

УДК 551:001(571.621)

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНСТИТУТЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ДВО РАН: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

В.Н. Компаниченко, В.И. Усиков, В.А. Потурай

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

*В статье освещаются геологические исследования в ИКАРП ДВО РАН за период 1991–2010 гг. Последовательно рассматриваются направления и итоги работ, выполненные специалистами, работавшими в институте в различные годы.*

### Введение

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН создавался в период нарастания системного социально-экономического кризиса в России. Этот факт наложил свой отпечаток и на характер решаемых им задач и на его структуру.

Общепринятое мнение обывателя, состоящее в том, что в дореформенное время «Дальний Восток являлся сырьевым придатком индустриально более развитого Центра», не соответствует истине. Об этом говорят статистические данные. Так в Еврейской автономной области (ЕАО) доля продукции сырьевых отраслей вместе с сельским хозяйством не превышала 20 %, доля же принципиально высокотехнологичных отраслей – машиностроения и металлообработки составляла более 25 %. Вместе с такими характерными для экономически развитых стран отраслями, как энергетика, транспорт и связь она уже превышала 50 %. Для других субъектов Российской Федерации юга региона эта пропорция еще более смещена в сторону индустриального производства. Этот показатель выше среднего по Федерации.

Сложность состояла в том, что в системе директивно-планирования промышленное производство не было включено в рыночные отношения и ориентировалось на выпуск товара, а не продукта. В результате те отрасли, которые в нормальных условиях являются максимально рентабельными, у нас оказались хронически убыточными. В таких случаях умелое использование природно-ресурсного потенциала может оказать мощное амортизирующее действие на ход кризиса и его социальные последствия. Поэтому соответствующая тематика в стенах института получила значительное развитие.

Если посмотреть на карту полезных ископаемых области, то можно видеть, что плотность проявлений и месторождений минерального сырья здесь не ниже, чем на Урале. Тем не менее, многие предприятия, эксплуатирующие этот вид ресурсов, оказались также в кризисном состоянии. Поэтому встала необходимость переоценки потенциальной ценности минерально-сырьевой базы ЕАО и определения стимулирующего действия системы недропользования. От этой задачи органически неотделима задача углубления исследования общего геологического строения территории и ряда сопутствующих ей проблем. Для проведения работы по данной тематике в структуре ИКАРП ДВО РАН была создана Лаборатория строения и динамики геосфер.

### История геологических исследований в ИКАРП ДВО РАН

После перехода страны на рыночные отношения в 1992 г. ситуация в горнорудных отраслях резко обострилась. Этот период совпал со временем организации ИКАРП ДВО РАН. Система недропользования стала одним из основных направлений исследований института. Задача состояла из трех частей: оценка эффективности действующих производств; определение потенциальной значимости различных видов минерального сырья, сосредоточенного на территории области, и разработка фундаментальных вопросов, связанных, в том числе, со строением региона и сопредельных площадей, что позволяет рационально и целенаправленно решать вопросы развития минерально-сырьевой базы.

С самого начала работы института в него пришли два известных геолога – к.г.-м.н. В.В. Юшманов и к.г.-м.н. В.А. Ахмадулин. Круг интересов В.В. Юшманова сосредоточился на выявлении эндогенно и структурно обусловленного иерархического ряда разномасштабных упорядоченных морфологических (морфотектонических) геосистем, определяющих организацию соответствующих географических и природно-социальных образований разных рангов. Опираясь на свои разработки, Владимир Владимирович начал районирование фрактально организованной структуры поверхности Земли в регионе и установление связи со сформировавшимися ее эндогенными процессами. Это способствовало бы рациональному размещению жилых и промышленных комплексов и успешному решению экологических и некоторых социальных проблем.

Под руководством В.В. Ахмадулина и по его инициативе была произведена оценка радоновой опасности на территории г. Биробиджана. При содействии присоединившегося к нему к.г.-м.н. В.Н. Воропаева осуществлена перспективная оценка нефтегазоности равнинной части ЕАО. Теоретические разработки, имели не только узко территориальное применение, позднее они были использованы при прогнозе месторождений углеводородного сырья Зее-Амурской впадины. К.г.-м.н. В.Г. Невструев в 1993 г. начал исследования по золоторудной тематике, тем самым положив начало направлению, которое развивается до настоящего времени. Им были переосмыслены перспективы золотоносности центральной части Сутарской депрессии.

