

---

# ГЕОЛОГИЯ, ГЕОДИНАМИКА И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА РАДОНОВОГО РИСКА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Андреев А.И., Медведева М.Б.

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, Россия

## EXPERIMENTAL STUDY AND ESTIMATION OF RADON RISK IN THE PRODUCTION PREMISES

Andreev A.I., Medvedeva M.B.

Far Eastern Railroad University, Khabarovsk, Russia

*The ways for radon arrival in the production area are considered and analyzed. The dependency between concentration of radon and environmental parameters is defined, and a danger of radon for the people is estimated.*

Радон присутствует в воздухе любого здания независимо от типа его конструкции. Как правило, концентрация радона в помещениях значительно выше, чем в атмосферном воздухе. Основной источник поступления радона в помещения – почва под зданием. Менее существенным источником радона являются строительные материалы минерального происхождения, использующиеся при постройке зданий.

В настоящее время считается, что за счёт радона формируется свыше половины дозы облучения, получаемой человеком от всех источников радиоактивного излучения. В спектре излучения радона преобладает альфа – излучение. Так как радон – газ, то наибольшее воздействие он оказывает на лёгочную ткань. При вдыхании человеком воздуха дочерние продукты радона оседают на поверхность легочной ткани, где они распадаются до образования долгоживущего радионуклида (свинец-210). Основную часть дозы облучения работник получает в закрытом служебном помещении.

Геологические и тектонические особенности Хабаровского края характеризуются повышением содержания урана 238 (в ЕАО – урановые плато) и, следовательно, продуктов его распада. К настоящему времени на территории края известны многочисленные глубинные и активные разломы, по которым радон мигрирует к поверхности в потоке восходящих трещино-жильных вод. Динамику миграции радона в восходящих потоках подземных вод и трещино-инфилтратационных системах отмечает высокая степень связи с сейсмической активностью территории. Микросейсмы импульсно повышают скорость восходящего потока, в результате чего концентрация радона в поверхностном слое может увеличиваться весьма существенно. При этом повышенную радиоактивность участка отражают не сильные землетрясения, а высокая повторяемость слабых.

В районах России с обычным уровнем естественного радиационного фона содержание радона в воздухе жилых помещений составляет в среднем  $40 \text{ Бк}/\text{м}^3$  – зимой и  $20 \text{ Бк}/\text{м}^3$  – летом, что объясняется изменением режима вентиляции. Среднегодовая величина –  $30 \text{ Бк}/\text{м}^3$  близка к среднемировому значению –  $40 \text{ Бк}/\text{м}^3$ . Диапазон концентраций радона в помещениях достаточно велик – от 4 до  $100 \text{ Бк}/\text{м}^3$ , что связывается с влиянием совокупности факторов: подстилающих пород, материала конструкций зданий, выделения радона из водопроводной воды, бытового газа и так далее.

В Дальневосточном государственном университете путей сообщения (ДВГУПС) в течение 2008–2010 гг. проводились исследования объёмной концентрации радона в различных помещениях университета. В качестве объектов исследований были выбраны: убежище гражданской обороны, расположенное в подвальном этаже учебного корпуса, помещение № 1, расположенное на первом этаже учебного корпуса, непосредственно над убежищем и помещение № 2, расположенное на первом этаже, на расстоянии около 150 м от помещения № 1. Измерения проводились с помощью радиометра радона РРА – 01М – 03, предназначенного для измерения объемной активности (ОА) радона в воздухе жилых и рабочих помещений. Дополнительно прибор может контролировать температуру, относительную влажность и давление атмосферного воздуха в месте измерения.

Нами была проведена оценка эффективной дозы облучения работников в течение 2009 г. в помещениях № 1 и 2 за счёт радона. Продолжительность работы в соответствии с нормативными требованиями принималась 2000 ч/год. Кроме того, была проведена оценка возможной эффективной дозы облучения в убежище в случае постоянного пребывания в нём работников. Средние значения ОА радона в течение 2009 г. в исследуемых помещениях университета составляли: убежище –  $156 \text{ Бк}/\text{м}^3$ , помещение № 1 –  $81 \text{ Бк}/\text{м}^3$ , помещение № 2 –  $65 \text{ Бк}/\text{м}^3$ . Значение ОА радона в исследуемых помещениях (№1 и 2) выше, чем в среднем по РФ. Расчётная эффективная доза облучения работников в течение года составила: в убежище  $1,87 \text{ м}^3/\text{год}$ , помещение № 1 –  $0,972 \text{ м}^3/\text{год}$ , а в помещении № 2 –  $0,780 \text{ м}^3/\text{год}$ . Вклад радона в эффективную годовую дозу при многофакторном воздействии радиационных факторов в течение года не превышает 19 %. Для убежища этот показатель выше и составляет 37 %.

Для наиболее полной оценки вреда, который может быть нанесён здоровью в результате облучения в малых дозах, определяется ущерб, количественно учитывающий как ущерб облучения отдельных органов и тканей тела, отличающихся радиочувствительностью к ионизирующему излучению, так и всего организма в целом. В соответствии с линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска.

По результатам проведённых исследований был оценён риск злокачественных новообразований для работников, рабочие места которых находятся в рассматриваемых помещениях. В убежище радиационный риск составлял  $1,02 \times 10^{-4}$ , в помещениях № 1 и 2 –  $5,37 \times 10^{-5}$  и  $4,29 \times 10^{-5}$  соответственно. Уровень пренебрежимо малого риска, в соответствии с нормативными требованиями, составляет  $10^{-6}$ . Таким образом, для работников в исследуемых помещениях величина радиационного риска отличается от допустимого значения, и этот фактор необходимо учитывать при разработке мероприятий по охране труда.

Ещё одной проблемой, требующей численной оценки, является оценка сезонных вариаций ОА радона в производственных помещениях. Например, ОА радона в убежище в течение года меняется в широких пределах и в период с мая по июль ОА радона в убежище превышает ПДК. Затем ОА радона уменьшается и в зимний период имеет тенденцию к росту, которая продолжалась и в 2010 г. Так в феврале 2010 г. ОА радона в убежище составляла  $269 \text{ Бк}/\text{м}^3$ . По данным ряда исследований ОА радона в помещениях в летний период должна снижаться по сравнению с зимним периодом. Это обстоятельство связывают с изменением режима вентиляции здания в различные периоды года. Результаты наших исследований не подтверждают этот вывод.

К сожалению, в обществе существует недопонимание радоновой опасности или, во всяком случае, ее игнорирование как проблемы социального значения. На наш взгляд это связано с тем, что последствия воздействия радона проявляются через многие годы после начала контакта с ним. Нет прямых органолептических показателей присутствия радона. Мероприятия по снижению риска облучения радона в ряде случаев требуют значительных материальных затрат.

## **ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДИОКСИДА ТИТАНА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

*Архипова Ю.А.*

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## **OPPORTUNITIES FOR ESTABLISHING THE WORKS ON TITANIUM DIOXIDE PRODUCTION IN THE RUSSIAN FAR EAST**

*Arhipova Yu.A.*

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The Russian Far East is rich in complex titanium deposits, and this is a good basis for the development and establishment of high-tech mining and geological complex. Despite some problems, there are a lot of positive factors speaking for the creation of this industry in the region.*

Одной из особенностей российского рынка является то, что Россия, крупный потребитель диоксида титана, сама его не производит, и внутренние потребности страны для металлургии и лакокрасочной промышленности практически на 100 % удовлетворяются за счет импорта.

С учетом принятых Правительством РФ программных документов о приоритетном экономическом развитии восточных регионов страны скорейшая организация здесь горно-добывающих и металлургических производств послужит созданию новых рабочих мест, росту доходов населения, повышению уровня жизни, увеличению доходной базы бюджетов региона и страны в целом и т.д., что станет надежной основой экономического роста.

Запасы и прогнозные ресурсы титана в Дальневосточном регионе весьма значительны и позволяют организовать производство диоксида титана, производство и потребление которого на сегодня является одним из показателей развития экономики. В Хабаровском крае и Амурской области в настоящее время известно 18 коренных проявлений титановых руд. Ни на одном из них разведочных работ не проводилось. Поисково-оценочные работы выполнены на восьми месторождениях (Большой Сейим и Куранах в северо-западной части Амурской области, Маймаканском, Гаюмском, Давакит, Урожайное-I и Урожайное-II на севере Хабаровского края, Чинейском на востоке Читинской области). На этих объектах проведены технологические испытания руд, ресурсы  $\text{TiO}_2$  оценены по категории C<sub>2</sub> или P<sub>1</sub>.

Запасы и прогнозные ресурсы диоксида титана в Амурской области достаточны для организации первого в России крупного производства пигментного диоксида титана. В сентябре 2007 г. между британской компанией Aricom PLC, осуществляющей проект разработки Куранахского месторождения, и

---

ФГУП «Рособоронэкспорт» заключено соглашение о создании в России производства диоксида титана на базе месторождений Большой Сейим и Куранахское. В планах компании – создание высокотехнологичного производства титановой продукции – диоксида титана. С началом освоения этих двух месторождений возрастает значение комплексных апатит-ильменит-титаномагнетитовых месторождений Хабаровского края.

Пока основным фактором, сдерживающим организацию этого производства, являются сравнительно низкие цены на диоксид титана. Наметившийся в последние годы рост цен был прерван разразившимся экономическим кризисом. С сентября 2008 г. по март 2009 г. цены сначала резко опустились, затем поднялись, а в конце этого периода повели себя различно в зависимости от региона и вида продукта.

В пользу создания полноценного горно-металлургического предприятия по производству диоксида титана на Дальнем Востоке можно выделить следующие основные положительные факторы:

1. По запасам титана и увеличению в государственном балансе запасов Россия занимает лидирующую позицию (2 место) в базе запасов титана в мире, а в Дальневосточном регионе они весьма значительны – более 110 млн т (23 % общероссийских). Достоверно оцененные прогнозные ресурсы составляют более 220 млн т (40 % общероссийских).

2. Государственный бюджет Российской Федерации наполняется за счет продажи лицензий на право пользования титановыми месторождениями, платежей, ренты за пользования недрами, что имеет немаловажное значение для развития экономики РФ. Помимо этого реализация таких проектов на территории Дальнего Востока в свою очередь будет способствовать сохранению высоких темпов экономического роста в стране в целом, созданию новых рабочих мест, росту доходов населения и повышению уровня жизни, увеличению доходной базы бюджетов всех уровней, импортозамещению, в том числе по стратегически важным видам сырья.

3. В проблему создания горно-промышленного комплекса вовлечен крупный российский бизнес, взявший на себя обязательства по реализации титановых региональных сырьевых и инфраструктурных проектов, финансовые риски и социальную ответственность.

4. Продолжающаяся разработка технологий извлечения титана из нетрадиционного минерального сырья.

5. Ильменитовый и рутиловый концентрат, пигментная двуокись титана являются достаточно ликвидными продуктами и являются востребованными, а запуск первого горно-обогатительного комбината на Куранахском месторождении способен серьезно повлиять на рынок этого вида титанового сырья.

6. Российские титановые горные и перерабатывающие проекты реализуются при поддержке государства посредством построения вертикально интегрированных производств, включая добычу сырья, его переработку, производство двуокиси титана, титановой губки, металлического титана и его сплавов, а также развития частно-государственного партнерства.

Развитие территорий горно-промышленной специализации, к которым и относится Дальневосточный регион, должно осуществляться только на основе реализации инвестиционных проектов, в которых необходимо обосновывать концепцию, определяющую решение основных задач развития экономической, финансовой, инвестиционной, экологической, социальной, внешнеэкономической и социальной политики в регионе. Инвестиционный проект можно рассматривать в качестве частно-государственного партнерства в целях подтверждения экономической эффективности промышленного освоения коренных месторождений. Концепция инвестиционного проектирования создания в регионе высокотехнологичного горно-металлургического комплекса по производству титановой продукции, а именно пигментного диоксида титана, должна базироваться на принципах функционирования вертикально-интегрированных компаний, с обоснованием размещения сопряженных производственных мощностей, охватывающих комплекс геолого-разведочных работ с последующим построением добывающих и перерабатывающих производств. Первичные комплексы могут быть составными частями более крупных технологических объединений – например, в виде Дальневосточного горно-металлургического комбината по переработке титаномагнетитов, ферросплавов и железных руд региона.

**ЛЕНИНГРАДСКИЙ НАДВИГ – ВАЖНЕЙШАЯ ПОГРАНИЧНАЯ СТРУКТУРА  
КОМСОМОЛЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Беспалов В.Я.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

**THE LENINGRAD COMPRESSION THRUST AS THE MOST IMPORTANT  
BORDER – STRUCTURE OF THE KOMSOMOLSK ORE AREA (THE KHBABROVSK KRAI)**

Bespalov V.Ja.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The Leningrad compression thrust was discovered in the process of detailed Sobole copper-tinny deposit exploration in the north of the unique Komsomolsk ore area. The paramount role of it is in the quartz-tourmaline sub-meridional zone restriction. The zone contains main mass deposits, their combination forming the ore body with a high content of metal. The perspective thrust interval is 20–25 km.*

Вопрос о границах рудных районов имеет принципиальное значения для рудной геологии и металлогении. Комсомольский рудный район относится к числу уникальных по запасам олова касситерит-силикатной формации – с оруденением, во многом сходным со знаменитым районом Корнуолл в Англии. Расположен он в Хабаровском крае в 45–60 км к северо-западу от Комсомольска-на-Амуре. Рудные тела месторождений залегают в кварц-турмалиновых зонах и имеют, как правило, комплексный состав при ведущей роли олова и меди, в числе попутных компонентов – триоксид вольфрама, свинец, цинк, сера, мышьяк, рассеянные – кадмий, индий, ниобий и некоторые другие.

Основные месторождения Комсомольского рудного района к настоящему времени, кроме Соболиного, выработаны на 50 % и более, поэтому вопрос о поисках и разведке новых месторождений стоит достаточно остро. Почти все исследователи, изучавшие эту территорию, приходят к выводу, что на современной поверхности новые открытия исключены в силу высокой изученности её методами детального картирования, минералого-геохимических и геофизических поисков.

Анализ накопленной информации по поискам и эксплуатации месторождений показывает, что потенциал Комсомольского рудного района далеко не исчерпан и может быть увеличен вдвое к ранее утвержденным запасам, если следовать в дальнейшем известным методическим постулатам поисков и разведки. Исследовательские и геолого-разведочные работы следует развивать в следующих главных направлениях: увеличить глубинность прогноза рудных тел с применением соответствующих нетривиальных методик, в частности таких как глубинное геолого-структурное картирование (ГГК); разработать новые поисковые концепции; пересмотреть геолого-экономические оценки разведенных и эксплуатируемых месторождений в сторону смягчения промышленных кондиций освоения под углом зрения их комплексности в хорошо освоенной ландшафтной местности (здесь не рассматривается).

Идея «надвига» как первоочередного объекта для постановки поисковых работ следует из достигнутого состояния изученности Комсомольского рудного района, в частности, минерализованных зон северной окраины. В многочисленных работах по рудной геологии района место и время образования надвиговых структур не определены, все исследования и разведка концентрировались на минерализованных меридиональных сдвигово-сбросах либо на общей геологии.

По мере детальной разведки Соболиного месторождения было выяснено, что северо-западного направления крутозалегающие рудные зоны Соболиная, Восточная, Юбилейная, Средняя ограничиваются общей тектонической зоной разлома – надвигом северо-восточного простирания и не пересекают её, а рудная минерализация «растекается» в плоскости надвига, образуя крупное рудное тело, с которым в лежачем блоке сопряжены крутозалегающие рудные тела того же состава сопредельных рудных зон.

Зона надвига прослежена буровыми скважинами на интервале 1200 м, выклинивание по флангам и на глубине не установлено. Падение смесятеля варьирует от 35 до 50°, а амплитуда смещения по нему достигает 500 м. Надвинут северо-западный осадочный блок (азимуты падения от 260 до 340°). Под ним залегает клин меловых вулканических пород (холдоминская и амутская толщи). Собственно внутри вблизи кровли надвига наблюдается тектоническая глинка с обломками вмещающих пород (от 10 см до 1,5 м), ниже – тектоническая брекчия с кварц-карбонатным цементом (от 0,5 до 15–16 м). В лежачем боку надвига установлены псевдобрекчевые монокварциты и кварц-турмалиновые метасоматиты мощностью до 20–33 м, к которым приурочено оловянное оруденение.

Северо-восточный интервал надвига прослежен под рыхлыми отложениями и четвертичными базальтами методом электрического зондирования на пять км от рудных тел до широтного Шаманийского разлома (структуры Толокан, зона 20 и зона Геофизическая-II). На запад Ленинградский надвиг фрагментарно изучена на интервале 7–8 км, между истоком левые Хурмули и долиной Правый Гайчан при вскрытии зон крутого залегания – Хурмулинской, Делювиальной и ряда других зон кварц-турмалинового состава. Продолжение зоны надвига на запад еще на 12–15 км от Соболиного рудного поля до Лунного

---

под мощными рыхлыми наносами северного склона Мяо-Чана предполагается главным образом по геоморфологическим признакам. Эта местность сложная для проведения поисков, но широко распространенные к югу кварц-турмалиновые зоны – 11, 12, 13, 14 Поисковая, Нижняя, Комсомольская, северные фланги Лунного и др. позволяют прогнозировать, по аналогии с Соболиным рудным полем, связь их с зоной надвига. Также как и там выявлен разворот всех минерализованных разрывов к северо-западу, почти по нормали к простирации надвига, не получивший объяснения с ортодоксальных позиций глубинных меридиональных сдвигов в фундаменте района. В крайней Западной рудоносной структуре суммарный вектор простираций перпендикулярен Кур-Мяочанскому разлому, с которым сливается Ленинградский разлом, в частности, зона Зверинная и ряд других.

Таким образом, влияние Ленинградского разлома на дорудную разрывную тектонику видно в закономерной смене простираций (на 30–50° на запад) главных рудносырых структур Комсомольского района – Амутской, Солнечной Перевальной, Придорожной, Соболиной при приближении к нему до 10–15 км. Вблизи зоны влияния надвига, возникают как правило несколько стволовых – главных минерализованных разрывов и сопутствующие им пучки трещин типа «конского хвоста», концентрирующегося к центру Амутской мульды. С точки зрения кинематики образования трещин подобные соотношения могли возникнуть, если допустить не только взбросовые подвижки по смесяителю надвига, но и мощные лево-сдвиговые смещения северо-западного блока (осадочного) по отношению к юго-восточному существенно вулканогенному. Источником сил служили главным образом гранитные массы, картируемые как на поверхности (Чалбинский массив), так и на глубине (лакколит Лишневского).

Дальнейшие исследования структуры района позволят по-новому выстроить поисковую концепцию в казалось бы уже не вызывающим геологического интереса Комсомольском рудном районе. В первую очередь перспективны на открытие комбинированных рудных тел области сочленения известных в северном секторе района рудных зон с предполагаемым надвигом (прогнозные ресурсы категории Р<sub>2</sub> порядка 50–70 тыс. т олова и столько же меди). Для намечающегося промышленного освоения иноfirmами месторождения Соболиного это существенный прирост ресурсов, нуждающийся в дальнейшей оценке.

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Van-Van-E A.P.

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## SCIENTIFIC BASIS FOR WORKING UP A STRATEGY OF MINERAL RESOURCES RATIONAL DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN FAR EAST

Van-Van-E A.P.

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The main elements of the scientific strategy are considered, aimed at the Russian Far East mineral resources rational development. The creation of strategy processes comprises three blocks of investigations: marketing, geologic-economic, and mining-technological ones.*

Геологоразведочные работы на Дальнем Востоке и, в значительной мере, горнодобывающая отрасль были ориентированы в предыдущие годы на освоение полезных ископаемых практически всех видов, в том числе представлявших на соответствующий период промышленный или стратегический интерес. Из многочисленных месторождений региона разрабатывались золотороссыпные и золоторудные, оловянные, вольфрамовые, полиметаллические, урановые (в Забайкалье) и некоторые нерудные (уголь, нефть, флюорит, брусит, строительные материалы). Освоение практически всех типов месторождений в доперестроекные годы экономически контролировалось условно, и во многих случаях добыча и переработка минерального сырья производилась на дотационной основе. В связи с переходом всего народного хозяйства России на рыночные отношения в корне изменились приоритеты в освоении полезных ископаемых Дальнего Востока, а многие горнорудные предприятия обанкротились из-за низкой конкурентоспособности товарной продукции, устаревшей технологии добычи и переработки руд, нерациональной экономики производства в целом, плохой организации труда и ряда других негативных факторов.

