахстана», в которой

дана характеристика 6596 месторождениям металлических и неметаллических полезных ископаемых. Этот фактический материал был и остается основным во всех последующих и настоящих минерагенических исследованиях не только Института, но и других геологических организаций страны, ближнего и дальнего зарубежья. На современной геодинамической основе составлена и издана «Минерагеническая карта Казахстана» масштаба 1: 2500000 и монография «Металлогения» в 3-томной серии «Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана». Впервые для Казахстана составлены и изданы «Минерагеническая карта Казахстана» М 1:1000000 и «Минерагеническая карта мезозой-кайнозоя Казахстана» М 1: 1000000 с объяснительными записками.

На базе Института геологических наук им. К.И. Сатпаева многие годы действует крупнейший в стране докторский диссертационный совет по пяти ведущим специальностям в области геологии.

Институт имеет прочные связи со многими геологическими центрами и Институтами в России и дальнем зарубежье – в Китае, США, Канаде, Корее, Германии, Японии, Турции и др.

Результаты фундаментальных исследований регулярно издаются в виде монографий, карт, справочников, методических пособий на казахском, русском, английском языках, вызывают интерес и находят большой спрос у геологической общественности, в первую очередь, у недропользователей всех уровней, в том числе ближнего и дальнего зарубежья.

Уровень региональных геологических и минералогических работ того или иного направления в сравнении с проводимыми подобными работами в странах ближнего и дальнего зарубежья оценивается достаточно высоко.

Так, аналогичные литологические исследования на протяжении ряда лет выполняются в ближнем зарубежье, в Геологическом институте РАН (г. Москва), в Институте геологии и геохимии им. А.Н. Заварецкого УО РАН (г. Екатеринбург), в Институте геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск), Дальневосточном геологическом институте ДО РАН (г. Владивосток). Изучение геологии и литологии древних, молодых и современных островных дуг проводятся в

США профессором Дж. Кеннеттом (университет Род-Айленд), Р. Фишером (Университет Калифорнии), в Японии Э. Ямадо (Геологическое общество Японии), в Новой Зеландии в Университете Виктория и Океанографическом институте, в КНР АН и Министерством геологии и минеральных ресурсов. Исследователями в данной области осуществляется тесное сотрудничество с литологами Урала, Москвы и Владивостока.

Работы по изучению домезозойских и мезокайнозойских отложений осадочных палеобассейнов Приаралья, Тургайского прогиба и др., которые широко проводятся как у нас в Республике, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья, в большей части финансируются крупными нефтяными компаниями, такими как Аджип, Шеврон, Бритиш Петролеум и др. Так, в 2004–2005 гг. сотрудниками Института геологических наук им. К.И. Сатпаева совместно с геологами компании Аджип ККО были проведены работы по изучению юрских отложений полуострова Мангышлак. Со стороны Аджипа в работе принимали участие профессор Жанкарло Даволи, геологи Лука Бурафини, Альберто Боз, Маттео Минервани. На разных этапах к исследованиям подключались профессор Саймон Келли и доктор Ирэн Гомес (Кембриджский университет), сотрудники компании Лидар экскюсишен (США) Джером Беллиан и Эндрю Кэмпбелл, профессор МГУ Барабошкин Е.Ю. и др.

Высоким уровнем характеризуются исследования в области палеонтолого-стратиграфического направления. Работы по монографическому описанию ископаемых органических остатков в настоящее время активно ведутся, главным образом, в странах дальнего зарубежья, в России, Прибалтике и некоторых странах СНГ. В Казахстане монографическим описаниям фауны, в том числе руководящих форм, посвящены многочисленные публикации. Палеонтолого-стратиграфические исследования ведутся специалистами ИГН им. К.И. Сатпаева в постоянном тесном сотрудничестве с учеными Российской Федерации (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург; ГИН, ПИН РАН, МГУ, г. Москва; СНИИГГИМС, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск и многих других организаций), многих стран дальнего зарубежья и СНГ. Так, по кембрийской системе (особенно по эталонному разрезу Кыршабакты венда-кем-