В 1993–1994 гг. геологическая группа ИКАРП существенно пополнилась. В институт пришел геолог с мировым именем, лауреат Ленинской премии д.г.-м.н. В.А. Буряк. Затем целая группа специалистов: к.г.-м.н. Н.П. Лошак, к.г.-м.н. В.Н. Компаниченко, к.г.-м.н. Е.В. Нигай, к.г.-м.н. Ю.С. Салин, к.г.-м.н. В.И. Гилев, В.И. Усиков. Проведение геологических исследований обеспечивали инженеры Н.В. Каретникова и Е.И. Гончарова. С этого момента появилась возможность вести систематические исследования. В.А. Буряком и его группой были систематизированы, сведены в один отчет и представлены на карте масштаба 1:200 000 все известные на тот период месторождения и проявления полезных ископаемых ЕАО. Накопленные Владимиром Афанасьевичем за весь период его трудовой деятельности знания, а также полученные в ИКАРП результаты изучения золотоносности недр области позволили ему обобщить огромный массив информации в ряде монографий [1, 2].

В.А. Буряком положено начало изучению золотоносности углеродистых толщ на территории области и сопредельных площадей в месторождениях черных металлов. Сейчас эту работу продолжает д.г.-м.н. А.М. Жирнов. В.И. Усиков посвятил исследования данного периода геолого-экономической оценке известных и перспективных объектов. Квинтэссенция полученных результатов сведена в монографию [9].

Сложившийся коллектив опытных специалистов разных направлений геологии позволил выполнять не только теоретические, но важные практические работы. В частности, сотрудники института по договору с Биргеологом в 1998 г. произвели переоценку ресурсов минерального сырья ЕАО. В результате проведенных работ удалось сделать существенный вклад в решение ряда проблем в недропользовании. Так, считавшаяся ранее самой эффективной оловодобывающая отрасль в сложившейся ситуации объективно стала малоперспективной. Оказалось, что для ее успешной работы необходимы значительные запасы руды с содержанием олова не менее 1 % при доступности для добычи штольневом способом и вблизи от путей сообщения. Таких известных объектов нет. Дальнейшие события, приведшие к ликвидации ООО «Хинганское олово», подтвердили результаты исследований. В настоящее время реанимировать оловодобычу можно двумя путями: поиск и разведка новых месторождений и / или комплексное использование руд. Тот и другой путь связаны с предварительными капиталовложениями, направленными на доизучение площадей и объектов.

В.А. Буряк стал первым заведующим лабораторией геологического направления в ИКАРП ДВО РАН, которая была создана в 1993 г. и названа Лабораторией геодинамики и минеральных ресурсов. В 1998 г. создан Музей природных ресурсов. Несколько раз менялось название лаборатории: Лаборатория геодинамики минеральных и энергетических ресурсов (1999), Лаборатория оптимизации использования природных ресурсов (2002), Лаборатория регионального природопользования (2006). Менялись и заведующие лабораторией: В.А. Ахмадулин (1999–2002), В.В. Юшманов (2002–2003), В.А. Буряк (2003–

2004), В.И. Журнист (2004–2007).

На основе проведенной в 1998 г. в ИКАРП ДВО РАН комплексной оценки минерально-сырьевой базы ЕАО был сделан вывод, что наиболее стабильно развивающейся отраслью, использующей богатства недр, является курортная индустрия, основанная на эксплуатации Кульдурского источника термальных минерализованных вод. Это подтвердилось на практике. Данную работу выполнил коллектив в составе Б.П. Андриевского, В.И. Усикова (сотрудники ИКАРП ДВО РАН), В.Н. Завгорулько (ЗАО «Хабаровсккурорт»).