Совершенно очевидно, что дальнейшее рациональное освоение минеральных ресурсов Дальнего Востока возможно на основе анализа интегрированной схемы использования минерально-сырьевых ресурсов – от выделения дефицитных видов полезных ископаемых в регионе, оценки запасов и качества руд до привлечения наиболее эффективных способов добычи и переработки сырья. Особое значение приобретает научное обоснование масштабов и пропорций вовлечения в эксплуатацию объектов рудной и россыпной добычи золота и других ценных компонентов. Необходимо признать важную роль в пополнении минерально-сырьевой базы россыпной золотодобычи техногенных образований, для освое-

ния которых имеются все необходимые технологические разработки. Существенно важным является анализ затрат в укрупненной форме при осуществлении работ отдельных этапов производственного цикла с выходом на себестоимость единицы товарного продукта и производительность на одного работающего.

Наиболее важными элементами научной стратегии рационального освоения минеральных ресурсов являются следующие (с позиций целесообразности и рентабельности):

1. Научный анализ минерально-сырьевой базы Дальнего Востока по профилирующим видам полезных ископаемых на основе исследований закономерностей распределения и условий формирования месторождений различных типов с целью выбора дефицитных видов сырья. Минерально-сырьевые исследования включают также изучение перспектив выявления промышленных концентраций нетрадиционных для региона полезных ископаемых, в том числе отходов переработки минерального сырья ГОКов и приисков, представляющих в настоящее время техногенные комплексные месторождения.

2. Исследования характерных особенностей качества руд различных типов месторождений с соответствующей оценкой возможности применения наиболее эффективных технологий переработки сырья с максимальным выходом товарного продукта при минимальных затратах. Предполагается сравнительный анализ используемых технологий и прогрессивных способов извлечения полезных компонентов на уровне отечественных и зарубежных разработок.

3. Изучение экономической эффективности добычи и переработки различных видов полезных ископаемых региона с оценкой стоимости работ на различных этапах технологической цепи, включая исследования экономической деятельности отдельных (эталонных) горнорудных предприятий региона.

4. Исследование систем управления горнодобывающими отраслями региона и выборочное изучение уровней эффективности организации работ по добыче и переработке минерального сырья на отдельных (эталонных) горнорудных предприятиях

5. Модельные комплексные горно-экономические исследования закономерностей рентабельного освоения минеральных ресурсов региона в условиях рыночных отношений и для различных географо-экономических зон региона.

6. Создание специализированной компьютерной базы данных дефицитных месторождений и горнорудных предприятий.

В Институте горного дела ДВО РАН сформированы основные направления *стратегии рационального освоения минеральных ресурсов Дальнего Востока* в рыночных условиях, включающей три блока основных НИР: 1. *Маркетинговый* – определение конъюнктуры металлов в России и на мировом рынке; выделение групп дефицитных металлов; возможные потребители. 2. *Геолого-экономический* – модельные экономические расчеты освоения различных типов месторождений дефицитных металлов для разнообразных природных, физико-географических и социально-экономических условий. 3. *Горнотехнологический* – исследования высокоеффективных систем разработки месторождений и извлечения полезных компонентов на уровне отечественных и зарубежных достижений в этих областях.

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РОССЫПЕЙ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

*Van-Van-E A.P.*

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## **MAIN FACTORS FOR COMPLEX PLACERS FORMATION IN THE SOUTHERN TERRITORIES OF THE RUSSIAN FAR EAST**

*Van-Van-E A.P.*

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The leading geologic factors, which determine complex placers formation, namely: metallogenetic, magmatic, metamorphic, petro-density oriented (physical) ones are substantiated in the article. Manifestations of these factors determine both the complex placers composition and their scale.*

Проблеме комплексных россыпей на юге Дальнего Востока в последние годы уделяется повышенное внимание в связи с возможностью эффективного и экономичного комплексного извлечения из них ряда ценных минералов, образующих как самостоятельные россыпи, так и входящих в состав традиционных промышленных золотоносных и платиноносных россыпей.

Комплексная металлоносность конкретных россыпных объектов связана с проявлениями геологических, металлогенических и геоморфологических факторов, а также с физическими свойствами минералов. Степень их влияния следующая.

---

1. *Металлогенический фактор* определяет ареалы распространения групп металлов и минералов, связанных с определенными типами гидротермально-метасоматических процессов: скарнированием, грейзенизацией, аргиллизацией пород и т.д.

Для юга Дальнего Востока характерны два ведущих металла: золото и олово, локализация большей части которых обусловлена гидротермально-метасоматическими процессами. Они представлены жильно-кварцевым, кварц-метасоматическим, кварцево-сульфидным парагенезисом, с элементами-примесями (индий, ниобий) в кассiterите. Весьма широко в Приморском крае распространено скарнообразование. Здесь наблюдаются собственно скарновые месторождения, где промышленно ценные парагенезисы связаны со скарнами в пространстве и во времени. Это магнетит, бораты, сульфидные руды. Кроме того, характерны скарны с наложенным оруденением, сформировавшимся под воздействием постмагматических растворов интрузивных тел. Так, с гранитными интрузиями преимущественно связана редкометалльная и полиметаллическая минерализация: молибден-шестилитовое оруденение с гроссуляровым гранатом, шеелит-сульфидные месторождения с золотом. С основными магмами и их дифференциатами – железорудные проявления Амурской области и юго-западной части Хабаровского края.

С процессами грейзенизации кислых интрузивных, эфузивно-осадочных и метаморфических пород юга Дальнего Востока связаны крупные месторождения олова, а также проявления топаза, флюорита, берилла, рутила, вольфрамита, молибденита, висмутина, пирита, граната, шеелита. Месторождения колчеданного типа с рудами железа и меди характеризуются присутствием в них минералов никеля и кобальта, а также примесями серебра и золота.

2. *Магматический фактор*, с которым в результате дезинтеграции различных петрографических типов пород связано поступление в россыпи определенных групп минеральных ассоциаций: сидерофильной – с минералами-носителями титана, никеля, платиноидов; литофильной – с редкометалльной, редкоземельной и радиоактивной минерализацией.

Минеральные ассоциации сидерофильной группы связаны с крупными габбро-анортозитовыми массивами в пределах Джугджурской провинции Олекмо-Станового пояса, Брянтинской провинции, Каларского рудного района, Сихотэ-Алинской складчатой области и представлены рудными и россыпными проявлениями ильменита, титаномагнетита, а в ряде россыпей Сихотэ-Алинской области присутствуют анатаз, рутил, сфен, лейкоксен, циркон и в редких случаях – алмазы. Ультрасовременными массивами на севере Хабаровского края обусловлена платиновая минерализация (Кондерский массив, Шантарские острова). Редкие и редкоземельные группы элементов тяготеют к областям проявления разновозрастных гранитоидных интрузий. Лантаноиды наиболее широко проявлены в Восточно-Становом своде, западном обрамлении Учурского горста; цирконий фиксируется в россыпях по восточному обрамлению Буреинского массива и в пределах Сихотэ-Алинского вулканогенного пояса.

3. *Метаморфический фактор* определяет формирование в метаморфизованных породах многих полезных минералов-носителей, а также самородных металлов – золота и платины, камнесамоцветного сырья.

4. *Физические свойства* (удельный вес, стойкость к выветриванию, твердость, хрупкость) минералов-носителей определяют сохранность, транзит и накопление последних в водотоках и структурах аккумуляции в зависимости от их коэффициента сферичности, гидравлической крупности и ряда других физических свойств.

Так, в комплексных россыпях ближнего сноса определен следующий миграционный ряд минералов-носителей в зависимости от их плотностных характеристик ( $\text{г}/\text{см}^3$ ): платина (15–21,5), золото (15,6–19,7), эвксениит (4,3–5,8), лопарит (4,6–4,9), фергюссонит (5,5–6,5), самарскит (5,4–5,9), ильменит (3,7–4,8), кассiterит (5–7,1), поликраз (~5,0), колумбит (5,2–7,9), циртолит-малакон (4–5), шеелит (5,8–6,2), вольфрамит (7–7,5), tantalит (5,2–7,9), пирохлор (4,2–6,4), киноварь (8,1–8,2), микролит (5,9–6,4), гатчеттолит (4,5–4,8).

В лаборатории разработки россыпных месторождений ИГД ДВО РАН минералого-geoхимические исследования по комплексной россыпной металлоносности выполнены в ограниченных объемах и лишь по золотоносным россыпям. Анализ результатов по 80 россыпям показал, что в южной части Дальнего Востока наиболее распространенными минералами-носителями являются золото, магнетит, пирит ильменит, титано-магнетит, кассiterит, шеелит, циркон, монацит, рутил хромит, ксенотит, колумбит, апатит, сфен, гранат. По данным минералогического анализа «черных шлихов» промприборов и хвостов шлихобогатительной установки ряда россыпей, содержание в них ильменита во фракциях класса 1,0+0,25 мм достигает 50–70 %, кассiterита 20–50 %, циркона – до 10–20 %, граната – 10–40 %. По полуколичественному спектральному анализу этих шлихов отмечаются повышенные концентрации редких (титана, ниobia, бериллия, циркония гафния) – от 0,2 до 1,0 %; рассеянных (индия, таллия, селена, теллура) от 0,1 до 0,7 % и редкоземельных элементов (церия, лантана, иттрия) от 0,1 до 1,0 %. Таким образом, шлихи, содержащие перечисленные выше минералы, могут рассматриваться как черновые концентраты.

Приведенные в работе некоторые обобщения являются предварительными. В дальнейшем предстоит более тщательное изучение комплексной россыпной металлоносности и, помимо золота, групп минералов-носителей различных элементов, самородных и самоцветных минералов, необходимо определение их количественного состава, приуроченности к ландшафтно-геоморфологическим элементам Дальнего Востока, экономической целесообразности извлечения из комплексных россыпей.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИРОДА МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ГАММАСПЕКТРОМЕТРИИ

Володькова Т.В.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косягина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## CHARACTERISTICS AND NATURE OF MAGMATIC COMPLEXES IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION ON GAMMA SPECTROMETRY DATA

Volodkova T.V.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The technique of large-scale aero-gamma spectrometry data (characteristics of natural radioactive element (NRE) ratios use for the study of the origin of magmatism) is developed. Based on these data, the areas of plume-origin magmatic rocks have been discovered in the Priamurye. It was established that U/K ratio value can be used as the universal geodynamic criterion when studying geodynamic nature of magmatic rocks. Validation of the criterion was performed by using a tectonic map of the Priamurye and the scale of geodynamic types of magmatic rocks was elaborated for its utilization.*

Данные современной крупномасштабной аэrogамmasпектрометрии могут с успехом использоваться для изучения природы магматизма, так как с позиций изотопной геологии, естественные радиоактивные элементы (ЕРЭ) входят в число крайне несовместимых элементов-индикаторов магматических процессов. Используются значения отношений ЕРЭ; по сравнению с содержаниями, они меньше зависят от погрешностей съемки и сопоставимы с данными наземных исследований. Магматические комплексы характеризуются средними фоновыми значениями отношений ЕРЭ. Рассчитаны средние значения отношений ЕРЭ магматических комплексов Приамурья, земных слоев (верхняя, нижняя кора) и обогащенных мантийных резервуаров ЕМ I, ЕМ II, НИМУ. Получены предварительные данные, позволяющие выделять и дифференцировать магматические породы плутоновой природы. Геодинамический тип магматической породы может быть определен с использованием величины фонового уран-калиевого отношения (уран-калиевого критерия) [1–2].

Усилиями сотрудников ИТиГ ДВО РАН в Приамурье создана Тектоническая карта масштаба 1:2 500 000 [5, 7], где впервые дифференцированы геодинамические типы магматических комплексов и вмещающих их пород. Градации геодинамических типов довольно широки. Так, в пределах Сихотэ-Алинского орогенного пояса выделяются: магматические комплексы активных континентальных окраин (АКО), вулканических и вулкано-плутонических поясов (ВПП), реже коллизионный и субдукционный типы. Здесь автором были сопоставлены результаты определения геодинамической природы магматических комплексов, с использованием материалов [5, 7] и уран-калиевого геодинамического критерия. Установлена хорошая корреляция этих данных, причем, по величине геодинамического критерия тип пород в ряде случаев можно определить значительно более дифференцированно. Сделан вывод о высокой эффективности геодинамического критерия; при этом его градации были уточнены.

По значениям отношений ЕРЭ выделяются магматические образования основных геодинамических типов (в скобках приведены их характеристики): I<sub>1</sub> – тип (субдукционные, U/K ≥ 1,75); I<sub>2</sub> – тип (переходные к коллизионному, U/K = 1,5 – 1,75); S<sub>1</sub> – тип (синколлизионные, U/K = 1,25–1,5); S<sub>2</sub> – тип (позднеколлизионные, U/K = 1,0 – 1,25); A<sub>1</sub> – тип (постколлизионные, U/K = 0,75 – 1,0); A<sub>2</sub> – тип (анорогенные, U/K ≤ 0,75). Эти данные пока можно считать предварительными; они нуждаются в дальнейшем уточнении с использованием статистических данных.

В Еврейской автономной области (ЕАО) широко развиты разновозрастные магматические породы, существенно, гранитоиды, среди которых по тектонической карте [7] выделяются две группы: комплексы активных континентальных окраин (АКО) и вулканических (вулкано-плутонических) поясов (ВПП). Формирование комплексов активных континентальных окраин связывается с несколькими тектоническими циклами: каледонским C<sub>2</sub>, герцинским H<sub>2</sub>, альпийским M<sub>4</sub>; с циклом M<sub>4</sub> связывается также образование вулканитов среднего-кислого состава. Кроме того, в регионе выделяются вулканиты рифтогенного четвертичного этапа G<sub>2</sub>, которые отсутствуют непосредственно на площади, где автором проводились аэрогеофизические исследования. Согласно классическим схемам развития континентальных окраин, при формировании АКО могут выделяться этапы: субдукционный – этап формирования аккреционной призмы (раннеколлизионный) – синколлизионный – позднеколлизионный (постколлизионный) – внутриплитный [3, 6]. Магматические породы, относящиеся к некоторым этапам, могут отсутствовать; более

вероятно, что они частично объединены в две вышеупомянутые группы: магматические комплексы АКО и ВПП. Таким образом, теоретически возможно более дробное деление этапов магматизма, и метод отношений ЕРЭ это позволяет.

Рассчитаны средние характеристики ЕРЭ нескольких магматических комплексов ЕАО, описанных в [4]. Характеристики ЕРЭ биробиджанского интрузивного комплекса (ИК) (крупный Сутарский массив, каледонский цикл C<sub>2</sub>): U/Th=0,28–0,33; K/Th=(0,20-0,25)\*10<sup>-4</sup>; U/K=(1,30-1,32)\*10<sup>+4</sup>. Характеристики ЕРЭ тырмо-буреинского ИК (Сутарский, Козулихинский массивы, каледонский цикл C<sub>2</sub>): U/Th = 0,38; K/Th = 0,23\*10<sup>-4</sup>; U/K = (1,68-1,70)\*10<sup>+4</sup>. Значения отношений ЕРЭ харинского ИК (Козулихинский, Дуриловский, Самара-Биджанский массив, герцинский цикл H<sub>2</sub>): U/Th = 0,22-0,32; K/Th = 0,08-0,18\*10<sup>-4</sup>; U/K = (1,5-1,75)\*10<sup>+4</sup>. Характеристики ВПП можно оценить по значениям отношений ЕРЭ ярапской свиты, представленной, преимущественно, липаритами: U/Th = 0,28; K/Th = 0,18\*10<sup>-4</sup>; U/K = 1,6\*10<sup>+4</sup>. С учетом уран-калиевого геодинамического критерия, биробиджанский ИК относится к синколлизионному, тырмо-буреинский и харинский – к предколлизионному этапу; образования ярапской свиты также связываются с предколлизионным этапом. Все это достаточно хорошо совпадает со схемой развития АКО; очевидно, на территории эта обстановка повторялась в течение нескольких тектонических циклов, сохранившихся фрагментарно. Немаловажно, что все упомянутые ИК специализированы на руды металлов [4].

Выводы. Таким образом, отмечается хорошее совпадение результатов определения геодинамических типов пород на основе тектонических построений и по уран-калиевому критерию, что является доказательством его действенности. С использованием уран-калиевого критерия возможно более дифференцированное определение геодинамического типа, чем на основе тектонических построений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Володькова Т.В. Особенности магматизма острова Кунашир (Курильская островная дуга) по аэро-геофизическим данным // Тихоокеанская геология. 2007. № 6. С. 15–37.
2. Володькова Т.В. Характеристики отношений ЕРЭ гранитоидов различных геодинамических типов // Гранитные батолиты в геологическом строении и геологической истории Северо-Востока Азии // Границы и эволюция Земли: геодинамическая позиция, петрогенезис и рудоносность гранитоидных батолитов: Тез.докл. Улан-Удэ: Изд. БНЦ, 2008. С. 68–71.
3. Вулканические пояса Востока Азии. М.: Наука, 1984. 504 с.
4. Мартынюк М.В., Рымов С.А., Кондратьев В.А. Объяснительная записка к схеме расчленения и корреляции магматических комплексов Хабаровского края и Амурской области (Отчет по теме №330 за 1987–1990 гг.). Хабаровск, Изд-во МинГео СССР, 1990. 216 с.
5. Тектоника, глубинное строение, металлогенез области сочленения Центрально-Азиатского и тихоокеанского поясов / Объяснительная записка к Тектонической карте масштаба 1:15 000 000. Владивосток-Хабаровск. 2005. 264 с.
6. Шпикерман В.И. Геодинамическая модель доакреационной металлогенезии северо-востока Азии // Тектоника и металлогенез Северной Циркум-Пацифики и Восточной Азии: Тез. докл. Хабаровск, 2007. С. 564–567.
7. Tectonic map of the Central Asian-Pacific belts Junction Area. S. 1:1 500 000 / Compiled by Karsakov L.P., Zhao Chunjing et al. RAS FEB Yu. A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics; China Geological Survey; Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources. Khabarovsk-Shenyang, 2001. 6 sh.

#### ПРОГНОЗНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ОБНАРУЖЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИЛИ ОСТРОДЕФИЦИТНЫХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Горошко М.В.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косягина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

#### PREDICTION CRITERIA FOR RECOGNITION OF GEOLOGIC STRUCTURES PROMISING FOR DETECTION OF STRATEGIC OR HIGHLY SCARCE KINDS OF MINERAL RAW MATERIAL

Goroshko M.V.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*Key deep features, independent of the direct features of ore potential, regarding recognition of new ore districts in the areas of Precambrian and Late Mesozoic magmatism are presented.*

Поиски новых месторождений стратегических видов минерального сырья в выделенных по прямым признакам, т.е. по наличию в них известных рудных месторождений (рудопроявлений) рудных районах и узлах, не всегда приводят к желаемому результату. Нужно привлечение новых более надежных прогнозно-геологических методов выделения перспективных районов. Эти методы могут быть разработаны путем привлечения глубинных инструментов изучения территорий, новых подходов к интерпретации по-

лученных данных, а также разработанных при научно-исследовательских работах критериях, не применявшихся ранее для металлогенической оценки территорий.

Появились исследования, доказывающие приуроченность эндогенных рудных месторождений к глобальным тектоническим элементам: рифтам, зеленокаменным поясам, мантийным плюмам, глубинным разломам, проникающим в мантию, краевым частям ореолов интенсивной гранитизации. Установлено, что характер рудной минерализации зависит от мощности литосферы в данном районе и не зависит от мощности земной коры.