брья с уникальными комплексами трилобитов в Малом Карагату) работы проводятся в рамках деятельности Международной подкомиссии по стратиграфии кембрия Международного союза геологических наук с участием ведущих специалистов США, Канады, Китая, Великобритании, Кореи и др. В 2009 г. состоялась международная экскурсия с целью апробации этого разреза в качестве глобального стратотипа ряда подразделений среднего и верхнего кембрия и их границ. Важнейшие результаты по биостратиграфии и глубоководной руководящей (ортостратиграфической) фауне ордовика и силура (граптолиты, конодонты и др.) достигнуты в рамках договора о научно-исследовательском сотрудничестве, между ИГН и ГИН РАН (г. Москва), действующего, начиная с 2005 г. То же касается и работ по верхнему девону и морскому верхнему палеозою.

Многие из работ казахстанских исследователей опубликованы в престижных англоязычных изданиях дальнего зарубежья, в материалах различных международных симпозиумов и конференций, в которых они принимали и принимают активное участие, или выполнены в соавторстве с ведущими специалистами РФ и других стран.

В странах дальнего зарубежья, где геологические исследования в основном ориентированы лишь на изучение конкретных месторождений полезных ископаемых, в крайнем случае, на проблемы выявления региональной и глобальной тектонической позиции минеральных месторождений, практически отсутствует комплексный анализ геолого-геофизических критериев при прогнозно-минерагенических исследованиях, который может быть обеспечен лишь задействованием, а не противопоставлением двух научных направлений, основанных на принципах формационного анализа (структурно-вещественное направление) и на построении новых геодинамических концепций (геодинамическое направление).

Исследования в области космических бомбардировок в Казахстане ведутся только в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева. В странах ближнего и дальнего зарубежья исследования в данном направлении ведутся в очень ограниченных объемах. В частности, космогенные кольцевые структуры изучаются в Москве, в МГУ, профессором Фельдманом В.И., в Киеве –

доктором г.-м. наук Вальтером А.А., в Санкт-Петербурге – доктором г.-м. наук Масайтисом В.Л., в Новосибирске – кандидатом г.-м. наук Вишневским С.А. Эндогенные кольцевые структуры этими исследователями не изучаются.

В плане сотрудничества с учеными, работающими в данном направлении, наложен многолетний исследовательский контакт с опытным уральским горным инженером-геологом – автором объемной монографии, касающейся крупных ударно-взрывных кольцевых структур, Кузовковым Г.Н. (г. Екатеринбург). Наложен постоянный контакт с геологом – выпускником МГУ, работающим в данном направлении по собственной инициативе, в г. Риддере Кузнецовым В.Ф. (Восточно-Казахстанская область). Осуществляется обмен информацией с кандидатом г.-м. наук Вишневским С.А., занимающимся изучением космогенных кольцевых структур (Вишневский С.А. – сотрудник Объединенного научно-исследовательского института Геологии, Геофизики, г. Новосибирск).

Исследования в рассматриваемом направлении высококонкурентоспособны, т. к. касаются новой общечеловеческой глобальной экологической проблемы – прогноза космогенных природных катастроф для сохранения жизни на планете, а также обеспечивают совершенствование методики прогнозирования месторождений полезных ископаемых.

Первой страной, оценившей возможности нанотехнологий и выработавшей долгосрочную стратегию развития в этом направлении, стали Соединенные Штаты Америки, где в 2000 году была принята Национальная нанотехнологическая инициатива, представляющая собой обширную научно-техническую программу с участием ряда госорганов и финансовых институтов. В отличие от США Евросоюз избрал стратегию независимого развития. В Германии исследования поддерживаются Министерством образования, науки, исследований и технологий; во Франции развитие нанотехнологий определяет Национальный центр научных исследований; в Швеции исследования по нанотехнологиям ведут пять компаний; в Швейцарии реализуется программа “TOP NANO 21 Projects”, которая определяет стратегию исследований по нанотехнологиям и внедрению их результатов в промышленное производство.