Кульдурское месторождение брусита, расположенное недалеко от одноименного термального поля, также представляет определенный интерес. Согласно расчетам, сделанным сотрудниками лаборатории, добыча брусита на уровне 1998 г. могла стать высокорентабельным производством, при условии, что транспортировка осуществляется на расстояние не более 1000 км. В ином случае уникальное качество руд не позволяет получить выигрыш при переработке.

Известный российский геолог, заслуженный деятель науки РФ д.г.-м.н. А.А. Врублевский работал в ИКАРП в 1992–1993 гг. заместителем директора и в 1997–2000 гг. – директором института. Будучи директором института, Анатолий Адольфович неразрывно связывает научно-организационную и общественную деятельность с исследовательской работой.

Сферой его исследований было изучение морфогенетических рядов разрывных нарушений Сихотэ-Алинской, Сахалино-Хоккайдской, Японской, Тайваньской и Филиппинской покровно-складчатых систем Восточной Азии. В результате этой работы было выявлено, что все наблюдаемое разнообразие разрывных нарушений образуется в результате наложения временного (вертикального) и латеральных рядов разломов, составляя как бы интерференционную картину. С каждой системой разломов морфогенетического ряда зоны сочленения континента и океана связано проявление господствующих типов месторождений полезных ископаемых.

Продолжением исследований А.А. Врублевского было изучение влияния геодинамических режимов на становление коллизионно-аккреционных систем и их определяющее воздействие на размещение оруденения и энергетических ресурсов Дальневосточного региона. Эта работа имела большое теоретическое и практическое значение. Поэтому А.А. Врублевский в 1999 г. был приглашен на совместное заседание Президиума РАН и Правительства РФ, где делал доклад о состоянии и развитии минерально-сырьевой базы Дальневосточного экономического региона (ДВР).

Вместе с тем, он много внимания уделял и научно-прикладным исследованиям, в частности, активно поддерживал и был научным руководителем работ по исследованию золотоносности кор выветривания и техногенных объектов Сутарского золотороссыпного узла.

За время работы в институте А.А. Врублевский самостоятельно и в соавторстве с учеными-геологами опубликовал ряд монографий, обобщающих его многолетний труд [3–7].

В 1997 г. в ИКАРП ДВО РАН был принят бывший главный инженер Восточно-Казахстанского геологического объединения (одного из самых крупных в бывшем СССР) В.И. Журнист. С его приходом существенно укрепилось прикладное направление в геологической тематике института. В 1998 г. штат института пополнился еще несколькими геологами-практиками: А.Л. Курносовым, Н.И. Зотовым, Т.К. Зотовой, В.Г. Стогний. В этот период проводились бюджетные и договорные работы: исследование техногенных россыпей золота, золотоносных кор выветривания, сырья для производства щебня и бордюрного камня, вторичного использования отвалов и хвостов оловодобычи. Отдельно необходимо отметить договорные работы с фирмой JAR на рудное золото на ключе Березовом, где было открыто проявление золота, масштаб которого не оценен из-за объективных трудностей в работе фирмы. Сотрудники ИКАРП ДВО РАН участвовали в программе «Торф России». А.Л. Курносову, А.Н. Кормакову и к.б.н. Т.Е. Кодяковой удалось оценить ресурсы и технические качества месторождений торфов, изготовить опытный образец установки для прессования брикетов, получить торфобрикеты. Испытания их сжигания показали высокую калорийность и технологичность данного топлива. Кроме того, Т.Е. Кодяковой совместно с Т.К. Зотовой была изучена ресурсная база цеолитов и фосфоритов ЕАО.

Исследования по золотороссыпной тематике показали, что, несмотря на наличие некоторого резерва, имеющиеся россыпи не могут служить основой для этой отрасли на сколько-нибудь длительную перспективу и обеспечить устойчивую добычу золота. Одновременно выяснилась еще одна особенность: хотя гравитационного золота в песках золотодобычи осталось немного, усреднение горной массы оказалось не таким значительным, как ожидалось, но в техногенных россыпях возможно нахождение существенно обогащенных участков. Они в сочетании с целиками и отдельными фрагментами бортов полигонов могут стать основой кустарной или малообъемной добычи. Перспективы дальнейшего развития отрасли можно связывать только с поисками и разведкой рудных месторождений. Для этого есть достаточно много оснований. Так, В.А. Буряк оценивает металлогенический потенциал этого драгметалла в 65–260 т. По расчетам В.И. Усикова, в эндогенной гидротермальной миграции участвовало до 10 тыс. т этого элемента, часть которого при благоприятных геолого-геохимических условиях могла сконцентрироваться в виде месторождений.