Задачи выделения новых структур, перспективных на месторождения стратегических видов минерального сырья, решались в полосе профиля ДВ-3 по линии Сковородино-Томмот. Известные в ней месторождения подразделяются на: а) связанные с развитием докембрийской Сибирской платформы, б) докембрийского (байкальского?) Аргуно-Мамынского массива Центрально-Азиатского орогенного пояса, в) каледонского Селенга-Станового орогенного пояса, г) позднепалеозойско-раннемезозойского Монголо-Охотского орогенного пояса и д) с зонами позднемезозойской тектономагматической активизации этих структур.

Докембрийская эпоха Сибирской платформы характеризуется месторождениями железа скарнового и метаморфогенного типов, флогопита, апатита, медно-никелевого с платиной и золотом оруденения в дифференцированных массивах основных-ультраосновных пород, месторождениями урана, тантала, ниobia, редких земель, мусковита и горного хрусталя.

Для байкалид Аргуно-Мамынского массива характерны месторождения (рудопроявления) железа, магнезита и графита осадочно-метаморфогенного типа. Каледонская эпоха характеризуется формированием стратиформных залежей медно-колчеданных руд, проявлений железа, марганца и фосфоритов вулканогенно-осадочного и осадочного генезисов. Позднепалеозойско-раннемезозойская эпоха характеризуется формированием рудных объектов с молибденовой, вольфрамовой, золотой, редкометалльной и редкоземельной минерализации гидротермально-метасоматического и гидротермального типов.

К классу рудных месторождений, приуроченных к областям позднемезозойской тектономагматической активизации выше названных структур: вулкано-плутоническим зонам, ареаламмагматизма и рифтовым структурам, относятся золоторудные, урановые, молибденовые, сурьмяно-ртутные и флюоритовые месторождения гидротермального и гидротермально-метасоматического типов, бериллиевые пегматитового и грейзенового типов и комплексные объекты сложного генезиса.

Наиболее продуктивными эпохами являются две: раннепротерозойская и позднемезозойская. При этом если в раннепротерозойскую эпоху основным фактором рудообразования являлись метасоматические процессы, а источником рудного вещества были геохимически специализированные комплексы пород в шовных рифтогенных зонах, то в позднемезозойскую эпоху большую роль играли глубинные источники рудного вещества в связи с интенсивно проявленным интрузивным и вулканическим магматизмом.

Рудные районы с крупными месторождениями стратегических видов минерального сырья, как правило, располагаются в областях земной коры и литосферы со специфической глубинной структурой, которая выявляется в результате интерпретации геофизических данных.

К настоящему времени в результате анализа связей рудных районов с глубинным строением, магматизмом и структурными признаками сформулированы основные критерии выделения рудных районов.

*I. Установленные при анализе геологических карт поверхности и геофизических полей.*

1. Долгоживущие зоны глубинных разломов нижнекорового и мантийного заложения. 2. Участки объемной тектонической проработки земной коры, служившие зонами тепло- и массопереноса при образовании рудных месторождений, интенсивного развития разрывных нарушений. Устанавливаются прямыми геологическими наблюдениями, методами структурной геофизики и дешифрированием космических и аэрофотоснимков. 3. Локальные, относительно изометричные минимумы силы тяжести размером, соответствующим металлогеническим таксонам. 4. Развитие многочисленных магматических тел разного состава, близких по возрасту рудной минерализации. Выделяются прямыми наблюдениями и методами структурной геофизики по кольцевым и изометричным магнитным аномалиям различной интенсивности и знака и по аэрогамма-спектрометрическим полям. 5. Ореолы максимального проявления (экстенсивности) коллизионных и внутриплитных гранитоидов, контролируемых магнитными плюмами и линейными плутоническими поясами. Месторождения, как правило, локализуются в градиентных зонах ореолов экстенсивности.

*II. Глубинные критерии, установленные при математической обработке сейсмо- и гравиметрических материалов*

1. Области локальных выступов астеносферы и сокращенной мощности литосферы до 100–150 м. 2. Области повышенной, по данным МТЗ проводимости земной коры, уходящие корнями в мантию. 3. Области аномальных скоростных параметров в средней и верхней частях земной коры, фиксирующие области высокой тектонической проработки. 4. Зоны и участки земной коры с аномальной плотностью, уходящие корнями в мантию, интерпретируемые как зоны проникновения в земную кору вещества ман-

---

тии. 5. Уступы в земной коре амплитудой 2–4 км и более. 6. Глубинные разломы, проникающие в нижнюю часть земной коры или в мантию.

Кроме того, нами установлены [Малышев и др., 2009] оптимальные значения мощности литосфера для различных крупных месторождений полезных ископаемых (Au, Mo, U, Sn, Pb, Zn). По проявленности максимального количества перечисленных выше критериев в полосе профиля 3-ДВ выделены рудные районы, перспективные на те или иные виды стратегического сырья.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Горюхин М.В.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY FOR MINING WASTE USE IN THE TERRITORY OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

Goruykhin M.V.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*Rational use of mineral resources is still timely. Mining wastes from major extractive industries can be a source of additional minerals. On the basis of the existing two centers of resource flows concentration may increase the completeness of natural-resource potential use of the Jewish Autonomous Region.*

В условиях нарастающего ресурсного дефицита и истощения запасов полезных ископаемых рациональное использование природных ресурсов становится всё более актуальной задачей. На территории Еврейской автономной области (ЕАО) имеется несколько месторождений, освоение которых так или иначе связано с накоплением больших объемов отходов добычи и обогащения. Это, например, Хинганское (олово), Кульдурское (брусит), Ушумунское (бурый уголь), к ним можно отнести подготавливаемые к освоению Кимканское и Сутарское месторождения (железо). Вместе с тем, только этими месторождениями не ограничиваются все разрабатываемые в области источники минерального сырья. Кроме перечисленных имеются месторождения разнообразных строительных, металлических и топливно-энергетических полезных ископаемых.

В хвостохранилищах бывшего комбината Хинганский ГОК, разрабатывавшего одноимённое месторождение олова, складированы накопленные за долгие годы работы отходы обогащения оловянных руд. Кульдурское месторождение брусила – здесь добываются брусины первого и второго сортов, представляющие наибольшую ценность, а третьего и четвертого сортов, а также породы вскрыши складируются в отвалах. В процессе подготовки к освоению и отработке Кимканского и Сутарского месторождений железных руд сформируются несколько объектов складирования отходов добычи и обогащения (хвостохранилища, отвалы вскрыши, пустой породы и бедных руд). Добыча бурого угля на Ушумунском месторождении сопряжена со значительными вскрышными работами, результат которых – отвалы, состоящие из песков, глины, суглинков, песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Отходы всех добывающих производств остаются на месте, а добытое сырьё направляется потребителям, в том числе расположенным за пределами региона, что накладывает серьёзные ограничения на качество отгружаемой продукции, поэтому низкосортное сырьё складируется в отвалах, что сказывается на увеличении общей массы отходов.

При рассмотрении путей перемещения сырья на территории ЕАО можно отметить два региональных «центра притяжения» минерально-сырьевых потоков. Эти центры концентрируют его как от ближайших месторождений, так и расположенных относительно далеко. Один из них расположен в Облученском районе, а второй в Биробиджанском. В Облученском районе в качестве такого центра выступает пос. Теплоозёрск с расположенным в нём ОАО «Теплоозёрский цементный завод». В Биробиджанском – г. Биробиджан с его строительной индустрией, потребляющей большое количество разнообразных строительных полезных ископаемых. Главным отличием первого центра от второго в том, что в нём сырьё перерабатывается и направляется далее. Во втором центре происходит его постоянное накопление.

Как мы полагаем, создание новых связей между предприятиями недропользователями на основе существующих ресурсных центров может существенно повысить комплексность использования минеральных ресурсов, возможно, создать новые производства. Тесная кооперация добывающих производств Облученского района с ОАО «Теплоозёрский цементный завод» позволит создать на его основе комплекс по переработке отходов добычи и обогащения, а также по производству широкой номенклатуры строительных материалов. В первую очередь речь идет об использовании отвалов Кульдурского месторождения с накопленными в них низкосортными брусирами и породами вскрыши. Здесь же возможно использование пород вскрыши и отходов обогащения железных руд строящегося Кимкано-Сутарского ГОКа. Город Биробиджан для решения проблемы увеличивающегося дефицита земель и одновременного сырь-

евого может вовлекать в использование не только уголь, но и отходы Ушумунского бурового разреза. Их объемы, состав и скорость накопления позволяют надеяться на удовлетворительное решение проблемы.

Таким образом, создание дополнительных связей между предприятиями недропользователями и потребителями минерального сырья области на основе имеющихся ресурсных центров позволит повысить полноту использования природно-ресурсного потенциала региона.

## **ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ**

*Григорьев В.П.*

ФГНУ «Институт региональной экономики Севера», Якутск, Россия

## **RESOURCES OF IRON ORE OF SIBERIA AND THE FAR EAST RUSSIA AS THE FACTOR OF PROGRESS OF FERROUS METALLURGY OF NORTHEAST ASIA**

*Grigoriev V.P.*

FSSI «Institute of regional economy of the North», Yakutsk, Russia

*In Siberia and the Far East Russia, that is the Asian part of Russia lies 31,7 billion t or 16 % of the all-Russian stocks of iron ore, and extraction of ore makes only 12 million t. In the mean time in the long term after 2020 year extraction from above 100 million t ores that exceeds internal demand for iron ore which surpluses expediently to export to China and other countries of Northeast Asia is expected.*

Запасы железной руды России огромны и превышают 200 млрд т, что составляет более 25 % мировых запасов, а по добыче занимает четвертое место в мире. Запасы железной руды сибирского и дальневосточного регионов составляют 13,4 млрд т или 27 % от общероссийских запасов, а добыча руды в 2015–2020 гг. прогнозируется в объеме 82 млн т или 47 % общероссийского, в то время как в настоящее время лишь 12 млн т, т.е. 14 %. Потребность сибирского и нового пятого дальневосточного металлургического кластеров в железной руде в перспективе не превышают 30 млн т в год, т.е. избыток железной руды по проектным показателям составит 50 млн т, которые целесообразно ориентировать на экспорт, в первую очередь, в Китай, импортирующий до 30 млн т железной руды в месяц. Железорудные ресурсы азиатской части России занимают 6,7 % мировых запасов и 1,5 % производства товарной железной руды СВА, соответственно.

Китайская металлургия, в значительной степени зависящая от поставок дорогостоящей железной руды из Австралии и Бразилии, заинтересована в диверсификации своей сырьевой базы. По оценке экспертов, китайцев в меньшей степени беспокоит стоимость руды на данный момент, и в большей – возможности получать поставки в течение длительного времени.

Главным потребителем железорудного сырья из стран СВА является Китай, металлургические компании которой за последние годы активизировались на рынке железной руды России. Так, они выиграли аукцион на право пользования Березовским месторождением железных руд с запасами 437 млн т (Читинская обл.). В настоящее время китайская Xuan Yuan около 70 % инвестиций направляет на освоение Кимкано-Сутарского железорудного месторождения, в результате чего сможет стать миноритарным акционером проекта и заключит соглашение на покупку всей готовой продукции, производимой ГМК по цене базовых западноавстралийских цен и транспортной концепции. Якутское ОАО ГМК «Тимир», подконтрольное АК «АЛРОСА», уже провело переговоры с китайской компанией Xilin Iron & Steel Group о поставке технологического оборудования для железорудного проекта [1].

Между тем, на северо-востоке Китая в настоящее время формируется один из четырех стальных кластеров мощностью до 90 млн т стали каждый, что на 20 млн т больше, чем производят вся Россия в год [3]. Отсюда видно, что только 6 приграничных компаний способны закупить всю железную руду, добываемую в России от Тихого океана до Урала. При этом следует иметь ввиду, что в СВА в железной руде кроме Китая нуждаются и другие страны региона, что создаст благоприятные предпосылки при экспорте с позиций конкуренции за дальневосточные железорудные ресурсы. Невысокое качество российской железной руды для стран СВА будет компенсироваться их географической близостью и независимостью от непрогнозируемого до динамики растущего морского фрахта.

В азиатской части России залегает 31,7 млрд т железной руды, что составляет 6,7 и 38,9 % от всех мировых запасов и железной руды СВА соответственно, а производство товарной железной руды составляет лишь 3,2 %. Однако с учетом освоения крупнейших в мире Бачарского (Сибирь), Чаро-Токкинского (Южная Якутия), а также Южно-Омолонского (Магаданская область) железорудных районов добыча железной руды может быть доведена по 100 и более млн т руды в год или 30 млн т товарной руды, а это уже серьезные объемы.

---

На страны СВА приходится более 17,6 % мировых запасов железной руды: из них на Китай – 9,8 %. При этом следует отметить, что по качеству, т.е. в пересчете на чистое железо, запасы железа азиатской части России намного превосходят китайские руды. Кроме Китая в железной руде нуждаются Южная Корея и Япония. В связи с этим отметим перспективный железнодорожный проект, связывающий Корейский полуостров с Россией и далее с Европой.

Горно-металлургические комбинаты Дальнего Востока, расположенные в Амурской области и Хабаровском крае, из-за близости к азиатскому рынку имеют явное конкурентное преимущество по сравнению с уральской и сибирской металлургией, поскольку расстояние от Урала и предприятий «Евразхолдинг» до Тихого океана – больше 4000 км, а дальневосточных – всего 400 км [2].

Итак, для ускорения решения вопроса эффективного использования железных руд восточных регионов России необходимо: 1. Выполнить исследования по инновационным и эффективным технологиям переработки железных руд региона. 2. Изучить возможность использования железных руд в альтернативных технологиях выплавки чугуна и стали. 3. Разработать отраслевую региональную стратегию по созданию в регионе нового пятого металлургического кластера, конкурентоспособного в СВА. 4. Оценить перспективы международной интеграции в СВА и определить приоритеты и эффективность от намечаемой глобальной интеграции.

Таким образом, хотя железорудные ресурсы азиатской части России в настоящее время не занимают заметного значения на рынках железной руды стран АТР, в перспективе они могут стать важной составляющей железной базы черной металлургии СВА.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бойко А. Перспективных объектов достаточно // Дальневосточный капитал. 2010. № 4(116). С. 21.
2. Григорьев В.П. Перспективы и проблемы развития черной металлургии в посткризисный период // Региональная экономика: теория и практика. 2010. № 16(151). С. 95.
3. По материалам торговой системы Metal Torg. ИАЦ «Минерал». 30 июля 2007 г. [www.mineral.ru](http://www.mineral.ru).

## ГЕОЛОГИЯ И СТРУКТУРА СУЛЬФИДНОГО МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУН-МАНЬЁ (ВОСТОЧНЫЙ СТАНОВИК)

Гурьянов В.А., Пересторонин А.Н.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косягина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## GEOLOGY AND STRUCTURE OF THE SULFIDE COPPER-NICKEL DEPOSIT KUN-MAN'YO (EASTERN PART OF STANOVOY RIDGE)

Gur'yanov V.A., Perestoroinin A.N.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The geologic structure, age, morphology and conditions for the occurrence of ore bodies, and mineral composition of ores of copper-nickel deposit Kun-Man'yo are described.*

На Восточном Становике известны сульфидные Cu-Ni месторождения и рудопроявления, связанные с интрузиями мафит-ультрамафитов. Существует мнение, что этот тип минерализации встречается преимущественно в расслоенных массивах основных и ультраосновных пород. Однако в последние годы в Кун-Маньёнском рудном районе выявлены два месторождения и около 10 проявлений богатых, средних и рядовых руд, структурная позиция, размеры и условия залегания которых позволяют иначе оценить их перспективность в этом районе и прогнозировать выявление таких объектов в пределах всего Джугджура-Станового пояса малых интрузий мафит-ультрамафитов. Рудные тела упомянутых месторождений и проявлений имеют линзо- и пластиообразную форму и приурочены к полого падающим на ССВ древним тектоническим зонам. Кун-Маньёнский рудный район занимает северо-восточную часть Амурской области и прилегающую к ней с востока территорию Хабаровского края. Район приурочен к области сочленения Джанинского и Туксанийского блоков кристаллического фундамента Алдано-Станового щита, располагается в зоне влияния северо-западного Майского глубинного разлома и характеризуется контрастными ореолами и потоками рассеяния элементов сидерофильной группы (Ni, Co, V, Cr, Mn, Ti). В последние 10 лет здесь велись поисковые и поисково-оценочные работы ФГУГП «Дальгеофизика» и ЗАО «Кун-Маньё»; сотрудниками ИТИГ ДВО РАН осуществлялись структурно-геологические, металлогенические и минералого-петрографические исследования. По результатам этих работ нами составлены геологическая карта Кун-Маньёнского рудного района масштаба 1:200 000 и структурно-геологическая карта Курумканского рудного поля (площадью ~ 150 км<sup>2</sup>) масштаба 1:10 000. В пределах этого поля тела мафит-ультрамафитов образуют узкую полосу (шириной до 3 км), вытянутую в северо-западном направлении на 58 км. В центральной его части расположено наиболее крупное в районе месторождение Cu-Ni (с PGE) руд Кун-Маньё. Рудные тела вскрыты траншеями, пройдено около ста скважин глубиной от 25 до 100, реже до 250 м. Геологическое строение месторождения – крайне сложное. Метагабброиды Кун-

Маньёнского массива, метаморфиты и гранито-гнейсы пронизаны линзовидными и пластообразными телами мафит-ультрамафитов, которые дискордантны по отношению к складчатым структурам фундамента, не затронуты архейской гранитизацией, региональным метаморфизмом и характеризуются Cu-Ni сульфидной минерализацией. Эти тела сложены вебстеритами, плагиовебстеритами, габроноритами, лерцолитами, клино- и ортопироксенитами, серпентинитами, амфибол-серпентин-тальковыми и хлорит-тальк-амфиболовыми породами, а также рудными брекчиями. U-Pb (по цирконам) датировки рудных вебстеритов составляют 1,69–1,7 млрд лет, а Sm-Nd изохроны показывают  $1,96 \pm 0,16$  и  $1,812 \pm 0,066$  млрд лет. U-Pb (по цирконам) возраст вмещающих их гнейсов и гранито-гнейсов колеблется от  $3,02 \pm 0,024$  до  $3,13 \pm 0,021$  млрд лет (определения ЦИИ ВСЕГЕИ).