В 2007 году США инвестировало в развитие нанотехнологий около 4 млрд. долларов, Япония – 3 млрд. долларов, страны Евросоюза – 3 млрд. долларов. При этом частные инвестиции существенно превышают эти суммы. Россия также наращивает объем средств, вкладываемых в нанотехнологию. В 2008 году Россия приняла отдельную программу по нанотехнологиям, планирует вложить в ближайшие три года 180 млрд. рублей, т.е. около 7 млрд. долларов США.

Исследования по нанотехнологиям являются одним из приоритетов программы фундаментальных исследований в Казахстане. В стране имеются научные коллективы, выполняющие исследования и имеющие разработки в нанотехнологиях и смежных дисциплинах.

Для создания приборныхnanoструктур методом ионной имплантации впервые в мире промышленный ускоритель тяжелых ионов был переведен на низкие энергии; была разработана уникальная технология изготовления полупроводниковых спектрометрических детекторов ядерных излучений, которые по своим техническим параметрам являются на сегодняшний день лучшими в мире. Опытная партия детекторов была размещена на летательных аппаратах специального назначения и беспорядочно проработала в условиях открытого космоса более 20 000 часов. Идея, заложенная в основу модернизации ускорителя, официально признана выдачей патента США.

Реализация Программы «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан на 2007-2009 гг.» показала, что в стране нет развитой инфраструктуры, обеспечивающей как необходимые чистые исходные материалы, так и технологическую базу со вспомогательными производствами. Все это тормозит как развитие фундаментальных и прикладных исследований, так и создание наноматериалов и нанотехнологий, малых инновационных компаний, призванных стать движущей силой Стратегии инновационного развития страны. Лишь отчасти данную проблему призваны решить создаваемые Национальная лаборатория в области углеводородного и металлургического комплексов на базе Центра наук о земле, металлургии и обогащения и Национальная нанотехнологическая лаборатория на базе Казахского национального университета

имени аль-Фараби и Физико-технического института.

Опыт Программы инновационного развития Казахстана показывает целесообразность разработки прорывного инвестиционного проекта в наноиндустрии, реализация которого должна осуществляться в рамках государственно-частного партнерства.

В настоящее время геологическая изученность территории Казахстана выглядит следующим образом:

Для всей территории Республики составлены: комплект из трех карт в масштабе 1: 2 500 000, сводные геологические и геофизические карты в масштабе 1:1 500 000, геологические карты в масштабе 1:1 000 000 и 1:1 500 000,

металлогеническая карта 1: 1 000 000 масштаба.

В масштабе 1:50 000 и крупнее аэромагнитными съемками покрыто 50–55% площади, в том числе 40% территории с повышенной точностью. Открытые и полуоткрытые районы изучены на 75–80%. Примерно в таких же объемах выполнены крупномасштабные гравиметрические и аэрогамма-спектрометрические съемки 18% площади республики покрыто наземной магниторазведкой масштаба 1: 50 000, а 20% территории охвачено электроразведочными работами разных модификаций.

Детальными геологическими съемками масштаба 1:200 000 охвачено 97% площади, а масштаба 1:50 000 – 43%, включая все основные горнорудные регионы. Однако лишь 21,7% территории закартировано после 1980 года и отвечает современным требованиям. Доля геологических съемок, выполненных после 1980 года, составляет 15% (от 8,1% в северном регионе до 24,3% в центральном). Наиболее слабо геологической съемкой охвачены территории, перекрытые мезокайнозойскими отложениями, где изученность в масштабе 1:50 000 составляет 8,2% (от 15% в Центральном Казахстане до 3,1% – в Северном Казахстане).

Геохимическими исследованиями в масштабе 1:50 000 охвачено 28% территории, в том числе литогеохимической съемкой -25% и глубинной литогеохимией -3%. Высокая эффективность и объективный характер геохимических методов определяют их важнейшее значение не только при

поисках в слабообнаженных районах, но и для выявления скрытых месторождений, которые являются основным резервом прироста запасов руд в горно-промышленных районах.