#### **Современные геологические исследования в ИКАРП ДВО РАН**

В настоящее время вся работа по геологической тематике сосредоточена в Лаборатории строения и динамики геосфер, руководителем которой с 2007 г. является д.г.-м.н. А.М. Петрищевский. Основная тема – комплексный анализ и моделирование геологических и геоэкологических систем в Дальневосточном регионе. В связи с этим производится совершенствование методики моделирования реологических свойств тектонических сред по градиентам плотности сферических источников гравитационных аномалий, а также методики использования

объемных моделей рельефа и применение их для углубленного изучения геологического строения участков земной коры. Лабораторией осуществляются также комплексные металлогенические и биогеохимические исследования, позволяющие расширить минерально-сырьевую базу ЕАО.

Работы А.М. Петрищевского основаны на базе разработанной им методики моделирования реологических свойств тектонических сред по градиентам плотности сферических источников гравитационных аномалий, эквивалентных плотностным неоднородностям компактного класса. Им получены реологические гравитационные модели тектоносферы Северо-Восточной Азии, основывающиеся на оценке жесткости (вязкости) тектонических сред по распределениям градиентов плотности сферических источников гравитационных аномалий. Они дополнены исследованиями Восточной Якутии и Забайкалья. При сопоставлении особенностей пространственного расположения глубинных жестких тектонических масс с размещением эпицентров землетрясений и геофизическими аномалиями (магнитными, тепловыми) на поверхности обнаружены признаки концентрической зональности полей сейсмичности Восточного Приамурья и Северного Сахалина, связанные с существованием тектоно-магматических структур центрального типа – мантийными диапирами и плюмами. В результате анализа объемной модели градиентов плотности сферических источников гравитационных аномалий  $mz(x,y,z)$ , в тектоносфере Северо-Востока Азии диагностированы и параметризованы глубинные границы литосферных плит и разделяющих их астеносферных линз. Выявлены отчетливые признаки позднепалеозойско-раннемезозойской субдукции Северо-Американской плиты под Колымско-Омолонский супертеррейн, который, по полученным данным, представляет собой самостоятельный тектонический элемент – буферную мезозойскую окраинноморскую плиту 2-го порядка, близкую по глубинному строению к палеозойской Амурской и кайнозойской Охотоморской. Данные исследования позволили получить геофизическое обеспечение прогнозных работ, на основании чего было проведено более глубокое изучение генезиса и закономерностей размещения золотого и золото-платинового оруденения в черносланцевых и вулканических поясах Дальневосточного региона. К.г.-м.н. Ю.П. Юшманов подкрепил прогнозно-генетические построения изучением трещинной и разрывной тектоники в вулканогенных образованиях верхнего мела и Сутарской депрессии. Полученные А.М. Петрищевским и Ю.П. Юшмановым фундаментальные результаты были представлены в монографиях [8, 10].

Проведение работ по исследованию россыпной золотоносности, а также изучение территории по тематике золотоносных кор выветривания обратили внимание к.э.н. В.И. Усикова на необходимость изучения особенностей скульптуры рельефа. Поэтому с 2004 г. начата работа с объемными моделями рельефа, направленная на разработку методики их построения и интерпретации. На базе современных цифровых технологий, в частности использования геоинформационных систем (ГИС), по-