Месторождение представлено четырьмя рудными телами – залежами Икэн, Фалкон, Треугольник и Шляпа. Рудные тела приурочены к зонам полого падающих ( $10\text{--}25^\circ$ , реже до  $35^\circ$ ) на ССВ тектонических нарушений, которые проходят вблизи или непосредственно по их контакту. Морфология рудоносных тел мафит-ультрамафитов в основном определяется характером этих тектонических зон. Вещественным выполнением последних являются плотные бластомилониты, представленные слюдяно-эпидот-амфиболовыми, хлорит-актинолитовыми и полевошпат-кварц-тремолит-актинолитовыми сланцами и микрогнейсами. *Рудное тело Икэн* представляет собой пластообразную, вытянутую в юго-восточном направлении залежь овальной в плане формы площадью  $\sim 3 \text{ км}^2$ . Протяжённость её длинной оси – 2,4 км, короткой – 1,5 км. Мощность залежи меняется от 40 м в центре до 6 м на флангах. В разрезах по простиранию и падению тело имеет в целом прямолинейные очертания, осложнённые небольшими волнообразными «изгибами», с раздувами и пережимами, иногда с мелкими перистыми ответвлениями, выполненными брекчиями и сплошными рудами. *Рудное тело Фалкон* представляет собой маломощную (7–10 м) протяжённую (1200 м) интрузию сульфидсодержащих вебстеритов, погружающуюся под углом  $20^\circ$  на северо-восток. Висячий её контакт проходит по зоне бластомилонитов, лежачий – интрузивный. Сульфидная Cu-Ni минерализация распространяется от материнской интрузии в вышележащие бластомилониты. В лежачем боку рудного тела, на удалении 7 и 9 м от контакта, скважинами вскрыты два горизонта рудных брекчий мощностью 0,3 и 0,4 м. *Рудное тело Шляпа*, сложенное вебстеритами, представляет собой субгоризонтально залегающую на водоразделе залежь, в приповерхностной части которой выделяется зона окисления сульфидов оранжево-бурого цвета – «железная шляпа». В плане залежь имеет овальную, вытянутую в субширотном направлении форму, и размеры  $200 \times 130$  м. Максимальная мощность тела – 22,3 м, на периферии оно полностью эродировано. Контакт залежи с подстилающими её метагабброидами – тектонический. *Рудное тело Треугольник* приурочено к интрузии серпентинизированных оливиновых вебстеритов и лерцолитов. В плане оно имеет треугольную форму площадью  $\sim 0,08 \text{ км}^2$ . Подошва и кровля залежи полого ( $8\text{--}12^\circ$ ) погружаются на ССВ. Мощность её меняется от 58,6 м в центре до первых метров в краевых частях. Сульфидные руды оконтуриваются в виде пластообразных залежей, повторяя контуры материнских тел. В составе залежей преобладают рядовые вкрашенные руды; богатые густовкрашенные руды локализуются в висячем и лежачем боках тел мафит-ультрамафитов. Брекчевые и сплошные руды располагаются на контакте с вмещающими породами, иногда выходя за пределы тел. Главные рудные минералы (в мас. %): пирротин (60–80), пентландит (10–25), халькопирит (10–20), пирит (0–10). Реже встречаются магнетит, ильменит, борнит, халькозин, бравоит, виоларит, никелин. В целом для вкрашенных руд характерны содержания Ni 0,46–1,5 %, а Cu 0,11–0,25 %. Содержания Ni в брекчевых рудах достигают 5,48 %, Cu – 0,36 %. Сплошные руды характеризуются более высокими концентрациями Ni (до 8,8 %) и Cu (до 0,75 %); содержания Pt и Pd в них достигают 4 г/т.

## НОВЫЙ ЗОЛОТО-ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ ГИГАНТ РОССИИ С КОМПЛЕКСОМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМОННОЙ ОБЛАСТИ

Жирнов А.М.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

## NEW GOLD-IRON ORE GIANT DEPOSIT IN RUSSIA, IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

Zhirnov A.M.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*A super-large ore field with great resources of Fe, Au, Co, Ni, Mn in the Octyabrsky district of the Jewish Autonomous Region is investigated.*

К золото-железорудным гигантам России относятся в настоящее время Михайловское и Стойленское месторождения железистых кварцитов в Курском железорудном бассейне Центральной России. По-

---

добный рудный объект, но с более широким комплексом металлов-спутников, установлен сейчас на юге Буреинского массива Дальнего Востока [1].

Рассматриваемый объект находится в пределах южных отрогов хребта Малый Хинган, на площади Южно-Хинганского марганцеворудного поля. Рудное поле исследовалось с поверхности канавами и магнитометрической съемкой 70 лет назад. В результате были выявлены две протяженные (55–60 км) рудные зоны железистых кварцитов, с железо-марганцевыми рудами в лежачем боку. В начале 50-х годов (1949–1955 гг.) два рудных тела (из 20 установленных) Серпуховское и Поперечное были разведаны на марганцевые руды. Но в тот период времени исследование железных руд и рудного поля на глубину не было завершено в связи с приостановкой работ и переброской геолого-разведочной экспедиции на разведку месторождений во вновь открытому Комсомольском оловорудном районе. В связи с утверждением небольших запасов (8 млн т) марганцевых руд в ГКЗ СССР [1], за данным рудным полем и районом в целом укрепилось название мелкого марганцеворудного объекта [1].

Южно-Хинганское рудное поле расположено в пределах Самарского рифто-грабена в юго-западной части Еврейской автономной области. Рифто-грабен ограничен с юга рекой Амур, с севера – широтной долиной реки Помпееvка. Длина его 70 км, ширина – 10–15 км. Южно-Хинганское железорудное поле локализуется в рифто-грабене, практически по всей его длине. В связи с большими размерами рудоносной структуры, она четко выделяется на мелкомасштабных геологических и геофизических картах Дальнего Востока. Особенно наглядна резкая положительная аномалия гравитационного поля (совмещенная с положительной магнитной аномалией) на мелкомасштабной карте Хабаровского края [1].

Протерозойский грабено-рифт длительно формировался (AR – О) среди антиклиниорных структур архейского возраста, интенсивно гранитизированных в палеозое/ Осевая часть рифта сложена карбонатно-черносланцевой толщей венда, перекрытой углисто-глинистыми сланцами верхнего риффа. Залегание пород крутонаклонное и вертикальное. Борта рифта рассечены крупными продольными разломами, которые и контролируют положение рудовмещающей толщи месторождения. Поперечными и диагональными разломами рудовмещающая толща расчленена на ряд тектонических блоков, оруденелых в различной степени.

В пределах рудного поля выделяются две главные рудные полосы (зоны), отстоящие друг от друга на 3–7 км, Западная и Восточная. В пространственном положении вся рудоносная структура разделяется поперечными разломами на три участка: Южный, Центральный и Северный. Рудоносная толща рассечена серией продольных разрывных нарушений, иногда встречаются дайки метадиабазов, мощностью до 40–100 м, ориентированные согласно с общей тектонической структурой.

Каждая рудная зона представляет собой серию вытянутых по простирации рудных тел, частично разобщенных между собой на 1–2 км, что обусловлено либо смещением единого рудного тела вдоль поперечных разломов, либо перерывами рудного поля в долинах ручьев. Большая часть рудных зон концентрируется в доломитах мурандавской свиты [2].

Рудные тела имеют крутое падение (65–90°) и большую мощность от 10 до 100 м и более. Они сложены полосчатыми железистыми кварцитами красно-коричневого цвета. В лежачем боку железорудных тел обычно залегает пласт черных марганцево-рудных кварцитов шириной от 1 до 8 м, в среднем 3 м [2].

Состав железных руд магнетит-гематитовый, на флангах – гематитовый или магнетитовый. Железные руды на 60 % сложены рудными минералами, марганцевые руды – на 85–90 %. Марганцеворудный пласт, в лежачем боку месторождения, представлен браунитовыми, гаусманит-браунитовыми и браунит-гематитовыми рудами [2]. Текстура руд полосчатая, с мощностью слойков 0,5–2 см в среднем, иногда – массивная, структура мелко-тонкозернистая (0,05–0,5 мм). Нерудные минералы представлены опалом, халцедоном, тонкозернистым кварцем, доломитом. Реже встречаются родохрозит, серицит, хлорит, флогопит, барит. Содержание железа в железных рудах находится на уровне 30–35 %, марганца в железомарганцевом пласте – от 10–15 до 25 % [2].

Рудные тела рудного поля характеризуются существенными концентрациями ряда ценных сопутствующих металлов – никеля, кобальта, золота, платины, местами урана, серебра [1, 2]. Содержания никеля в рудах, по данным рядового бороздового и кернового опробования (600 проб), варьируют от 0,03 до 1 % (в среднем 0,15 %), кобальта – достигают 0,3 % [2] и более (в среднем 0,06 %), золота (30 проб) – до 2–14,9 г/т, в среднем – 0,35 г/т [1]. Кроме того, в пределах восточной рудной зоны установлены два проявления урана – Помпееvское и Самарское [2].

Рудные зоны рудного поля вскрыты с поверхности канавами и прослежены магнитометрическим геофизическим методом. Руды Поперечного рудного тела вскрыты скважинами до глубины 500 м. Запасы железных руд подсчитаны по 12 рудным телам (из 20) до глубины 50–100 м в количестве 292 млн т [2]. Ресурсы их, а также никеля и кобальта не подсчитывались. В настоящее время в рудах установлены существенные концентрации золота и платины.

По данным выполненных исследований, прогнозные ресурсы железных руд до глубины 500 м оцениваются в 3 млрд т, золота – 1000 т, платины, никеля и кобальта – в значительных количествах [1]. Стоимость ресурсов комплексных руд рудного поля оценивается в 120 млрд дол. США. Это объект ми-

рового класса и по размерам рудного поля, и по ресурсам комплекса металлов, и по суммарной их стоимости [1].

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Жирнов А.М. Кузин А.А. Железорудное сырье Еврейской автономной области: современное состояние и перспективы использования // Региональные проблемы. 2008. № 9. С. 45–49.
2. Чеботарев М.В. Геологическое строение Южно-Хинганского марганцевого месторождения и вещественный состав его руд // Сов. геология. 1958. № 8. С. 114–136.

**О СРОЧНОЙ РАЗВЕДКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО КРУПНОЙ РОССЫПИ  
ЗОЛОТА НАД СУТАРСКИМ МЕСТОРОЖДЕНИЕМ ЖЕЛЕЗА**

*Жирнов А.М.*

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

**ON THE NECESSITY OF URGENT EXPLORATION OF A LARGE GOLD  
PLACER OVER THE KHINGAN IRON ORE DEPOSIT**

*Zhirnov A.M.*

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*There is large pit (graben) over the Sutara iron ore deposit. It accumulates gold from many rivers of the Sutara gold bearing region for the long period of time. Thus, there may be a great gold placer in it. It is necessary to explore this potential deposit.*

Сутарское железорудное месторождение залегает в долине реки Сутара в днище глубокого грабена, выполненного песками и глинами неоген-четвертичного возраста. Кроме того, в рыхлых отложениях грабена сформировано два мощных пласта (5–10 м) бурого угля, на глубинах 20–25 и 50–65 м, а в днище грабена залегают рыхлые породы коры выветривания коренных пород (железистых кварцитов и кристаллических сланцев), с существенной примесью глины.

Длина грабена 10 км, ширина 0,5–1,0 км, глубина варьирует от 50–100 м в юго-западной части его до 200–250 м в северо-восточной части грабена. Этот грабен находится в нижнем течении золотоносной реки Сутара (длиной 70 км) – главной реки золото-россыпного района, с многочисленными притоками-россыпями золота. Указанный грабен являлся коллектором-водосборником для золотоносных водотоков всего района, в том числе и для россыпей золота в боках грабена, в течение длительного времени – более 10–15 млн лет. Из четвертичных аллювиальных россыпей золота, образованных в течение последнего 1 млн лет, добыто около 20 т золота. В грабене (водо-золотосборнике) должно быть сформировано значительно больше золота, как минимум 10–20 т, а более вероятно – до 50 т россыпного золота [1, 6].

В пределах грабена возможны, как минимум, три повышенно золотоносных пласти. Это пласти бурых углей и пласт коры выветривания по железистым кварцитам и сланцам в днище грабена. Указанные литологические разности пород, как правило, характеризуются повышенной способностью осаждать из перекрывающих водных растворов и концентрировать в себе тяжелые химические элементы – в первую очередь золото, платину. Это доказано для буроугольных месторождений Дальнего Востока [2], а сейчас золото и платина установлены в пластах угля и в Сутарском грабене [3].

Например, в Ушумунском буроугольном месторождении, расположенном в Бирофельдском грабене, неподалеку от Сутарского золото-россыпного и железорудного района, содержатся повышенные концентрации многих металлов, в том числе золото и серебро. В золе ушумунских углей содержание золота составляет 8 г/т, серебра – 6 г/т, во вмещающих породах никеля – до 8000 г/т, кобальта – до 100 г/т [2].

Именно в подобных грабенах образованы крупнейшие россыпи золота (Нагиминская, Золотогорская и др.) в Амурской области и на Чукотке [4, 6]. Золотоносные осадки Сутарского грабена являются породами вскрыши для Сутарского месторождения железа. По современным требованиям Государственной Комиссии по запасам (ГКЗ России), породы вскрыши подлежат тщательному геологическому исследованию в процессе разведки месторождений, подсчету запасов попутных компонентов и использованию в экономике [5].

Поиски и разведка россыпей золота – не простое дело, требующее специфического оборудования, специальной лаборатории, специально подготовленных специалистов: промывальщиков, минералогов, особо точных весов для взвешивания навесок полученного из рядовых проб шлихового золота. Обязательно также ведение специальной документации, характеризующей: диаметр бурения (должен быть не менее 150 мм), объем промытого грунта из каждой пробы (при длине керна 0,5 м и менее), переводной коэффициент для определения содержания золота в пробе в г/м<sup>3</sup> и ряд других параметров.

Необходимо составить специальный проект на проведение таких работ, утвердить его в установленном порядке и только потом приступать к производству работ. Без проведения работ по оценке запасов

---

россыпного золота в породах Сутарского грабена (как породах вскрыши Сутарского железорудного месторождения) Государственная Комиссия по Запасам при Правительстве России не сможет принять материалы по разведке Сутарского железорудного месторождения к рассмотрению и утверждению [5].

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Жирнов А.М. Перспективные типы россыпей золота Малого Хингана // Рассыпи, источники, их генезис и перспективы. Якутские чтения в связи с 90-летием И.С. Рожкова и Ю.Н. Трушкова. Якутск, 1999. С. 143–152.
2. Крапивенцева В.В., Кириллова Г.Л. Особенности металлоносности бурых углей кайнозойских рифтогенных структур Приамурья // Тектоника, глубинное строение и металлогения Востока Азии. В Косыгинские чтения. Мат-лы конф. 24–27 января 2006 г. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН. 2006. С. 244–246.
3. Лаврик Н.А., Ван-Ван-Е А.П., Александрова Т.Н., Богомяков Р.В. Сутарское месторождение бурых углей: возможности комплексного использования // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Востока Азии. Сб. докладов науч. конф. Благовещенск, 2010. С. 230–233.
4. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков / И.А. Васильев, В.П. Капанин, Г.П. Ковтонюк и др. Благовещенск, 2000. 168 с.
5. Рекомендации по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу материалов подсчета запасов металлических и неметаллических полезных ископаемых. ГКЗ, 1998. 26 с.
6. Рассыпи зон тектонических уступов – важнейший тип крупных и уникальных месторождений // Л.В. Спорыкина, И.Г. Патык-Кара, Н.И. Орлова и др. М., 1997. 46 с. (Геол., методы поисков, разведки и оценки м-ний тверд. пол. иск. Обзор). Вып. 7 / ЗАО «ГеоИнформмарк».

**ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

*Косыгин В.Ю.*

Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, Россия

**PROBLEMS OF THE OIL AND GAS POTENTIAL DEVELOPMENT IN THE FAR EAST**

*Kosygin V.J.*

Computing Centre FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The problems of the oil and gas potential development in the region of the Far East have been analyzed. They include: designing and formation of the regional oil and gas data bank; creation of adequate mathematical models and computer programs for the oil and gas bearing zones forecast; implementation of modeling results into practice.*

В настоящее время Дальний Восток России обеспечивает собственную добывчу нефти и нефтепродуктов только на 10 %. Проблемным вопросом организации поисковых работ на нефть и газ на длительную перспективу становится переоценка прогнозных ресурсов региона на основе проведения единой стандартной оценки потенциала нефтегазоносных бассейнов ДВР, акцентированной на анализе динамики углеводородных систем УВ.

К региональным (прямым) критериям прогноза нефтегазоносности, помимо мощности осадочного выполнения, относятся территории развития материнских пород и зоны флюидомиграции. Под последними понимаются тектонически ослабленные зоны (зоны разуплотнения), которые прослеживаются в разрезе и в плане. К зональным (косвенным) критериям прогноза, свидетельствующим о высокой вероятности обнаружения скоплений УВ в пределах регионально перспективной территории, относят присутствие в разрезе нефтематеринских пород, толщ потенциальных пород – коллекторов и толщ флюидов. Для их выделения и картирования подчеркивается перспективность гравиразведки. Для количественных расчетов генерации углеводородов предлагаются методы, основанные на изучении степени катагенеза органических веществ (ОВ). Степень катагенеза пород также рассматривается как особенно важный фактор выделения катагенетической зоны оптимального нефтегазонакопления.

Как в России, так и в мировой практике региональное прогнозирование (идентификация) нефтегазоматеринских толщ осуществляется, в основном, по прямым признакам степени катагенеза ОВ – отражательной способности витринита и данным пиролитических исследований керна отдельных скважин. Исключение составляет методический подход прогнозирования материнских пород по результатам геотемпературного моделирования, который внедряется в НИИ Океанологии для оценки прогнозных ресурсов нефтегазоносных провинций.

Рассматриваемая в настоящей работе авторская методика регионального прогнозирования зон хороших коллекторов и нефтегазоматеринских пород основывается на математическом моделировании осадочного разреза в гравитационном и геотемпературном полях. Это объемно-площадная методика, в которой прямые признаки степени катагенеза ОВ принимаются в качестве опорных (контрольных) дан-

ных. Объектом приложения методики является нефтегазоносный осадочный бассейн (НГБ) как целостная и достаточно автономная система генерации и накопления УВ органического происхождения.

Проблемным вопросом для организации оперативного автоматизированного доступа к исходным данным становится создание банка данных по нефти и газу. Проектирование, формирование и ведение регионального банка цифровой геологической информации на углеводородное сырье – сложная научно-техническая проблема. С точки зрения предметной области здесь мы имеем дело с огромной иерархией геологических объектов, с трудно обозримым спектром методов (технологий) полевых, скваженных и лабораторных работ, причем диапазон получения геолого-геофизических данных варьирует от регионально-оценочных работ до эксплуатации месторождений, а их ретроспектива составляет 60–70 лет.

С точки зрения технической реализации, привлечение для создания регионального банка зарубежных специализированных систем, как-то Open Explorer и др., представляется далеко не бесспорным и эффективным решением проблемы. Дело в том, что импортные системы эффективны только для новейших данных, полученных с использованием импортных технологий. Подгонка всей ретроспективы данных под международные стандарты (POSС) или невозможна, или требует очень больших затрат. Из отечественных технических решений проблемы создания регионального банка данных на нефть и газ, имеющих единую концепцию построения и использующих промышленную программно-аппаратную платформу, отметим разработки ЦГЭ МинЭнерго и Тюменского ЗапСибГеоНАЦМПР.

Для кардинального решения вопроса собственного энергообеспечения ДВР к 2020 г. необходимо развертывание не позже 2011–2012 гг. широкомасштабных поисковых работ на нефть и газ на новых территориях континентальной части и в палеоген-верхнемеловых отложениях Сахалина, имеющих ряд предпосылок для формирования экологически безопасных газовых и газоконденсатных месторождений.

В этой связи возникает потребность решения комплекса проблем, связанных с проведением переоценки прогнозных ресурсов региона на основе единой стандартной оценки УВ – потенциала нефтегазоносных осадочных бассейнов ДВР. Акцент должен быть сделан на генетическом подходе и анализе динамики УВ-систем.

Проблемные вопросы включают в себя: проектирование и формирование специализированного регионального банка геолого-геофизических данных на нефть и газ; создание адекватных математических моделей и современных компьютерных программ регионально-зонального прогнозирования материнских толщ и зон вероятного нефтегазонакопления; реализацию результатов моделирования (прогнозирования) в форматах промышленных ГИС-систем как компьютерную информационную базу для автоматизированных объемно-аналитических расчетов и картографических построений при оценке прогнозных ресурсов нефти, газа и конденсата НГБ.