**Аналитическая служба** Института проводит изучение геологических образцов на макро- и микроуровне различными методами и способами:

- химический состав с помощью атомно-эмиссионного спектрального анализа, оптической эмиссионной микроскопии с индуктивно-связанной плазмой, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, пламенной фотометрии, методов «мокрой химии», рентгено-флуоресцентного спектрального анализа, электроннозондового микроанализа;

- минералогический или фазовый состав с помощью рентгеновской дифрактометрии и термического анализа; морфологию и неоднородности кристаллической структуры минеральных включений с помощью сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии.

Все эти исследования проводятся на приборах, закупленных в 80-х и 90-х годах прошлого столетия, несколько единиц закуплено в 2002–2005 году. Поэтому для проведения исследований на современном уровне и решения поставленных задач необходима модернизация имеющегося оборудования и приобретения нового с лучшими метрологическими характеристиками. В частности:

- для элементного анализа микропримесей редких и благородных металлов, в т. ч. элементов платиновой группы, масс-спектрометра с магнитным анализатором;

- для петрографического изучения вещества – оптических микроскопов, оснащенных видеокамерами и системами анализа изображения;

- для изучения форм вхождения благородных и редких металлов в наноразмерных объектах – приставок к электронным микроскопам для анализа химического составаnanoструктур;

- для датирования и геохронологии – изотопных масс-спектрометров (серебро, углерод, редкие земли);

- для экспрессной и качественной разделки и подготовки проб к анализу – современные дробилки, истиратели, грохоты, шлифовально-полировочные машины и т. п.

Проведение геологического доизучения, глубинного геологического картирования с применением новых высокоточных методов исследо-

ваний с достаточной прогнозной и поисковой нагрузкой – одна из главных задач геологической службы Казахстана.

**Выводы и рекомендации.** Эффективное практическое использование результатов геологической фундаментальной и прикладной науки является важнейшим фактором устойчивого социально-экономического развития ведущих стран мира, наращивания их экономического потенциала, обеспечивающего конкурентоспособность экономики и национальную безопасность.

В этой связи цель геологической науки видится в создании и развитии эффективного научного блока в области минерально-сырьевого и углеводородного секторов экономики.

Развитие геологической науки в Казахстане до 90-х годов прошлого века основывалось на широкомасштабных регионально – геологических работах, служивших основой всех научных и научно-производственных геологических исследований. Огромный потенциал минеральных ресурсов территории Казахстана в немалой степени обязан регионально-геологическим исследованиям, комплексность которых определяла как общие, так и конкретные закономерности размещения месторождений полезных ископаемых, гарантируя их целенаправленное прогнозирование. Все это обеспечило прорыв Республики и становление ее как мощного промышленного государства.

Существовавшие пять региональных геологических управлений, в состав которых входили поисково-съемочные и другие экспедиции, многочисленные геолого-разведочные партии и производственные геологические организации располагали аналитическими лабораториями и высокопрофессиональными кадрами, выполняющими комплексные минералогические, петрологические, геохимические, палеонтологические, биостратиграфические исследования. Огромный объем научных исследований по материалам работ региональных партий выполнялся Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева. Все эти данные в виде отчетов, научных статей обобщались и дорабатывались и находили свое отражение в монографиях, атласах, картах, которые способствовали открытию новых месторождений. Таким образом, осуществлялась тесная связь между наукой и производством. Благодаря системным геологическим исследованиям,

Казахстан получил базу для развития горнодобывающей, металлургической, химико-технологической, энергетической и многих других взаимосвязанных отраслей промышленности. Приоритет Казахстана в перечисленных научных направлениях и промышленных отраслях был бесспорным.