явилась возможность в значительной степени дополнить и расширить использование традиционных геоморфологических и дистанционных методов путем построения и исследования 3D-моделей рельефа. Эта технология позволяет извлечь из форм рельефа дополнительную информацию, недоступную другим методам. Основным результатом исследований явилось то, что, в рассматриваемом регионе тектоническая расслоенность литосферы наблюдается не только на больших глубинах, но и распространяется на верхние горизонты. Более того, горизонтальная расслоенность близповерхностной области и горизонтальные перемещения фрагментов земной коры являются основным структуроформирующим и рельефообразующим фактором. Иначе говоря, положение горных хребтов, широких речных долин и грабенов определяется чередованием волн скупивания и растаскивания тектонических чешуй. Представленная модель хорошо дополняет глубинную модель, построенную А.М. Петрищевским и Ю.П. Юшмановым: она позволяет распространить глубоко заложенную расслоенность на уровни близкие к поверхности и позволяет выявить некоторые детали динамики процесса.

С начала 2000-х гг. на стыке геологического и экологического направлений работ института к.г.-м.н. В.Н. Компаниченко осуществляются биогеохимические и геофизические исследования гидротермальных систем Дальнего Востока, фундаментальный аспект которых связан с проблемой зарождения биосферы. С 2008 г. они начали проводиться в лаборатории строения и динамики геосфер. Основными объектами являются Кульдурское термальное поле в ЕАО, а также ряд термальных полей Камчатки. В высокотемпературных водах и конденсатах пароводяной смеси было установлено несколько десятков органических соединений, принадлежащих к 10 гомологическим рядам. На основе математической обработки данных мониторинга выявлены периоды и амплитуды колебаний давления, температуры и концентраций химических компонентов термальных вод, а также определены корреляционные зависимости между этими параметрами. Исследуется также зависимость масштаба флуктуаций параметров от сейсмической активности на данной территории. Эти результаты являются вкладом в специфическую характеристику гидротермальной среды, которая рассматривается значительным числом ученых в качестве материнской для возникновения первичных форм жизни. Кроме того, полученные фактические данные используются для прогнозирования глубинных запасов геотермальной энергии в Кульдурском термальном поле. Сейчас температура термальной воды в устье скважин составляет около 72°C при их глубине всего 100 м. Согласно предварительным расчетам, при бурении скважин до глубин порядка 500–1000 м (такие глубины являются обычными в областях использования геотермальных ресурсов) на выходе, вероятно, будет высокотемпературная паро-водяная смесь. В перспективе данные глубинные ресурсы энергии могут быть использованы и для обогрева жилых помещений в поселке Кульдур, и даже для строительства геотермальной (работающей на пару) мини-электростанции. Примером такой мини-электро-

станции, обеспечивающей нужды района в электричестве, является Паужетская на Камчатке. С 2008 г. к исследованиям в этом направлении присоединился В.А. Поторай. Он участвовал в отборе проб горячей воды на комплексный биогеохимический анализ на Камчатке, а также провел экспедиционные исследования в пределах Кульдурского и Тумнинского (Хабаровский край) термальных полей. Его первая самостоятельная работа посвящена сопоставлению гидрохимического состава термальных, грунтовых и сточных вод в Кульдурском районе.

А.М. Жирновым в настоящее время проводится изучение железо-марганцевых месторождений ЕАО, включающее определение роли сопутствующих полезных компонентов. Методика работы заключается в проведении полевых геологических маршрутов с отбором штучных проб, которые анализируются спектральным и атомно-абсорбционным методами, а также в изучении фондовой и опубликованной литературы по району и типовым рудным районам России и мира. Установлена специфическая геологическая позиция протяженного (50 км) Южно-Хинганского марганцево-железорудного месторождения, приуроченного главным образом к западной части Самарского трога. Месторождение локализовано в глинисто-карбонатных породах нижнего кембрия-венда и контролируется серией сблизженных дизъюнктивных разломов и мощных даек метадиабазов. Установлен четкий структурный контроль известных месторождений железа и прогнозируемых месторождений золота протяженными разломами и дайками метадиабазов, диабазов и микрогранитов. Характерна приуроченность ряда рудных полей к грабено-горстовым тектоническим структурам длительного геологического развития. Исследованием вещественного состава руд южной части рудного поля подтвержден комплексный состав руд с необычным сочетанием ряда ценных сопутствующих металлов, представленных марганцем, никелем, кобальтом, платиной, золотом, серебром. Драгоценные и другие металлы, такие как висмут, ванадий и уран, требуют дальнейшего изучения. В пределах западного фланга Кимкано-Сутарского железорудного узла выделена меридиональная тектоно-магматическая структура протяженностью 15 км, в которой концентрируется цепочка отдельных магнитных аномалий и геохимических аномалий никеля, кобальта и золота, по вторичным ореолам рассеяния.