## **О ВЛИЯНИИ ВУЛКАНОКЛАСТИКИ НА МЕТАЛЛОНОСНОСТЬ КАЙНОЗОЙСКИХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИАМУРЬЯ**

*Лаврик Н.А., Богомяков Р.В., Сорочинская А.В.*

*Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия*

## **ON THE VOLCANO-CLASTIC IMPACT ON THE METALLIFEROUS PROPERTIES OF CENOZOIC COAL DEPOSITS IN THE RUSSIAN TRANSAMUR REGION**

*Lavrik N.A., Bogomyakov R.V., Sorochinskaya A.V.*

*Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia*

*According to the results of investigations, the Sutarskoye and Ushumunskoye coal deposits in the Russian Jewish Autonomous Region contain considerable amounts of gold, platinum, and a number of rare elements both in the coals and in the enclosed clay minerals. In the process of the geologic situation analysis at the above mentioned and other deposit sites, specific common features have been defined: coincidence with the volcano-tectonic structures, presence of tuffaceous layers that overlay coal seams, occurrence of the synchronous volcanic constructions in the coal deposits vicinity which have a complicated structure or coupled with basalt fields.*

Кайнозойские буровоугольные месторождения Приамурья [1] и Приморья [2] содержат в повышенных концентрациях Au, PGE и ряд редких элементов, таких как Y, Yb, Ga, Sc, V, Nb, Rb, Zr и другие. Собственные исследования бурых углей Сутарского проявления и Ушумунского месторождения в Еврейской автономной области подтверждают эту закономерность. В ближайшем будущем месторождения ископаемых углей могут стать нетрадиционным источником благородных и редких металлов. Ряд вопросов остается спорным и недостаточно изученным, в частности – источники благородных металлов в ископаемых углях. В данной работе предлагается рассмотреть влияние вулканокластики на обогащение углей благородными металлами.

**Результаты исследований.** Бурые угли ЗБ ( $\varPhi_3\text{-}N_1$ ) Сутарского проявления преимущественно буро-вато-черного цвета, плотные или землистые с включениями слабо углефицированных растительных ос-

---

татков и комочков или прослоев светло-серых глин, зольность ( $A^d$ ) углей изменяется от 6 до 60 %. В золе углей (лабораторной) в среднем содержится Au 0,37 г/т, Pt 0,9 г/т, Pd 0,4 г/т при повышенных концентрациях Sr 1107 г/т, Rb 136 г/т, Zr 339 г/т, W 36 г/т, Cu 182 г/т, Sb 15 г/т, Fe 4,2 %. Глина из 10 проб углей каолинит-серицитового состава содержит кристаллы в среднем по результатам масс-спектрометрии Au 0,645 г/т, Pt 0,006 г/т, Pd 0,007 г/т.

Au и PGE выявлены в углях в единичных зернах размером 0,1–0,2 мм. Золото – в виде изометрических, реже удлиненных пластинок и чешуек желтого цвета. Платиновые минералы серовато-белого цвета, ковкие, магнитные. Основная же масса благородных металлов величиной 1–10 микрон обнаруживается при электронно-микроскопическом исследовании углей и золы углей – это комковатые скопления, пластинчатые пакеты, проволочного, веретенообразного вида кристаллы, а также сростки правильных кристаллов.

Ушумунские бурьи угли 2Б ( $\varrho_{2-3}-N_1$ ) землистые и плотные серовато-черного цвета с черными блестящими включениями витренитового состава,  $A^d$  13–45 %. В золе углей рабочих пластов Ушумунского углеразреза содержится Au 3,0 г/т, Pt 0,63 г/т, Pd 0,56 г/т, а также Ba 2209 г/т, Rb 136 г/т, Zr 271 г/т, W 59 г/т, Cu 288 г/т, Sb 31 г/т, Y 201 г/т, Yb 6 г/т, Co 186 г/т, Fe 4,5 %. Благородные металлы на Ушумунском месторождении отмечаются также во вмещающих углях белых и светло-серых глинках (30 см от контакта), образованных по пепловым и зернистым туфам щелочных пород. Содержания в них Au 0,148 г/т, Pt 0,139 г/т, Pd 0,01 г/т, Ir 0,003 г/т, Rh 0,001 г/т, Ru 0,001 г/т.

При изучении бурьи углей действующего Ушумунского разреза определялся химический состав золы углей рабочего пласта, вмещающих глинистых пород и трахиадизитов неогенового возраста, образующих поля в северо-западной части месторождения. Состав оказался идентичным.

**Краткая геологическая ситуация.** Анализ геологической ситуации вышеназванных кайнозойских месторождений и некоторых других (Архаро-Богучанского, Хурмулинского, Лианского, Мухенского, Розенгартовского) показывает общие черты: приуроченность к вулкано-тектоническим структурам, наличие перекрывающих угольные пластины толщ туфогенного характера, мощных кор выветривания (возможно, по вулканогенному материалу), присутствие вблизи угольных месторождений синхронных вулканических построек с полями базальтов или сложного строения.

В.В. Середин [2] отмечает: Все кайнозойские угольные месторождения Приморья, на которых установлена золото-платиноидная минерализация, располагаются в небольших впадинах-грабенах, сформированных в период рассеянного рифтогенного тектогенеза (так называемые провинции Хребтов и Бассейнов). Деструкция верхней части земной коры сопровождалась вулканической и гидротермальной деятельностью. Ранний, эоцен-олигоценовый этап рифтогенеза характеризовался преимущественно бимодальным вулканизмом, средний миоценовый – базальт-андезит-дацитовым и поздний, плиоцен-четвертичный – базит-щелочно-базитовым вулканизмом. В некоторых угленосных структурах фиксируется несколько вспышек вулканической и гидротермальной активности.

Как видим, аналогичная ситуация характерна также для многих месторождений Приамурья. Вулканическая деятельность сопровождалась мощным выбросом вулканокластического материала. В строении вулканогенных толщ эти горные породы играют большую роль, чем лавы, но масштаб их проявления часто преуменьшается, особенно в пределах древних толщ, где в связи с сильными изменениями пород трудность их правильной диагностики сильно возрастает. По собственным наблюдениям на вулкане Горелый (Камчатка) вулканогенный обломочный материал составляет более 2/3. Анализ пирокластического материала вблизи жерла вулкана на содержание благородных металлов показывает следующие результаты: Au – 0,152 г/т, Pt 0,007 г/т, Pd – 0,015 г/т, Ir 0,016 г/т, Rh 0,002 г/т, Ru 0,002 г/т.

**Выводы.** Наряду с другими источниками благородных и редких металлов вулканокластический материал должен играть огромную роль. Возможно, благородные металлы поступают из глубин не только в самородном виде и химических соединений, но и в виде металлоорганических соединений. Под действием физико-химических процессов обогащение торфяников и углей происходит на протяжении истории формирования угольного месторождения. Неравномерное по составу поступление пирокластического материала может приводить к очаговому обогащению металлами угольных пластов по площади.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН, проект № 09-III-A-08-431.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Крапивенцева В.В. Металлоносность углей Приамурья // Тихоокеанская геология. 2005. Т. 24. № 1. С. 73–84.
2. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. М.: Геоинформмарк. Т. VI. 2005. С. 689–768.

**О СОСТАВЕ ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИХ ТЕРИГЕННЫХ ПОРОД  
ПО ОБРАМЛЕНИЮ СРЕДНЕАМУРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА**

Медведева С.А.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

**ON THE COMPOSITION OF LATE MESOZOIC TERRIGENOUS ROCKS  
ALONG THE MIDDLE AMUR SEDIMENTARY BASIN FRAMING**

Medvedeva S.A.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The Jurassic sandstones of the Bira in the west of the Middle Amur sedimentary basin (MASB) are arkosic. Early Cretaceous sandstones along the MASB framing are graywacke and occasionally arkosic in the composition. Granitoid and sedimentary rocks of the Jiamusi-Khanka-Bureya paleocontinent were the main sources. During the Aptian to Albian, the clastic material was additionally delivered resulting from the erosion of accretionary prisms and volcanic edifices.*

Среднеамурский осадочный бассейн (СОБ) находится на стыке Цзямусы-Ханкайско-Буреинского (ЦХБ) композитного массива (с его окраинными палеозойскими и мезозойскими прогибами) и Сихотэ-Алинского орогенного пояса. Граница между этими структурами проводится по Уликинскому разлому. К западу от разлома выделена Бирско-Белоянская структурно-формационная зона (СФЗ) Буреинского массива, а к востоку от него выделены Баджало-Горинская СФЗ с Амгунской и Горинской подзонами и Западная СФЗ с Приамурской, Приуссурийской и Ванданской подzonами. В работе характеризуются отложения Бирско-Белоянской СФЗ и части Западной СФЗ (от границы с Приморским краем на юг-западе до р. Мачтовая на северо-востоке в районе г. Комсомольск-на-Амуре).

В Бирско-Белоянской СФЗ к СОБ с запада примыкает небольшой Бирский прогиб, находящийся в 30 км западнее г. Биробиджана. Прогиб выполнен образованиями нижнеюрской лангаринской свиты и среднеюрских катонской и будуканской свит. Юрские свиты сложены ритмично переслаивающимися терригенными породами общей мощностью около 2000 м. Отложения часто залегают на поверхности домезозойских магматических или метаморфических пород.

Нижнемеловые отложения представлены редкими выходами каменушинской свиты в приустьевой части р. Бол. Каменушка, по притокам р. Биры и на левобережье р. Амур в районе Воскресеновских высот. Основной объем свиты слагают конгломераты и песчаники, реже алевролиты и углистые сланцы. Свита залегает на поверхности ордовикских гранитов. Мощность ее достигает 800 м. Выше по разрезу с перерывом залегают вулканогенные и вулканогенно-терригенные свиты и толщи апт-маастрихского возраста. Общая мощность весьма непостоянна и варьирует от 650 до 1100 и более метров.

К востоку от СОБ в пределах Сихотэ-Алинского орогенного пояса обнажаются верхнеюрско-нижнемеловые отложения Западной СФЗ. Титон-валанжинские отложения представлены в Приамурской подзоне переслаиванием алевролитов и песчаников пионерской и пиванской свит (мощность около 3000 м), в Приуссурийской подзоне алевроаргиллитовыми толщами (мощность более 1300 м).

С апта по поздний альб в Приамурской подзоне накапливались грубообломочные отложения горно-протокской свиты и мачтовой толщи мощностью 700–3200 м, представленные конгломератами, песчаниками, алевролитами. В верхах разреза значительна роль туфогенно-вулканогенных пород. В Приуссурийской подзоне их возрастными аналогами являются отложения ассикаевской, стрельниковской и алчанской свит общей мощностью более 4000 м.

В Бирско-Белоянской СФЗ нижнеюрские песчаники, в основном крупно- и среднезернистые типично аркозовые, то есть продукты разрушения гранитоидов. Они состоят из кварца 30–40 %, кислого плагиоклаза 25–30 %, калиевого полевого шпата, чаще микроклина, 30 %, биотита и мусковита от 1 до 8 %. Зерна слабоокатанные, реже средне- и хорошоокатанные. По данным А.А. Шульжика (1973), обломочный материал конгломератов представлен валунами, глыбами, гальками раннепалеозойских кварцевых диоритов, ранне- среднепалеозойских гранодиоритов, сцементированных их же дресвой. Размеры валунов до 0,6 м.

Среди средне-верхнеюрских песчаников также преобладают аркозы. В разностях, содержащих обломки пород (иногда до 10 %), последние представлены гранитами, кварцитами, кислыми эфузивами, алевролитами и частицами пеплового материала в виде «палочек» и «рогулек», замещенных альбитом и кварцем. Аксессории – циркон, ксенотит, сфеен, ортит, гранат, турмалин, магнетит.

Валуны и галька в конгломератах состоят из ранне-среднепалеозойских гранитов (80 %), реже гранодиоритов, липаритов и фельзитов (5 %), кварцитов, иногда туфопесчаников, песчаников, алевролитов и кварца.

Основным источником питания являлись гранитоиды Буреинского массива. Кроме гранитоидов, источником обломочного материала для средне-верхнеюрских отложений служили, вероятно, нижнеюрские терригенные породы и вулканические породы. Метаморфические породы играли меньшую роль.

---

В Западной СФЗ песчаники являются граувакковыми (полимиктовыми), реже аркозовыми (кварц-полевошпатовыми), содержащими менее 25 % обломков пород. Форма зерен угловатая, окатанность их слабая. Они состоят из кварца – 10–50 % (магматический, метаморфический и вулканический). Полевые шпаты: плагиоклазы серицитизированные, альбитизированные и почти совершенно свежие (около 20 %), калиевые – микроперит и микроклин (до 25 %). Обломки пород составляют около 15–50 %. Это кислые и основные эфузивы, микрокварциты, кремни, метаморфические сланцы, кремнисто-глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, туфы, гранитоиды.

Аксессорные минералы: циркон, апатит, турмалин, сфен, гранат, эпидот, рутил, анатаз, магнетит, ильменит. В апт-альбских песчаниках по сравнению с титон-валанжинскими больше обломков пород, эфузивного кварца, основных плагиоклазов, магнетита, ильменита, хромита, кремневых пород, песчаников, алевролитов.

Для обоих возрастных интервалов с юго-запада на северо-восток среди обломков пород уменьшается количество магматических пород (гранитоидов) и увеличивается доля осадочных пород. В апт-альбских песчаниках среди обломков осадочных пород на юго-западе преобладают кремневые породы, на северо-востоке – песчаники и алевролиты. Если в Бирско-Белоянской СФЗ море в начале мела уже отступило, то в Западной СФЗ отсутствие моря предполагается в горериб-барремское время.

В апт-альбское время произошло усиление тектонической и вулканической деятельности. Основной областью питания служили гранитоидные и осадочные породы Цзымусы-Ханкайско-Буреинского палеоконтинента, расположенного на западе позднесюрско-раннемелового морского палеобассейна. В апт-альбе разрушились также аккреционные призмы и вулканические постройки. Обломочный материал, в том числе вулканический пепловый, поступал дополнительно с юга и с востока.

*Работа выполнена в рамках интеграционного проекта «Реконструкция источников поступления вещества в осадочные бассейны Северной Евразии: обстановки седиментогенеза, потенциальная рудоносность» (проект 09-II-CУ-08-004).*

## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МАГНЕЗИАЛЬНЫХ И АЛУНИТОВЫХ РУД

Невструев В.Г.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косягина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## COMPLEX PROCESSING OF MAGNESIAN AND ALUNITE ORES

Nevstruev V.G.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The excess of  $H_2SO_4$ , received by processing of alumite from the deposits in the Khabarovsk Krai can be used for getting magnesium sulphate, necessary for the high-grade magnesian cement production. Major deposits in the Jewish Autonomous Region contain cement-making materials (magnesite, brucite). An alternative way is to organize production of  $H_2SO_4$  from the under-construction Ozernoe processing plant's pyrite tailings (Buryatia). It is reasonable to send iron oxides to the metallurgical plant which is being designed in Jewish Autonomous Region.*

Глиноземное производство – крупный потребитель природных сырьевых ресурсов (бокситов, нефелинов, известняков, алунитов и др.). Извлечение из этого сырья всех ценных составляющих, т.е. комплексное его использование, является важнейшей народнохозяйственной задачей. В нашей стране успешно решена задача комплексного использования нефелинового сырья, которое перерабатывается без каких-либо отходов.

При комплексной переработке алунитовых руд получают глинозем, серную кислоту и сульфат калия, который используют в сельском хозяйстве в качестве удобрения. Кроме того, на каждую тонну глинозема получается около 4 т алунитового шлама, содержащего свыше 70 %  $SiO_2$ . Исследованиями установлено, что алунитовый шлам может быть успешно использован в производстве строительных материалов (бетона, стеновых блоков, керамических изделий, керамзита), а также в литейном производстве для изготовления формовочных смесей. В алюминиевых рудах часто присутствуют редкие, цветные и благородные металлы: галлий, ванадий, стронций, скандий, золото, серебро и другие элементы. Содержание их измеряется сотыми и тысячными долями процента. Однако при переработке руды на глинозем редкие металлы накапливаются в промежуточных продуктах производства, из которых могут быть извлечены.

Одним из главных факторов снижения эффективности переработки алунитов, в частности, приведших в начале 90-х гг. к остановке Кировобадского алюминиевого комбината, перерабатывавшего руду Загликского месторождения, является утилизация больших количеств серной кислоты, получаемой по-путно. При переработке алунита на одну тонну двуокиси алюминия получается две тонны серной кислоты. Частично серную кислоту можно использовать для получения сернокислого алюминия, используемого при очистке вод питьевого и технического назначения. Сульфат алюминия можно получить, обраба-

тывая серной кислотой боксит или глину, а чистый продукт, для очистки вод питьевого водоснабжения – растворяя  $\text{Al}(\text{OH})_3$  в горячей концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

На Дальнем Востоке России наиболее rationalной представляется организация производства магнезиальных цементов на основе комплексного использования алунитовых месторождений Хабаровского края, манезитовых и бруцитовых руд Еврейской автономной области (ЕАО), а получаемую двуокись алюминия перерабатывать для получения сульфата алюминия, что резко сократит транспортные расходы на его ввоз из западных регионов страны.

Магнезиальный цемент – это композиция из каустического магнезита (продукт обжига  $\text{MgCO}_3$  или брусила –  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при температурах до 700° С в форме  $\text{MgO}$ ) и солей магния, главным образом  $\text{MgCl}_2$  и  $\text{MgSO}_4$ . Водные растворы последних часто называют «затворителями». Без затворителей каустический магнезит, смешанный с водой, твердеет медленно. Изделия из магнезиального цемента отличаются высокой механической прочностью и стойкостью к агрессивным средам, экологически безопасны. Как правило, марки магнезиального цемента начинаются там, где заканчиваются марки традиционного портландцемента, т.е. от 500 и выше. Магнезиальный цемент прекрасно взаимодействует с любыми органическими наполнителями (древесина, солома, лигнин, кора, лузга, текстиль, пластмассы, кожи и др.), в отличие от портландцемента, что позволяет производить большое количество потребительских изделий.

Тем не менее магнезиальный цемент, особенно на Дальнем Востоке России, широкого распространения не получил из-за ограниченности сырьевой базы (доступных месторождений магнезита) и технологического неудобства, связанного с необходимостью затворять не водой, а водными растворами солей магния. В большинстве случаев в качестве затворителя используется природный бишофит  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Технологически более целесообразно использовать в качестве затворителя сернокислый магний. Получение затворителя – семиводного магния сернокислого ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) основано на воздействии на магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ) серной кислотой с последующей фильтрацией, кристаллизацией и сушкой в сушильном барабане.

Солевой компонент в твердом состоянии подшихтовывается к каустическому магнезиту в требуемом количестве на стадии помола цемента, поэтому дальнейшее использование такого магнезиального цемента аналогично портландцементу, т.е. для получения цементного теста требуется цемент смешать с обычной водой. При этом себестоимость «затворителя» примерно в 10 раз ниже привлеченных затворителей типа «Бишофита».

Технология получения магнезиального цемента состоит из операций: обжиг  $\text{MgCO}_3$  или  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  на каустический магнезит  $\text{MgO}$ ; приготовление твердого  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; смешивание компонентов при одновременном помоле; затаривание в мешки.

Магнезиальный цемент используют по традиционной технологии производства бетонных и железобетонных изделий. Кроме того, опытные работы, проведенные в 90-х гг. в ДВИМСе и ДВГУПС показали возможность использования магнезиальных цементов в производстве облицовочных плиток, сантехнических изделий, кровельных материалов, в строительстве дорог. Технология обжига магнезиального сырья апробирована на Лондоковском известковом заводе.

Сернокислый алюминий,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , соль, при обычных условиях существует в виде кристаллогидрата  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  – бесцветных кристаллов с плотностью 1690 кг/м<sup>3</sup>. При нагревании теряет воду не плавясь, при прокаливании распадается на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_3$ . Очищенный технический сульфат алюминия предназначается для очистки воды хозяйственного и промышленного назначения и для использования в бумажной, текстильной, кожевенной и других отраслях промышленности.