В настоящее время происходит искусственная убыль геолого-разведочных работ и геологических исследований, резко сокращено количество геохимических, геофизических, гидрогеологических лабораторий, поисково-съемочных партий, что связано с прекращением финансирования этих работ государством. Это тяжело сказывается на состоянии минерально-сырьевой базы, многие отрасли промышленности испытывают или в ближайшее время испытывают острый дефицит минерального сырья, так как в последние десятилетия активно эксплуатируются месторождения, открытые и подготовленные к освоению в советское время. Так, Г.Р. Бекжанов в статье «Геология и индустриализация страны» (2005 г.) пишет: «... по данным Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) медная подотрасль с 2015 г. будет испытывать дефицит в сырье на 50 %, а к 2030 г. активные запасы будут отработаны полностью. Негативные тенденции по сокращению срока обеспеченности действующих предприятий запасами имеют место и по другим металлам: свинцу, цинку, золоту и др. Аналогичное положение наблюдается и в нефтегазовом комплексе. Такого обвального сокращения работ, очевидно, не знает ни одна отрасль республики, несмотря на то, что геология – та сфера, свертывание деятельности которой может привести к трудно восстанавливаемому подрыву минерально-сырьевой базы добывающих отраслей».

В высокоразвитых и тем более в развивающихся странах вопросы регионального геологического изучения решаются и финансируются государством, которое является основным собственником и потребителем стратегически важной информации о недрах и их потенциале.

Затраты на изучение недр и расширение минерально-сырьевой базы страны окупаются уже сегодня, укрепляя имидж Казахстана как страны, заботящейся о своем будущем развитии и привлекательной в инвестиционном плане.

В настоящее время в геологии возникла проблема кадрового обеспечения геологоразведоч-

ных работ. В Казахстане не хватает многих специалистов – минералогов, палеонтологов, петрографов и др. «Старые» кадры по состоянию здоровья не могут работать, а молодые выпускники институтов или не идут работать по профессии, или их качественная подготовка не отвечает требованиям времени. Результатом чего стало низкое качество данных, получаемых на разных стадиях геологоразведочных работах.

Частные компании, недропользователи и другие инвесторы не финансируют масштабных геологических исследований, так как они не заинтересованы в длительно окупаемых вложениях этого дорогостоящего процесса (на открытие и внедрение в эксплуатацию месторождения может потребоваться до 15 лет). Их затраты на геологоразведочные работы настолько малы, что не обеспечивают даже решения собственных задач в пределах горных отводов. В итоге комплексное геологическое изучение территории Казахстана, поисковые и научно-исследовательские работы оказались свернутыми до такой степени, что начался реальный процесс потери отрасли, накопленного опыта, инженерного и научного потенциала геологической службы Казахстана, что в дальнейшем грозит наступлением ресурсного кризиса.

**Перспективы и задачи развития геологической науки в республике.** Проведенные научные исследования с применением новых научно-теоретических подходов и технологий показали большой потенциал осадочного чехла и глубоких горизонтов на приоритетные полезные ископаемые.

Проведение глубинной литохимической съемки поверхности палеозойского фундамента, глубинная съемка представительных зон рудовмещающих зон и толщ, системный поиск и месторождений полезных ископаемых, связанных с корой выветривания позволят прогнозировать и выявить новые месторождения и перспективные площади.

Совершенствование на более крупномасштабной основе карт геодинамического развития структур Казахстана с выделением транзиталей, палеорифтовых, палеосубдукционных зон, проявлений окраинно-континентальных, межплитных и плюмовых взаимодействий; создание на этой базе более совершенных и детальных карт прогнозов полезных ископаемых. Целесообразно создание тектонических и минерагенических карт на ге-

динамической основе с прогнозной нагрузкой по объектам, имеющим повышенную инвестиционную привлекательность, а также изучение закономерностей размещения месторождений на базе сравнения казахстанских рудных (нефтегазовых) районов с известными мировыми эталонами и геодинамическими моделями их формирования.