К.г.н. Л.И. Морозовой осуществляется дальнейшая разработка оригинальной методики прогнозирования землетрясений по локальным облачным аномалиям (ЛОА), которые фиксируются на космических снимках. На основе существования в природе лито-атмосферных связей, проявляющихся в возникновении линейно протяженных облачных аномалий над активизировавшимися разломами земной коры, выявлены территории с различной повторяемостью ЛОА, характеризующие тектоническую активность региона. В частности, с этой целью построена карта суммарного за 2007–2008 гг. количества ЛОА в квадратах географической сетки размером 5x50 в пространстве 120–160° в.д., 30–65° с.ш. На этой карте представлены суммарные значения ЛОА за все проанализированные месяцы. Л.И. Морозовой аргументиро-

вана прогностическая значимость полос искажения изображения на снимках, обусловленных радиопомехами вблизи очага в период подготовки землетрясения. Если появление ЛОА рассматривать как краткосрочный предвестник землетрясений, то «ложные тревоги» отмечались редко. Кроме этого, по космическим снимкам инфракрасного спектра были выявлены геотемпературные аномалии в криолитозоне Земли, предположительно обусловленные сейсмическими процессами. Эти аномалии могут быть использованы при разработке мероприятий по предупреждению экологических катастроф.

#### **Вывод**

Подводя итог, подчеркнем следующее. За прошедшие двадцать лет учеными ИКАРП ДВО РАН выполнено большое количество исследований, посвященных разнообразным аспектам геологического строения территории ЕАО и сопредельных регионов Дальнего Востока.

Произведена оценка минерально-сырьевой базы области, которая является основой для проведения дальнейших исследований.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Буряк В.А., Бакулин Ю.И. Металлогения золота. Владивосток: Дальнаука, 1998. 403 с.
2. Буряк В.А., Журнист В.И., Кузин А.А. Золото Еврейской автономной области (геолого-промышленные типы месторождений; перспективы, проблемы освоения). Биробиджан–Хабаровск: ИКАРП ДВО РАН, 2002. 123 с.
3. Врублевский А.А. Особенности тектоники и минерации Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2000. 148 с.
4. Врублевский А.А. Геология и минерально-сырьевая база Приамурья. Хабаровск: Приамурское географическое общество, 2000. 44 с.
5. Врублевский А.А., Кузин А.А., Иванюк Б.О., Иванюк М.Б. Месторождения неметаллических полезных ископаемых Еврейской автономной области (справочник). Хабаровск–Биробиджан: Приамурское географическое общество, 2000. 208 с.
6. Кулиш Е.А., Сорокин А.П., Врублевский А.А., Ахмадулин В.А., Змеевский Ю.П. Эндогенная минерация геоблоков центральной части Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2000. 148 с.
7. Николаев В.В., Врублевский А.А., Ахмадулин В.А., Кузнецов В.Е. Геодинамика и сейсмическое районирование материковой части Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2000. 90 с.
8. Петрищевский А.М. Глубинные структуры Вознесенского флюоритоносного района. Владивосток: Дальнаука, 2002. 106 с.
9. Усиков В.И. Минеральные ресурсы Еврейской автономной области. Опыт их изучения и освоения, проблемы и перспективы. Владивосток: Дальнаука, 2006. 144 с.
10. Юшманов Ю.П., Петрищевский Ю.П. Тектоника, глубинное строение и металлогения Прибрежной зоны Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальнаука, 2004. 111 с.

*Geological research in ICARP FEB RAS for the period 1991–2010 years are presented. The directions and results of the research conducted by various collaborators have been successively considered*