Вариантом производства магнезиального цемента является организация производства серной кислоты из пиритных хвостов Озерного месторождения в Бурятии, что снизит экологическую нагрузку при освоении месторождения. Оксид железа можно реализовать на проектируемых металлургических комбинатах, в том числе в ЕАО.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

*Nikiforova B.B.*

ФГНУ «Институт региональной экономики Севера», Якутск, Россия

## **ESTIMATION OF THE GOLD ORE DEPOSITS DEVELOPMENT EFFICIENCY IN THE SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA)**

*Nikiforova V.V.*

Institute of Regional Economics of the North, Yakutsk, Russia

*In recent years the requirement for gold has increased all over the world, but its stocks are exhausted. The largest gold mining companies are interested in acquisition of new gold actives. In the article the most effective gold ore deposits are considered for their development in the Sakha Republic (Yakutia), the size of investments is estimated.*

---

В последние годы золотодобывающая промышленность вновь приобретает свою инвестиционную привлекательность, чему благоприятствует рост мировой цены золота, которая превысила 1000 дол. США за тройскую унцию. Но, несмотря на это, в последние годы мировая добыча золота снижается, одной из основных причин этого является истощение запасов золота в странах Америки, Африки и Австралии, чего не скажешь о России, которая имеет огромный потенциал золота, преимущественно на северо-востоке. Так, на территории Республики Саха (Якутия) выявлено 13 золотоносных районов, которые представлены 832 месторождениями: 55 – коренными, 775 россыпными. Структура балансовых запасов распределенного фонда по состоянию на 01.01.2008 г. составляет: рудного золота – 853,4 т и россыпного – 159,1 т, что показывает значительный потенциал коренного золота [1].

В республике ежегодно добывается около 19 т золота, что составляет 11–12 % от общероссийской добычи, при этом в последние годы растет доля добычи из рудных месторождений. Ослабление россыпной добычи объясняется отдаленностью и труднодоступностью месторождений, отсутствием инфраструктуры, небольшими запасами, а также с постоянным ростом цены дизельного топлива.

Основу сырьевой базы рудного золота Республики Саха (Якутия) составляют: Куранахское рудное поле (включает 11 месторождений), Нежданинское и Кючюсское месторождения, которые в 2005–2006 гг. вошли в состав крупнейшей золотодобывающей компании России ОАО «Полюс золото».

Из них наиболее освоенным и с развитой инфраструктурой является Куранахское рудное поле, расположено на юге республики. Общие балансовые запасы по 11 рудным месторождениям составляют: по кат. A+B+C<sub>1</sub> – 107765 и по кат. C<sub>2</sub> – 7522 тыс. т руды, а забалансовые запасы – 98608 тыс. т руды. Среднее содержание золота в руде – 1,3 г/т [3]. За время разработки месторождения в основном отработаны центральные части месторождений с наиболее повышенным содержанием золота в руде. В настоящее время проводится модернизация золотоизвлекательной фабрики с доведением производительности до 4,5 млн т руды в год против 3,6 млн т, которая завершится к концу 2010 г.

Самый ожидаемый проект ближайших лет, который по задумке должен обеспечить резкий рывок в развитии отрасли – Нежданинское месторождение. В 2010 г. утвержденные запасы золота составили – 628,6 т [4]. Здесь основной проблемой для его освоения является неразвитая инфраструктура, в частности энергетическая. Решить вопрос предполагается совместными усилиями недропользователя, федерального и республиканского бюджетов.

В январе 2010 г. ОАО «Полюс Золото» и канадская золотодобывающая компания Kinross Gold подписали протокол о намерениях по совместному освоению месторождения, где планируется создание совместного предприятия, которое будет ежегодно добывать до 12 т золота.

Кючюсское месторождение, расположенное на севере республики, открыто в 1983 г., предварительная разведка велась в 1987–1993 гг., оценено в 1990 г. Разведанные запасы золота составляют 195 т (по кат. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>). В настоящее время ОАО «Полюс Золото» разрабатывает программу доразведки месторождения и готовит предпроектное исследование. По данным компании запасы месторождения составляют: по кат. B+C<sub>1</sub> – 2629 тыс. унций резервов, по кат. C<sub>2</sub>+P<sub>1</sub> – 4271 тыс. унций ресурсов [2]. Годовая производительность проектируемого предприятия – 5–6 т золота.

Кроме того, в более отдаленной перспективе основные надежды связаны с освоением Яно-Колымской золотоносной провинции. Это будет очень крупный проект государственно-частного партнерства, в котором будут задействованы бизнес, региональные власти Республики Саха (Якутия) и Магаданской области. Есть надежда привлечь и федеральные средства.

В советский период велись масштабные геологоразведочные работы, были открыты основные месторождения Якутии. На сегодня богатых месторождений осталось немного по сравнению с прошлым «золотым веком», но, по словам геологов, рудного золота еще немало.

Таким образом, для дальнейшего освоения крупных золоторудных месторождений республики необходимы крупные инвестиции. По предварительным расчетам, для освоения только одного Нежданинского месторождения потребуется около 1 млрд дол. США. В ближайшей перспективе (к 2016 г.) Республика Саха (Якутия) планирует добывать 15–20 т золота в год, а в дальнейшей перспективе (к 2025 г.) с освоением Яно-Колымской золоторудной провинции – 40–45 т, что сыграет важную роль в дальнейшем социально-экономическом развитии не только Республики Саха (Якутия), но и Российской Федерации в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ведомственная целевая программа «Добыча золота в Республике Саха (Якутия) на 2009–2011 годы». Министерство промышленности РС(Я) (Приказ №117 от 03.2009г.). Якутск, 2009.
2. Годовой отчет ОАО «Полюс Золото» за 2009 год. [www.polyusgold.ru](http://www.polyusgold.ru).
3. Годовой отчет ОАО «Алданзолото ГРК» за 2008 год. [www.polyusgold.ru](http://www.polyusgold.ru).
4. Осваивать Нежданинское месторождение в Якутии будет совместное российско-канадское предприятие. [www.regnum.ru/news/](http://www.regnum.ru/news/)

**РИФТОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В ЗЕМНОЙ КОРПЕ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА – ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ**

Petriščevskij A.M.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

**RIFT STRUCTURES IN THE CRUST AND UPPER MANTLE  
OF THE RUSSIAN FAR EAST – FEATURES OF STRUCTURE AND EVOLUTION**

Petřiščevský A.M.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*The comparative analysis of geological-geophysical attributes and deep structures of the rift systems of Northeast Asia allows discern the mantle, crust, and crust-mantle rifts, which have characterized accordingly by active, passive and intermediate (mixed) types of the tectonic processes. The signs of a migration of rifts in time and space are revealed.*

Рифты – линейные структуры растяжения и разрывы земной коры и подкорового слоя верхней мантии – широко распространены на территории Дальнего Востока России. Как правило, у поверхности Земли они выражены цепочками линейных мезозойских и кайнозойских депрессий, реже – присутствием кайнозойских щелочных базальтоидов, а на глубине – сокращением мощности земной коры, существованием зон низких скоростей сейсмических волн и электрического сопротивления, поднятиями кровли астеносферы и мантийными диапирами. Как и большинство крупных кайнозойских рифтогенных структур Земли [2, 8–9], они сопровождаются высокой сейсмической активностью и аномалиями теплового потока.

Однако не все рифты Дальневосточного региона одинаковы по внешним признакам, происхождению и эволюции. Для Байкальского рифта, в частности, характерны: отсутствие сокращения мощности коры и базальтоидных проявлений в осевой зоне рифта [1, 3], значительные горизонтальные смещения приповерхностных тектонических структур относительно глубинных [6], резко асимметричный профиль рельефа подошвы впадин (Байкальская, Баргузинская) [3] и продолжение зоны низких скоростей сейсмических волн – индикатора вязких сред – далеко за пределы рифта [1].

Новые данные о глубинном строении рифтогенных структур Дальнего Востока были получены в результате анализа пространственных распределений центров масс многосвязных систем плотностных неоднородностей ( $Z_0$ ) и градиентов поверхностной плотности эквивалентных им сферических источников гравитационных аномалий ( $\mu_z$ ), отражающих реологические свойства земной коры и верхней мантии [4–6]. 3D-информационные массивы  $Z_0$ ,  $\mu_z(x, y, z)$ , описывающие распределения плотностных неоднородностей, и их графические образы (карты-срезы и разрезы) составлены с помощью формализованных расчетных процедур [5], не требующих предварительного привлечения вспомогательной геолого-геофизической информации. На основании выполненных расчетов выявлены два устойчиво повторяющихся в разных регионах глубинных признака рифтогенных структур: (1) зоны линейных поднятий плотностных неоднородностей в основании земной коры и литосферы, сочетающиеся с прогибами верхнего слоя земной коры, и (2) зоны низких значений  $\mu_z$ -параметра в переходном слое кора-мантия и астеносфере, пространственно совпадающие с андезит-базальтоидными магматическими проявлениями на земной поверхности.

По полученным данным, на Дальнем Востоке России существуют два типа рифтов: литосферные и коровые. Первые (Момский, Охотско-Анадырский) пронизывают всю толщу литосферы и отвечают классическим описаниям активного рифтогенеза [2, 8–9]. На заключительных стадиях эволюции этих рифтов по ним нередко развиваются сдвиговые (трансформные по отношению к границам литосферных плит) перемещения. Вторые (Байкальский, Южно-Якутский, Охотско-Чукотский) – ограничены диапазоном земной коры и подкорового слоя верхней мантии до глубины 40–50 км от поверхности Земли. Для них установлены признаки односторонних смещений тектонических масс по наклонным вязким детачментам и горизонтальной миграции рифтогенных процессов во времени. Второй тип рифтогенеза обычно характеризуется как пассивный [2, 8]. Вместе с тем, по-видимому, существуют рифтовые системы смешанного типа, по-разному проявленные в разных глубинных срезах литосферы и в разное геологическое время. К ним, наверное, можно отнести систему Танлу.

Периоды сжатия и растяжения чередуются во времени и в пространстве, и поэтому с рифтовыми системами генетически связаны прилегающие к ним области скучивания коровых тектонических масс – аккреционные призмы и складчато-надвиговые системы, которые формируются и перемещаются в зависимости от векторов давления крупных коровых пластин и литосферных плит. Так, например, коллизионный этап формирования складчато-надвиговых комплексов Камчатки (К<sub>2</sub>-Pg) в палеоцене-миоцене сменился противоположным вектором перемещения тектонических покровов – сорванных «макушек» палеостровных дуг – связанным с развитием рифтогенных процессов в Охотско-Анадырской структуре

---

растяжения, а нижнекоровые S-образные структуры сжатия повторяют контур поздне-мезозойского Охотско-Чукотского вулканического рифта по обе стороны от него.

Пространственная сопряженность структур растяжения-сжатия является характерной чертой Западно-Тихоокеанской окраины [7], и похожие признаки глубинных рифтогенных структур выявлены автором в литосфере Австралийского континента.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Крылов С.В. Сейсмические исследования литосферы Сибири. Избранные труды. Новосибирск: изд-во «Гео», 2006. 345 с.
2. Леонов Ю.Г. Континентальный рифтогенез: современные представления, проблемы и решения // Фундаментальные проблемы общей тектоники. М.: Научный мир, 2001. С. 155–173.
3. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Строение и геологическая история. Новосибирск: изд-во «Гео», 2001. 251 с.
4. Петрищевский А.М. Гравитационный индикатор реологических свойств тектоносферы дальневосточных окраин России // Физика Земли. 2006. № 8. С. 43–59.
5. Петрищевский А.М. Вязкий слой на границе кора-мантия на Дальнем Востоке // Геотектоника. 2008. № 5. С. 37–48.
6. Петрищевский А.М. Реологическая гравитационная модель тектоносферы Забайкалья // Доклады РАН. 2009. Т. 426, № 2. С. 248–255.
7. Родников А.Г. Островные дуги западной части Тихого океана. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. М., 1979. 152 с.
8. Achauer U. and Masson F. Seismic tomography of continental rifts revisited: from relative to absolute heterogeneities // Tectonophysics. 2002. Vol. 358, issues 1–4. P. 17–37.
9. Allemand P. and Brun J.-P. Width of continental rifts and rheological layering of the lithosphere // Tectonophysics. 1991. Vol. 188, issues 1–2. P. 63–69.

### ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СТРУКТУРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА (НА ПРИМЕРЕ АЛДАНО-ЗЕЙСКОГО ПЛЮМА)

Петрищевский А.М.<sup>1</sup>, Юшманов Ю.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

<sup>2</sup>Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия, Биробиджан, Россия

### SPACE DISTRIBUTION OF ORE DEPOSITIES IN THE CENTRAL TYPE STRUCTURES (EXAMPLE OF THE ALDAN-ZEYA PLUME)

Petrichchevsky A.M.<sup>1</sup>, Yushmanov Yu. P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

<sup>2</sup>Far Eastern State Academy for Humanities and Social Studies, Birobidzhan, Russia

*The structure connections of tectonic and tectonophysi media of different rigidity with distributions of shallow ore deposits above the Aldan-Zeya plume are considered. Spatial location of ore deposits is characterized by the lateral metallogenetic row owing to the «crawling» and redistribution of magmas and ore fluids, overlapped by rigid sheets in the crust bottom. The mutual arrangement and structure of the tectonic and magmatic elements of different ranks above the plume head follow to hierarchical and fractal laws.*

Очаговые тектономагматические структуры центрального типа очень часто контролируют размещение приповерхностных рудных месторождений. В близповерхностном слое земной коры эти структуры проявлены в формах интрузивно-купольных поднятий и депрессионных вулкано-тектонических структур, образующихся над коровыми магматическими очагами, а на больших глубинах – они формируются в надкупольных зонах плум – вершинах мантийных струй, глубоко проникающих в мантию Земли. Существование продолжительных во времени каналов, проницаемых для глубинных мантийных магм и флюидов, обеспечивает условия, благоприятные для образования в верхних горизонтах коры рудных месторождений разной специализации [1–2] и их многократной регенерации, особенно характерной для золота.

Типичным примером таких структур является Алдано-Зейский плум [3], обнаруженный в результате анализа пространственных распределений градиентов плотности сферических источников гравитационных аномалий ( $\mu_2$ ), эквивалентных много связанным системам плотностных неоднородностей в земной коре и верхней мантии Верхнего Приамурья и Южной Якутии. Кроме ясно выраженной концентрической зональности аномалий градиентов плотности, существование скрытой тектономагматической структуры центрального типа находит подтверждение в круговых распределениях сейсмотектонических векторов сжатия, концентрическом размещении эпицентров землетрясений в Олекмо-Становой сейсмической зоне, тепловых и дуговых магнитных аномалиях [3]. Алдано-Зейский плум обладает признаками

структуры с инверсированным (обрушенным) сводом, что выражается прогибанием жесткого нижнего слоя земной коры (слоя с высокими градиентами плотности) в центральной (стволовой) зоне плюма и продолжающимся современным прогибанием земной поверхности по данным повторных нивелировок. В результате длительного прогибания свода Алдано-Зейского плюма в его центральной части аккумулировался гигантский ( $110 \times 30$  км) и самый богатый по содержанию шлиховой ореол золота.

Пространственное размещение эндогенной рудной минерализации в контурах плюма типично для структур центрального типа: повышенная концентрация рудных месторождений наблюдается в центральной (стволовой) зоне плюма, где располагаются Верхне-Алданский (с крупным Бамским месторождением золота), Верхне-Амурский и Бомнакский рудные районы, и в его внешней (периферической) части, близко к контуру плюма на глубине 5 км.

Профирирующими для центральной зоны плюма являются золоторудная и молибденовая минерализация. Во внешнем контуре «рудного кольца», обрамляющего плюм, располагаются Центрально-Алданский и Верхне-Селемджинский золоторудные, Маймакано-Киранский и Урюм-Могочинский золото-вольфрамовые, Чаро-Токкинский и Кодаро-Удоканский вольфрамово-медные, Приаргунский золото-полиметаллический рудные районы. Во внешней зоне, на фоне рассеянных проявлений золота и молибдена, широко проявлена полиметаллическая, сурьмяная и оловянная минерализация, с которыми золото часто встречается в рудных парагенезах. Промежуточная зона между контурами плюма на глубинах 35 и 20 км относительно безрудна, и такая закономерность, подмеченная во многих других структурах центрального типа, может стать руководящим признаком для разбраковки перспективных площадей, прогноза и поисков новых месторождений на территории Верхнего Приамурья и Южной Якутии.

В результате анализа формализованных гравитационных моделей и их связи с размещением приповерхностных рудных месторождений обосновывается четырехэтажная схема развития рудно-магматических процессов в надкупольной зоне Алдано-Зейского плюма. Наиболее глубоким источником рудной минерализации (преимущественно Au и Mo) является астеносферная линза на глубине порядка 70 км, до сих пор находящаяся в полурасплавленном состоянии. На протяжении 100–120 млн лет она являлась первичным источником разнообразной рудной минерализации Верхнего Приамурья, смежных районов Якутии и Северо-Восточного Забайкалья, в кайнозое она контролировала гипergенное перераспределение золота. Второй слой вязких сред располагается в верхней мантии на глубине порядка 50 км. Можно предполагать, что на этом уровне первично концентрировались, а затем многократно перераспределялись рудные концентрации Au, Mo, Pb, Zn и Cu.

Третий уровень на глубинах 20–35 км характеризуется наиболее сложным строением и разнообразной рудной минерализацией. Основание этого уровня (слоя) на глубине 35 км частично расплавлено, или тектонически нарушено (расслоено), а выше по разрезу на глубине порядка 20 км концентрируются застывшие магматические источники (коровье очаги), гидротермальные производные которых являлись в позднем мезозое источниками найденных на поверхности месторождений. Четвертый, близповерхностный, уровень на глубине 10 км является источником месторождений Sn, Sn-Au, Sn-Pb-Zn, Au-Ag, Au-Sb, Au-Pb-Zn и W-Mo. Месторождения этого уровня генетически связаны преимущественно с вулканическими, или вулкано-плутоническими комплексами.

Установленные закономерности хорошо объясняются концепцией вертикальной зональности астеносферных флюидных систем [1–2], в соответствии с которой отделяющиеся от головы плюма магмы и флюиды являются источниками профирирующей рудной минерализации Верхнего Приамурья (Au, Mo), а образование комплексных месторождений золота с молибденом, полиметаллами, сурьмой и серебром связано с обогащением мантийных флюидов на путях миграции их к поверхности. Дальнейшая дифференциация флюидов в коровых магматических очагах обусловила комплексную рудную минерализацию на флангах плюма.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-05-98000-р\_Сибирь\_a.*

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Антонов Ю.А. Геохимия и петрология мезо-кайнозойских магматических образований и мантийный диапиритм. Новосибирск: изд-во Гео, 2008. 250 с.
2. Летников Ф.А. Сверхглубинные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геол. руд. месторождений. 2001. Т. 42, № 4. С. 212–307.
3. Петрищевский А.М., Ханчук А.И. Кайнозойский плюм в Верхнем Приамурье // Докл. РАН. 2006. Т. 406, № 3. С. 116–119.

---

## МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ РОССИЙСКИХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Прилуков А.Н.

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## MINERAL RESOURCES OF THE RUSSIAN FAR EAST TERRITORIES AND PROBLEMS OF THEIR EFFECTIVE USE

Prilukov A.N.

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The Russian Far East is amply endowed with mineral resources, their total wealth being estimated to 10 trillion dollars. The region possesses considerable percentages of the world geologic reserves of diamonds, boron, antimony, rare earths, and other minerals. Effective use of this natural wealth is hampered by uneven distribution of minerals over the territories, their poor infrastructure outfit, insufficient geologic surveying, and other problems. The real benefit of the region is its proximity to neighboring developing countries.*

Российский Дальний Восток (РДВ) располагает значительными объёмами минерально-сырьевых ресурсов (МСР), суммарная оценочная стоимость которых достигает ориентировочно 10 трлн. дол. США. В регионе сосредоточено приблизительно 21 % мировых геологических запасов алмазов, 20 % бора, 12,5 % сурьмы, 3,9 % серебра, 3,7 % редкоземельных элементов, 3,2 % урана, 2,5 % золота, по 2,2 % олова и флюорита, по 1,5 % вольфрама и железной руды. Доля региона в общероссийских запасах бора, олова, сурьмы, алмазов, ртути, германия, гелия составляет 50 и более процентов. В существенных объемах представлены здесь разведанные запасы мышьяка, серебра, висмута, вулканического стекла, серы, каолина, цеолитов и других полезных ископаемых. В дополнение к перечисленному, в РДВ располагаются 100 % общероссийских прогнозных ресурсов олова, подавляющая часть ресурсов серебра, около 60 % вольфрама, 45 % алмазов. Одним из наиболее востребованных ресурсных резервов является углеводородное сырьё, разведанные запасы и прогнозные ресурсы которого приурочены к территориям Республики Саха (Якутия) и шельфовых зон дальневосточных морей.