Важнейшими дополняющими исследованиями должны явиться палеомагнитные, петрохимические и газово-хроматографические, имеющие важное значение для раскрытия геодинамических и рудо-нефтеобразующих процессов, а также глубинные, направленные на выявление неоднородностей строения земной коры и мантии важнейших известных и потенциально перспективных рудных и нефтегазоносных районов.

Геологическая наука в Казахстане должна развиваться в нескольких направлениях:

1) регионально-геологические исследования, включающие и комплексные стратиграфические, биостратиграфические работы;

2) развитие методов дистанционного зондирования Земли с использованием современных компьютерных программ, направленных на поиски полезных ископаемых;

3) геолого-геофизическое изучение потенциальных нефте-газоносных областей и разработка поисковых критериев для выявления залежей углеводорода;

4) инженерно-геологические работы и изыскания, направленные на прогноз и предотвращение опасных геологических процессов (землетрясений, оползней, селей, обвалов и др.);

5) разработка и использование нанотехнологий комплексного использования минерального сырья Казахстана;

6) проведение прогнозно-минерагенических исследований, оценка перспективных регионов, районов и узлов на основе разработанных инновационных технологий;

7) разработка технологий, направленных на максимальное извлечение полезных ископаемых из руд;

8) модернизация и развитие геолого-аналитической службы;

9) создание современной информационной системы геологических фондов.

Решение проблем обеспечения минерально-сырьевого комплекса качественными рудами различных полезных ископаемых нами видится в разработке новых методик поисков скрытых

новых месторождений, проведение работ по изучению возможности выявления нетрадиционных для Казахстана месторождений полезных ископаемых (медно-никелевые, карстовые и др.), переоценкой ранее известных месторождений с учетом новых технологий и подходов в промышленной оценки месторождений.

Для выхода на мировой уровень развития нанотехнологий Казахстану необходимо найти свои ниши в этой отрасли и грамотно применять трансферт технологий в рамках крупных международных проектов. Научно-технические программы в области нанотехнологий должны быть направлены на освоение современных методов синтезаnanoструктур, создание технологических комплексов синтеза и необходимой инфраструктуры, подготовку кадров, владеющих данной технологией, освоение современной технологической культуры, что позволит в дальнейшем создавать свои технологии в самых различных областях.

Решение названных серьезнейших проблем в современных условиях во многом зависит от ускоренной разработки теоретических основ поисков месторождений полезных ископаемых. Для этого необходимо проведение многоаспектного системного анализа многообразной геологической информации (структурно-тектонической, стратиграфической, палеонтологической, петрологической, геофизической, геохимической, минералогической, минерагенической, радиогеохронологической и т.д.) с позиций различных новых теоретических концепций. Только такой путь может способствовать решению как фундаментальных задач по выявлению закономерностей раз-

вития геологических структур земной коры, их глубинного строения, взаимосвязи с глубинными процессами магмо-тектогенеза и рудообразования и, соответственно, закономерностей проявления месторождений полезных ископаемых, так и смыканию фундаментальных исследований с прикладными задачами геологии, связанными с выявлением и оценкой перспективных для открытия новых месторождений прогнозных площадей, зон, участков.

Результаты исследований Института прошли глубокую апробацию, постоянно докладывались на высоких международных форумах. По итогам государственной научно-технической экспертизы (международного аудита с привлечением ведущих ученых мира) признано, что наука и технология в области минерально-сырьевых ресурсов имеет определяющее значение для Казахстана и прогнозным работам Института им. К.И. Сатпаева была дана высокая оценка. Все это неоднократно представлялось Главе государства Н.А. Назарбаеву, а предложения по реализации имеющегося большого потенциала Республики на обнаружение различных полезных ископаемых, в том числе создание новой геологоразведочной структуры для активации геологоразведки получили высокую оценку и поддержку. «Активизировать геологоразведку...», – прозвучало в Посланиях Президента.

За работу «Минерагения и перспективы минерально-сырьевых ресурсов Казахстана» группе сотрудников Института под руководством Б.М. Ракишева присуждена Государственная премия РК за 2009 г.