Внушительных размеров достигают объёмы добычи сырья. В 2007–2008 гг. доля региона в общероссийском (в скобках – мировом) производстве составляла: для бора – 100 (2,4) %, олова – 99,2 (0,7) %, природных алмазов – 99,2 (22) %, сурьмы – 98,6 (2,1) %, флюорита – 83,3 (2,8) %, вольфрама – 79 (4,6) %, платины – 25,7 (3,3) %, цинка – 16 (0,2) %, угля – 9,8 (0,5) %. В относительно больших объемах добывались германий, цеолиты, мышьяк, вулканическое стекло, серебро, висмут, свинец, золото. При этом остаются невостребованными имеющиеся существенные геологические запасы ртути, гелия, серы, редкоземельных элементов, каолина. Слабо используются запасы меди, никеля, кобальта, кадмия, индия, бруссита, доломита, металлургического и цементного сырья, термальных вод и пароводяных смесей.

Обстоятельством, снижающим полноту использования МСР, является их неравномерное распределение по территориям региона. Почти половина (49,4 %) суммарной оценочной стоимости МСР приходится на Республику Саха (Якутию), далее следуют Сахалинская область – 16,5 %, Приморский край – 12,2 %, Хабаровский край – 7,2 %, Magadanская область – 6,1 %, Амурская область – 4,5 %, Чукотский АО – 1,9 %. Камчатский край – 1,7 %, Еврейская автономная область (ЕАО) – 0,4 %.

По разнообразию основных видов минерального сырья, имеющихся в разведенных месторождениях и не относящихся к категории общераспространённых, ведущие позиции в регионе занимают: Республика Саха (Якутию) – 33 вида, Приморский край – 30, Хабаровский край – 27. Далее следуют: Камчатский край – 16, ЕАО – 15, Амурская область – 13, Чукотский АО – 12, Magadanская и Сахалинская области – по 10 видов. По количеству добываемых видов МСР и степени использования их видового разнообразия первенство удерживает Приморский край, где используются 18 из имеющихся 30 видов сырья (60 %). Аналогичные показатели других территорий существенно уступают приведённым. В Чукотском АО и Амурской области активно добываются только по 4 вида МСР, при этом коэффициенты использования их видового разнообразия составляют соответственно 33 и 31 %.

Серьёзной проблемой является нестабильность регионального производства минерального сырья, подтверждаемая имевшими место многолетними периодами падения добычи золота, серебра, платины, вольфрама, олова. Добыча олова, например, полностью прекратилась в ЕАО в 2006 г. и с тех пор не возобновлена. Близкая к описанной ситуация с добычей вольфрама возникла в Приморье в 2009 г.

Наблюдающееся в настоящее время оживление регионального производства меди, никеля, кобальта, бора, флюорита, железной руды связано либо с началом их производства на РДВ (никель, кобальт, железная руда), либо с возобновлением деятельности находившихся в кризисном состоянии предприятий. Примеры положительной производственной динамики связаны с ускоренным развитием предприятий относительно нового для региона нефтегазового комплекса, осваивающих шельфовые месторождения углеводородов и выходящих на производственно-коммерческие этапы своей деятельности. Особую позицию занимает золото, всплеск добычи которого в 2009 г. совпал с ростом его цены на мировых рынках.

Характерными для Дальневосточного региона препятствиями, сдерживающими расширение и повышение эффективности производства МС, являются недостаточная инфраструктурная обеспеченность и удалённость РДВ от наиболее промышленно развитых регионов страны, являвшихся в прежние годы основными потребителями дальневосточной продукции. Эффективному освоению потенциала территории мешают повышенная ранимость и трудновосстановимость экосистем, требующих значительных затрат на природоохранную деятельность; неразвитость или полное отсутствие производств, обеспечивающих комплексную и безотходную переработку сырья.

В России и на РДВ озабоченность вызывают низкие показатели геологической изученности территорий, ухудшение обеспеченности горнодобывающих предприятий разведенными запасами сырья и прогрессирующее исчерпание некоторых их видов, недостаточная оснащённость предприятий новой техникой, особенно отечественного производства, продолжающееся отрицательное воздействие горнодобывающих предприятий на экологическую обстановку в районах их деятельности, острая нехватка квалифицированных кадров. Обстоятельствами, осложняющими деятельность российских и дальневосточных предприятий, являются неотработанность законодательства, усложнённость и длительность процедур лицензирования, затруднённость доступа к необходимой общегеологической и экономической информации. В общей сложности выделено более 50 проблем, относящихся к разным сторонам минералопользования на российском Дальнем Востоке и ждущих своего разрешения.

Компенсирующими обстоятельствами, смягчающими и корректирующими неблагоприятную ситуацию, являются близость региона к быстро развивающимся соседним странам, испытывающим нарастающий дефицит минеральных и топливно-энергетических ресурсов, а также слабая заселённость территории РДВ, которая при определённых условиях становится конкурентным преимуществом по сравнению с густонаселёнными территориями с их повышенными требованиями к качеству мест обитания и размещения производственных объектов.

## **ОРГАНИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО МИНЕРАЛОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Прилуков А.Н.*

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## **ORGANIZATIONAL MODEL OF REGIONAL MINERAL RESOURCES MANAGEMENT**

*Prilukov A.N.*

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*Mineral Resources Management (MRM) as a term is widely used in scientific publications and governmental practice throughout the world. There are a lot of structural models, designed to represent the features and functioning of MRM-objects at various organizational levels, including a regional one. In the report the model is described, developed by the author and designated to represent the MRM-objects structure and functioning at national and regional levels. Wide applicability and versatility of the model is demonstrated.*

Термин «минералопользование» впервые появился в научной литературе в совместной работе отечественных и венгерских авторов [2], посвящённой поиску способов достижения того, что обозначено авторами как «рациональное минералопользование».

В англоязычных и других странах пользующийся широкой популярностью в научной среде и во властных структурах термин «минералопользование» передаётся словосочетанием *Mineral Resources Management (MRM)*. Особую популярность термин MRM, имеющий, по всей видимости, давнюю историю, стал приобретать в конце 1990-х гг., когда во многих странах широким фронтом развернулись процессы организационного реформирования и реструктуризации минерально-сырьевых и других секторов экономики, стимулируемые, в частности, чередой масштабных региональных экономических кризисов.

Продолжающимися и поныне процессами реформирования охватываются структуры минералопользования практически всех организационных уровней – глобального, национального, регионального, отраслевого, корпоративного и уровня отдельных предприятий. В роли катализатора, опять-таки, выступает всеобъемлющий и наиболее глубокий за последние десятилетия финансово-экономический кризис.

Многими отечественными и зарубежными исследователями неоднократно отмечалось существование тесной взаимообусловленности и скоординированности протекающих на различных организационных уровнях процессов, связанных с промышленными добычей и использованием минерального сырья (МС). Выполненный автором доклада многоаспектный анализ показывает, что наряду с национальным и корпоративным уровнями высокой степенью системной организованности нередко характеризуется *региональное минералопользование*, изучению которого посвящено достаточно большое количество работ зарубежных и отечественных авторов.

Различными авторами предложены варианты формализованных моделей, в которых отражены стороны и аспекты недро- и минералопользования регионального и смежных уровней. Например, В.Райдайтом

---

(Rideout V.C.) в 1980 г. предложена модель социально-экономико-ресурсной системы региона или страны, состоящая из 8 блоков, связанных между собой материальными, финансовыми и информационными потоками, имеющими одно- или двухстороннюю направленность. В работе В.С. Никитина (1982) минерально-сырьевая база территории и осваивающая её горнодобывающая промышленность рассматриваются как единый горнопромышленный комплекс, характеризующийся разнообразными внутренними и внешними связями; предложена модель, содержащая математические формулы и позволяющая вести прогнозно-аналитические расчёты с использованием реальных данных. Е.М. Козаковым и А.Г. Шеломенцевым в 1992 г. сформулирована модель структуры связей разрабатываемого проекта горнодобывающего предприятия, в которой прослеживается охват ряда отсутствующих в других моделях процессов минералопользования. Е.А. Порохней, Е.С. Мелехиним и В.В. Карагановым в 1999 г. предложены разновидности моделей, в которых региональное недропользование рассматривается как система, охваченная процессами внутреннего и внешнего регулирования. Х.П. Камусом (Camus J.P.) в 2002 г. опубликовано описание простой по структуре и составу элементов модели управления минералопользованием, связывающей организационную структуру фирмы с вырабатываемой ею стратегией ведения бизнеса и внешним окружением. А. Баррискеллом (Barrisell A.) в 2001 г. предложена модель прогнозируемой на ближайшую перспективу организации минералопользования, строящейся на использовании возможностей Интернета и электронных технологий документооборота – так называемого электронного бизнеса (e-business).

Автором доклада разработана и в течение ряда лет используется в исследовательских целях *обобщённая модель организационной структуры минералопользования*. В основе модели лежит традиционное, являющееся в настоящее время общепринятым разграничение видов деятельности, связанных с извлечением из земных недр, рыночной реализацией и промышленным использованием минерального сырья. Это разграничение проявляется в отраслевой, территориальной и организационной структуре связанных с минералопользованием предприятий и других общественных институтов.

Модель содержит три группы блоков. Её центральную часть образуют блоки, отображающие существенные процессы и подсистемы минералопользования – владение землёй, недрами и минеральными ресурсами; поиски и разведка месторождений; получение доступа к недрам; обустройство и освоение месторождений; добыча минерального сырья; его первичная переработка; реабилитация земельного и горного отводов; глубокая переработка МС; маркетинг продукции и услуг. С одной из сторон центральную часть обрамляют блоки, относящиеся к процессам и подсистемам управления, – идеологическому и законодательному обеспечению минералопользования, его финансированию, администрированию, контролю и научному анализу, информационному и кадровому обеспечению, связям с общественностью. С другой стороны центральная часть модели дополнена блоками, символизирующими кооперационные и обслуживающие функции, выполняемые по отношению к минералопользованию, – его научное и проектное обслуживание, техническое и инфраструктурное обеспечение, контроль над соблюдением производственной техники безопасности и санитарии, экологический мониторинг.

На многочисленных отечественных и зарубежных примерах, охватывающих различные организационные уровни – национальный, региональный, отраслевой, корпоративный, отдельных предприятий и их групп, показана адекватность модели существующим управленческим структурам, рассматриваемым с учётом их продолжающегося реформирования, ведущего к изменению приоритетов и появлению новых форм и механизмов управления. Наглядно продемонстрирована достаточная универсальность модели, её пригодность для анализа ситуаций, складывающихся как в плановой, так и рыночной экономике, а также в условиях наиболее типичных в настоящее время смешанных и переходных форм общественного устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Прилуков А.Н. Региональное минералопользование в условиях рыночных реформ. Владивосток: Дальнаука, 1998. 156 с.
2. Социально-экономические проблемы эффективного использования минеральных ресурсов / Под ред. Астахова А.С., Тота М. М.: Недра, 1985. 275 с.

### СЕЙСМОСТРАТИГИЧЕСКИЙ И СТРУКТУРНО-ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЙНОЗОЙСКИХ ДЕПРЕССИЙ ПРИАМУРЬЯ

Razvozzhaeva E. P., Perestoroinin A.N.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

### SEISMOSTRATIGRAPHIC AND STRUCTURAL-PARAGENETIC ANALYSIS OF THE CENOZOIC DEPRESSIONS IN PRIAMURYE

Razvozzhaeva E.P., Perestoroinin A.N.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*On the basis of the local gravity field analysis and seismic data it was demonstrated, that a system of depressions in Priamurye was formed in the conditions of regional deformation of pure shear with additional extension. After the inversion episode which had occurred in the Late Miocene, the riftogenic processes obtained the features of taphrogenesis. The role*

*and measures of active riftogenesis sharply increased, the multiple plateau of Neogene-Quaternary basalts being its evidence. Large double-level rift depressions, like the Middle Amur Basin, were formed.*

Кайнозойские депрессии Приамурья содержат летопись не только осадочных, но и тектонических процессов. Строение депрессий, их взаимное расположение, тектоническая позиция и взаимоотношения с фундаментом позволяют определять характеристики тектонических напряжений, вызвавших их возникновение, и деформационных процессов, влиявших на их эволюцию. В настоящем исследовании предпринята попытка объяснить в общих чертах формирование системы кайнозойских депрессий с позиций сейсмостратиграфического и структурно-парагенетического анализа. Основным фактическим материалом явилась схема интерпретации площадной гравиметрической съемки 1:200 000 масштаба и данные сейсморазведочных работ, проведенные в Среднеамурском осадочном бассейне.

Совокупность кайнозойских депрессий Приамурья представляет собой единую в структурно-формационном и тектоническом отношении систему. Она характеризуется сокращенной мощностью земной коры. Система накладывается на различные по возрасту, составу и ориентировке структуры. И в региональном гравитационном поле, и в рельефе отчетливо видно, что зона имеет северо-восточное (СВ) простирание на юге (система разломов Тан-Лу) и меридиональное – на севере (Сахалинская система разломов).

Депрессии условно разделяются на два типа: небольшие по размерам простые грабены, выполненные палеоген-неогеновыми отложениями, и крупные впадины (пример – Среднеамурская), состоящие из двух структурных ярусов – нижнего палеоген-среднемиоценового комплекса заполнения отдельных грабенов и покрывающего их верхнемиоцен-четвертичного чехла. Двухъярусное строение уверенно фиксируется на сейсмических профилях, расположенных в Среднеамурской впадине. Ограничениями Среднеамурской впадины служат зоны разломов с приуроченными к ним цепочками грабенов, относимые к системе Тан-Лу.

В плане большинство грабенов имеет вытянутую форму. Преобладает СВ ориентировка грабенов и впадин с немногочисленными отклонениями до субмеридиональной и близширотной. Большинство грабенов характеризуется асимметричным профилем с одним крутым, ограниченным сбросом бортом (обычно юго-восточным), а другим – пологим. Асимметричность четко проявлена на поперечных сейсмических разрезах. Иногда в волновом поле можно проследить листрическую форму грабенообразующего разлома. Мощность отложений максимальна у крутого борта и постепенно уменьшается к пологому. На поперечных сейсмических разрезах видно, что отложения грабенов залегают на складчатых структурах с размытием и резким структурно-стратиграфическим несогласием. В ряде случаев четко проявлены приразломные постседиментационные инверсионные структуры сжатия – взбросо-надвиговые подвороты слоистости и пологие антиклинальные складки. На продольных сейсмических разрезах видно, что комплекс отложений грабенов залегает на складчатых образованиях фундамента либо согласно, либо с небольшим угловым несогласием. Это связано с тем, что длинные оси грабенов часто наследуют ориентировку складчатых структур фундамента или расположены под острым углом к ним, и простирации структур фундамента и слоистости отложений грабенов одинаковы или близки. Строение крупных грабенов (например, Переяславского) характеризуется наличием чередующихся как в продольном, так и в поперечном направлениях погружений и поднятий (погребенных грабенов и горстов более высокого порядка, которые контролируются системой взаимосвязанных продольных и поперечных разломов, представляющих собой элементы единого структурного парагенезиса).

Анализ имеющихся геологических и геофизических карт и разрезов показывает, что расположение грабенов и впадин подчиняется определенным закономерностям. Грабены Приамурья редко размещаются обособленно. В большинстве своем они образуют либо протяженные линейно вытянутые, либо субзометричные локальные зоны субмеридионального, близширотного и СВ простирания, состоящие из нескольких грабенов. В пределах этих локальных зон грабены имеют сходные размеры, ориентировку и соотношения с соседними грабенами. По отношению к осям локальных зон длинные оси грабенов ориентированы под острым углом. В субмеридиональных и СВ зонах ориентировка длинных осей грабенов отклоняется от оси этих зон по часовой стрелке, и грабены располагаются уступом влево. В близширотных зонах длинные оси грабенов отклоняются от оси зон против часовой стрелки, размещаясь уступом вправо. Кулисообразное расположение грабенов, являющихся структурами растяжения, свидетельствует о том, что локальные зоны субмеридиональной и СВ ориентировки формировались в зонах правостороннего сдвигания, а близширотной – левостороннего.

Сбросовый характер продольных разломов, ограничивающих грабены, означает, что поле тектонических напряжений (ПТН), разрядка которых привела к заложению грабенов, характеризовалось СЗ ориентировкой осей растяжения и СВ положением осей сжатия. Такая ориентировка осей ПТН свидетельствует о том, система депрессий Приамурья формировалась в условиях региональной деформации чистого сдвигания с дополнительным растяжением, незначительно изменяющейся в пространстве и времени (за исключением эпизода инверсии в середине миоцена).

---

Возникновение и заполнение кайнозойских депрессий Приамурья на палеоген-неогеновом этапе можно расценивать как следствие существенно «пассивного», большей частью эпиорогенного рифтогенеза с незначительным проявлением признаков «активного» рифтогенеза (вулканиты кузнецковской и др. свит). После эпизода инверсии характер рифтогенных процессов качественно изменился. Тектонические движения сосредоточились, в основном, на границах крупных блоков. Резко возросли роль и масштабы «активного» рифтогенеза, о чём свидетельствуют многочисленные плато неоген-четвертичных базальтов. Рифтогенные процессы в пределах крупных впадин приобрели черты тафрогенеза. Образовались крупные двухъярусные рифтогенные впадины за счет охвата растяжением участков скопления небольших грабенов и локальных рифтовых зон путем их интеграции в единую систему. Рифтогенез перешел на качественно новый уровень развития, более масштабный по величине образуемых структур и глубинности вызывающих его тектонических и магматических процессов.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 09-1-0Н3-01.*

## **ВОСТОЧНАЯ РУДНАЯ ПОЛОСА МАЛОГО ХИНГАНА: НОВЫЕ АСПЕКТЫ В НАПРАВЛЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

*Roganov G.V.<sup>1</sup>, Dobkin S.N.<sup>1</sup>, Zhirkov A.M.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Федеральное государственное унитарное предприятие «Дальгеофизика», Хабаровск, Россия;

<sup>2</sup>Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

## **EASTERN ORE ZONE OF SMALLER KHINGAN: NEW ASPECTS IN THE DIRECTION OF EXPLORATION WORK**

*Roganov G.V., Dobkin S.N., Zhirkov A.M.*

<sup>1</sup>Federal state enterprise «Fargeophysics», Khabarovsk, Russia;

<sup>2</sup>Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*The features of Smaller Khingan's easter zone of fossil minerals in late Proterozoic rocks are examined. Large resources of phosphate minerals and iron, gold-platinum metals are determined.*

Часть хребта Малый Хинган, располагающаяся восточнее долготы 131°42', давно известна под названием «Восточная рудная полоса». Здесь среди карбонатных, кремнистых, терригенных и разнообразных по составу углеродистых пород хинганской серии, прослеженных в меридиональном направлении на расстояние около 60 км, выявлены и с различной детальностью изучены месторождения и проявления железо-марганцевых (Теплоозерское и Биджанское) и железных (Северо- и Южнолондоковские, Северо-Мурандавское, Мурандавское, Ново-Дитурское, Тигровое, Гремучинское) руд, известняка (Лондоковское), магнезита (Старосмолокуровское, Молодежное), талька (Бираканское), брусила (Тарагайское), фосфатно-карбонатных пород (Буранбаское, Тигровая Падь, Гремучинское и др.), доломитовых мраморов (Белая Скала, Розовая Скала) и других полезных ископаемых. В настоящее время эксплуатируется лишь Лондоковское месторождение известняков. Цель настоящего сообщения – привлечь внимание недропользователей к малоизвестному общественности и до сих пор не востребованному виду сырья – фосфатно-карбонатному, а также к металлам – Au, Pt, Ag, Ni, Co, Mo, U и др.

Современное состояние стратиграфической изученности Восточной рудной полосы позволяет представить её разрез в следующем виде (снизу вверх):

1. Игинчинская свита ( $R_3 : V$ ) – песчаники, алевролиты – более 1000 м.
2. Нижнемурандавская подсвита ( $V-E_1$ ) – доломиты, магнезиты, прослои и линзы фтанитов, глинистых сланцев – 600–800 м.
3. Верхнемурандавская подсвита ( $E_1$ ) – доломиты, известковистые доломиты, известняки, глинистые сланцы, песчаники, кремнистые породы, железные и железо-марганцевые руды, фосфорит-доломитовые брекчии, спонголиты – 400–900 м.

4. Лондоковская свита ( $E_1$ ) – известняки битуминозные с прослоями углеродистых глинистых сланцев, известняковых и известняково-фосфоритовых брекчий, фосфоритов и спонголитов – 800–1000 м.

5. Кимканская толща ( $E_1$ ), предварительно подразделяющаяся на 3 пачки:

Пачка 1 – углеродистые глинистые и глинисто-кремнистые сланцы, фтаниты, алевролиты, редкие пласти песчаников, известняков и доломитов – 1070 м;

Пачка 2 – глинистые сланцы, алевролиты и песчаники, прослои кремнисто-глинистых пород, редко известняков, фтанитов и туфов риолитов – около 750 м;

Пачка 3 – углеродистые глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, известняки, пласти кремнистых пород и железо-марганцевых руд с Ni и Co – 1100–1200 м.

В верхнемурандавской подсвите сосредоточены значительные ресурсы фосфатно-карбонатных пород, содержащих 3–8 %  $P_2O_5$ , которые могут быть использованы для производства фосфатно-доломитовой муки (ФДМ) – высокоеффективного фосфорного удобрения со свойствами известкового

мелиоранта для слабо окультуренных кислых почв, характерных для Еврейской автономной области (ЕАО). За длительный период исследований агрохимических свойств ФДМ (1976–1989 гг.) от внесения её в почвы в дозах 300 и 450 кг/га в пересчете на  $P_2O_5$  отмечены достоверные прибавки урожая сои (на 30,1 и 36,6 %), яровой пшеницы (36,6–38,6 %) и кукурузы (48,4–50,3 %) по отношению к контролю и азотно-калийному фону [3]. Наиболее перспективными для освоения проявлениями фосфатно-карбонатного сырья являются Гремучинское, Тигровая Падь и Бурунбавское, суммарные прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> которых составляют 17,8 млн т. Для производства и использования ФДМ разработаны ТУ «Фосфатно-карбонатная мука для удобрения» [4] и рекомендации по её применению [5].

Широко распространенные в пачках 1 и 2 кимканской толщи углеродистые породы содержат свыше 3 % (иногда до 10–20 %) С<sub>орг.</sub>. Спектральным анализом в них установлены повышенные концентрации V, Cr, Mo, Cu, Pb, Ag, Zn, Ga и U, наибольшие значения которых свойственны, по-видимому, породам пачки 1. Полоса выходов последней на протяжении от р. Мал. Дитур до р. Бира трассируется цепочкой литохимических аномалий этих элементов, а также иногда сопутствующего им золота, выявленных опробованием донных отложений гидросети. В разрезе пачки 3 в истоках р. Лев. Бурунбава вскрыт пласт (3,8 м) кремнистой железо-марганцевой руды, содержащей 18–35 % Fe, 10–12 % Mn, а в подошве 0,02–0,13 % Co, 0,023–0,63 % Ni, 0,01–0,4 % Cu и 0,003 г/т Au. Наличие линейных магнитных аномалий в полосе распространения этой пачки указывает на высокую вероятность выявления в ней других залежей. По геохимической специализации углеродистые породы Восточной рудной полосы сходны с кембрийскими отложениями черносланцевого бассейна Юго-Восточного Китая [2], где в них локализованы промышленные месторождения Mo, Ni, Co, Zn, W, Sb, Hg, V, МПГ, Cu, U, Ba и желваковых фосфоритов. Металлоносные черные сланцы содержат в среднем, %: Ni – 4,5, Mo – 4,84, V – 0,53, Zn – 0,43, Co – 0,004.

Важным фактором прогноза золота, платиноидов и серебра в Восточной полосе является установленная комплексность оруденения в крупном Южно-Хинганском марганцево-железорудном поле Малого Хингана, расположенном в 50 км к юго-западу от рассматриваемой полосы. Содержания благородных металлов в рудах этого поля достигают 1–2 г/т, иногда много больше [1]. Учитывая эти данные, представляется целесообразным в Восточной рудной полосе Малого Хингана провести прогнозно-поисковые работы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Жирнов А.М., Кузин А.А. Железорудное сырье Еврейской автономной области: современное состояние и перспективы использования //Региональные проблемы. 2008. № 9. С. 45–49.
2. Ильин А.В. Древние фосфатоносные бассейны. М.: Наука, 1990. 174 с.
3. Погадаев Г.И., Роганов Г.В., Яковлев Е.Н., Межуев Г.Ф. Эффективность использования местных видов фосфатсодержащего сырья в земледелии юга Дальнего Востока // Эффективное плодородие мелиорированных почв кормовых севооборотов. Владивосток: ДВО АН СССР, ОМС ПСХН, 1991. С. 16–21.
4. Погадаев Г.И., Роганов Г.В., Яковлев Е.Н. и др. Применение местных видов фосфатсодержащего сырья в южной зоне Дальневосточного экономического района (рекомендации). Москва – Хабаровск: ВНИПТИХИМ, ДВИМС. 1990. 51 с.
5. Фосфатно-карбонатная мука для удобрения (технические условия). Хабаровск: ДВИМС, 1986. 8 с.

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И СПЕЦИФИКИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Склярова Г.Ф.

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## ANALYSIS AND EXPLORATION OF MINERAL RAW MATERIALS IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

Sklyarova G.F.

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*This work describes the results of the analysis and exploration of mineral raw materials in the Jewish Autonomous Region for the period of 2005–2009 and their exploration prospects.*

В экономическом аспекте минерально-сырьевая база представляется ресурсами полезных ископаемых, выявленных в недрах той или иной территории, разведенными и подготовленными к освоению, в настоящее время и в будущем служащими сырьевой базой для развития важнейших отраслей промышленного производства (энергетики, топливной, химической промышленности, черной и цветной металлургии, строительства и др.).

Предметом исследований являлись полезные ископаемые разведенных месторождений Еврейской автономной области (ЕАО), количественно оцененные балансовыми запасами по промышленным кате-

---

гориям ( $A+B+C_1$ ,  $C_2$ ) и забалансовыми, прошедшими экспертизу и ежегодно пересматриваемыми и учтываемыми Государственными балансами полезных ископаемых.

Балансовые запасы полезных ископаемых учтенных месторождений содержат сведения по промышленным типам и составу руд, условиям их залегания, способам отработки, степени изученности, их местонахождения, отношение запасов к распределенному (с указанием организаций, имеющих лицензии) и нераспределенному фондам, по разрабатываемым месторождениям – добычу, потери, технико-экономические показатели добывающих и перерабатывающих предприятий и другие сведения). Балансовые запасы включают запасы полезных ископаемых, удовлетворяющих требованиям утвержденных кондиций по качеству, количеству, технологическим свойствам минерального сырья, горно-техническим условиям эксплуатации месторождений с учетом степени их изученности и их географо-экономическим условиям.

К забалансовым отнесены запасы полезных ископаемых, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно или по техническим и технологическим условиям невозможно, но которые в дальнейшем могут быть переведены в балансовые, в технико-экономическом обосновании кондиций которых будет доказана возможность их использования доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения.

Минерально-сырьевая база ЕАО включает разведанные месторождения, учтенные Госбалансом, следующих видов полезных ископаемых: золото, железо, марганец, олово, из редких металлов бериллий, уголь бурый, из неметаллических полезных ископаемых – флюорит, графит, магнезит, бруситы.

Состояние минерально-сырьевой базы по годам (с 2005 по 2009), включающее суммарные запасы и добычу по каждому виду полезных ископаемых, проанализировано по отношению к суммарному состоянию МСБ ДФО.

Не рассматривая стройматериалы, из перечисленных видов полезных ископаемых по состоянию на 2009 г. производилась добыча лишь золота (запасы которого по отношению к 2005 г. увеличились на 73 %, а добыча сократилась на 41 %), составляющая 0,04 % (50 кг) от добычи по ДФО, и брусита. По отношению к суммарным величинам по ДФО (%) значительны запасы железа 13,89, бериллия 12,87.

Специфика минерально-сырьевой базы ЕАО заключается в наличии единственных на Востоке страны только на ее территории месторождений с промышленными запасами марганца, графита, магнезита, брусита.

Графит, относящийся к стратегическим видам сырья, обладает рядом уникальных физических и химических свойств: высокой тугоплавкостью, кислотоупорностью высокой электропроводностью, огнепрочностью, пластичностью, мягкостью, определяющими широкое использование его в металлургической, машиностроительной и других отраслях промышленности. Государственной программой МПР России рекомендовалось провести геолого-экономическую оценку Союзного месторождения на возможность его освоения.

Брусит – минерал, занимающий ведущее место по содержанию  $MgO$  – 69 %. В мире известны единичные месторождения мономинеральных бруситов В РФ месторождения бруситов известны только на территории ЕАО, где действует единственное предприятие в стране – ЗАО «Кульдурский бруситовый рудник» по открытой добыче и переработке брусита Кульдурского месторождения. Добытая продукция поставляется в основном в ОАО «Огнеупоры» (Екатеринбург, Свердловская область) для получения электротехнического периклаза и шпинельных порошков, ОАО «Комбинат «Магнезит» – для производства плавленых огнеупоров; технологическими испытаниями подтверждается возможность их применения в бумажном производстве, в экологии (адсорбционная емкость брусита по сравнению с цеолитами в 8–10 раз выше).

Малый Хинган – единственный на Востоке страны район, обладающий запасами (66045 тыс. т) высококачественного магнезиального сырья. Технологическими испытаниями магнезитов оценена возможность их использования в производстве магнезиальных вяжущих сварочных материалов, металлургических порошков, цементов с хорошими вяжущими свойствами, для производства металлургических порошков различного качества, изготовления жаропрочных бетонов, производства магнезит-хромитовых и форстеритовых огнеупорных изделий, высококачественные порошки – для получения плавленого периклаза, в качестве поделочного камня.

Марганец по Дальневосточному ФО Госбалансом запасов учитываются по двум месторождениям, находящихся на территории ЕАО – Южно-Хинганское (9 участков) и Биджанское (забалансовые запасы). Суммарные запасы по ним определены в количествах по категориям (тыс. т):  $B+C_1$  – 6441 тыс. т (составляющие 4,3 % к запасам России),  $C_2$  – 2474 тыс. т. В Мало-Хинганском рудном районе проявления марганцевых руд пространственно и генетически связаны с железорудными горизонтами в железистых кварцитах, что предопределяет возможность комплексной отработки месторождений. Основным потребителем марганца во всем мире является черная металлургия (ок. 90 %), примерно 10 % приходится на потребности в электротехнической, химической, медицинской и других отраслях промышленности. В 1996 г. специалистами «Уралмеханобра» проведены технологические исследования марганцевых руд

Южно-Хинганского месторождения весом 1,5 т. Основной продукцией добывающего предприятия предполагается получение концентратов с содержанием марганца 20,32–38,55 % и более 50 %, а также с содержанием железа 38,5–61,8 %. Особое значение имеет установленные в последнее время присутствие золота и платины в промышленно значимых концентрациях.

Перспективы развития экономики ЕАО во многом связываются с развитием МСБ ДФО горнодобывающей промышленности. Инвестирование средств и расширение внедрения в экономику региона новых перспективных объектов актуально с целью использования сырья на региональном и местном уровнях.

## РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ РУДНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ОЦЕНКА

Склярова Г.Ф.

Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск

## RARE-METAL ORE CONTENT IN THE DEPOSITS OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION AND ITS EVALUATION

Sklyarova G.F.

Mining Institute FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*This article provides information on beryllium-and indium-containing ores deposits in the Jewish Autonomous Region, with an assessment of their practical relevance.*

Редкие металлы – индий, бериллий являются элементами – попутчиками в составе соответственно оловянных и бериллиево-флюоритовых руд месторождений Еврейской автономной области (ЕАО) (Хинганское, Преображеновское и др.), запасы которых учитываются наряду с другими промышленными рудами Государственным балансом запасов полезных ископаемых, по качественным и количественным показателям удовлетворяющие требованиям промышленности при комплексной отработке месторождений.

Индий по содержанию в земной коре относится к типичным редким элементам, а по характеру распространения – к рассеянным элементам. Кларк индия в земной коре равен  $1,4 \times 10^{-5}$  %. Сейчас известно около десяти собственных минералов индия, но не имеющих практического значения вследствие своей исключительной редкости. Близость ионного радиуса индия с размерами ионов более распространенных металлов (Fe, Zn, Mn, Sn, Mg, Pb и др.) приводит к тому, что в природе индий встраивается в кристаллические решетки минералов этих элементов. Практическое значение имеют лишь соединения трехвалентного индия, как наиболее устойчивые и распространенные. Оксид индия ( $In_2O_3$ ) образует светло-желтые или зеленовато-желтые кристаллы, плотность  $7180 \text{ кг}/\text{м}^3$ , температура плавления  $1910^\circ \text{C}$ . не растворим в воде, не реагирует с растворами щелочей, легко взаимодействует с растворами минеральных кислот с образованием соответствующих солей. Благодаря пластическим и антикоррозионным свойствам, низкой летучести и температуре плавления индий используется для получения различных сплавов и припоев, находящих самые разнообразные применения от ювелирного дела и зубоврачебной практики до изготовления космических аппаратов. Индий способен легко (даже при натирании) диффундировать в другие металлы и образовывать твердые износостойкие покрытия, имеющие хорошие смазывающие свойства, широко применяется как компонент более чем в пятидесяти легкоплавких сплавах с температурами плавления от 10,6 до  $314^\circ \text{C}$ , с успехом применяющихся для лужения и пайки. Припой на основе индия и олова, имеющие низкое давление пара используются для пайки высоковакуумной аппаратуры. В ювелирном деле индий применяется в сплавах с золотом, серебром и платиноидами.

В настоящее время основным источником первичного индия являются цинковые обманки полиметаллических месторождений и получается как побочный продукт переработки свинцово-цинковых, полиметаллических или оловянных руд и их концентратов. Полученные концентраты обжигаются и практически весь индий, вследствие низкой летучести  $In_2O_3$ , остается в огарке. При последующем пирометаллургической обработке индий почти полностью переходит в летучие возгоны, основным способом разложения которых является сернокислотное выщелачивание с последующим применением некоторых способов селективного извлечения элемента.

На территории ЕАО учитываются запасы индия категории С<sub>2</sub> в рудах Хинганского оловорудного месторождения, разрабатываемого на олово. Запасы индия подсчитаны по рудным телам Северное–Глубокое и Загадочное с содержаниями индия 1,4–1,91 г/т в количествах 2,8 т.

Добытые руды перерабатывались на Хинганской обогатительной фабрике с получением гравитационного и шламового оловянных концентратов, в которые извлекался индий. При реализации оловянных концентратов наличие индия в них Новосибирским металлургическим комбинатом не учитывалось и

---

оплата за него не производилась. Товарная стоимость индия при определении ценности недр определена в количествах 690 тыс. дол. США.

Крупнейшими производителями первичного индия являются Китай, Канада. В США все месторождения индия как стратегического металла законсервированы, а производство индия связано с рафинированием ввозимого из-за рубежа низкосортного индия до 99,9999 %. В мировой экономике спрос на индий продолжает опережать предложения. По материалам ГИРЕДМЕТ [Metal Bulletin, 2006], Китайская фирма в городе Zhuzhou в марте 2006 г. официально запустила завод по производству оксидов индий-олово. Этому способствовало значительное вложение инвестиций, направленное как в первичное так и во вторичное производство с ростом объемов перерабатываемого лома.

Бериллий – редкий, самый легкий и устойчивый стратегический металл ограниченного производства, имеющий применение в атомной энергетике, авиации, космонавтике, приборостроении и имеющий большие перспективы в термоядерном синтезе, суперсплавах и пр. Наиболее распространенным и главным минералом берилля является берилл, образующийся в кислой алюмосиликатной среде и состоящий из кремния, алюминия, содержащий до 14 % окиси берилля. В ЕАО находятся самые крупные бериллиевые объекты Приамурья – Преображеновское и Дитурское редкометально-флюоритовые месторождения, относящиеся к грейзеновому типу. Флюорит – основной промышленный минерал фтора, являющийся сильнейшим окислителем, способный образовывать соединения со всеми элементами, кроме гелия, неона, аргона. Используется главным образом в качестве флюса, для производства плавиковой кислоты и фтористых солей.

Руды месторождения представляют собой грейзены и грейзенизованные гранодиориты комплексные с редкометально-флюоритовыми жилами и прожилками. Средние содержания: окиси берилля – от 0,03 до 0,095 %, флюорита – 5,5–6,44 %; двуокиси лития – 0,15 %, фтора в руде – 0,008 %. Горногеологические и гидрогеологические условия месторождения позволяют вести разработку открытым способом. Рациональна комплексная система отработки месторождения на флюорит и редкие металлы, что повысит ее рентабельность. При обогащении методом флотации получаются концентраты: BeO с содержанием 7 % при извлечении 45 %, кассiterитовый – 26 % при извлечении 66 %, лепидолитовый – с содержанием лития 3 % при извлечении 50 %, полевошпатовый продукт – как сырье 1 и 2 сорта для керамических изделий. Суммарные разведанные запасы BeO определены в количествах 12872 т. Стоимостная оценка берилля (BeO) по разведенным месторождениям в недрах ЕАО составляет: потенциальная – 5,03 млн дол. США, товарная – 2,26 млн дол. США.

Месторождения находятся в благоприятных экономико-географических условиях с довольно развитой инфраструктурой. Приводимые сведения имеют целью привлечь внимание инвесторов к комплексному освоению уникальных месторождений Дальнего Востока, а также к разработке и использованию известных рациональных технологических схем переработки руд с извлечением высокодефицитных редких элементов для практического использования.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ

Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Обжиров А.И.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И.Ильчева ДВО РАН, Владивосток, Россия

## GEOCHEMISTRY FEATURES OF THE EAST-SIBERIAN SEA SEDIMENTS

Sorochinskaja A.V., Shakirov R.B., Obzhirov A.I.

V.I. Ill'ichev Pacific Oceanology Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

*The geochemical survey of sediments was conducted across the East-Siberian Sea in 2008 by the RV «Academic M.A. Lavrent'ev's» crew of scientists. The main features of methane and hydrocarbon gases distribution was revealed; chemical composition, total and organic carbon and granulometry of surface sediments were studied. The max length of sediment cores reached 2.5 meters. The lithology and granulometry control of chemical elements distribution was investigated. The huge methane anomaly 2.5 % v. in «headspace» was found at 270 km offshore, in the marked hydrocarbon fluid migration zone. Tectonic influence to methane and high hydrocarbon remains unclear.*

По профилю от мыса Биллингса к подводному хребту Менделеева был произведен отбор литологического материала на 56 донных станциях с последующим описанием и изучением особенностей распределения концентраций углеводородных газов. Определение углеводородных газов проводилось методом равновесных концентраций «headspace». Обнаружены аномалии метана, а также зафиксированы в осадках тяжелые углеводородные газы этан, этилен, пропилен, пропан, бутан и пентан. В центральной части профиля выделен участок активной разгрузки природного газа (содержание метана 2,4 % объем).

Основной тип донных осадков по профилю – алеврит пелитовый. Значительные содержания пелита на всех станциях профиля объясняются подледно-морскими условиями седиментации, характерными для Восточно-Сибирского моря.

Концентрации  $C_{\text{opr}}$  в пробах донных осадков по профилю лежат в пределах 0,29–2,27 % от сухого вещества осадка. Достаточно высокие содержания  $C_{\text{opr}}$  в поверхностном слое осадков свидетельствуют об активных продукционных процессах в водной толще и спокойных гидродинамических условиях, способствующих накоплению глинистого материала и органических остатков.

Результаты определения элементного состава осадков поверхностного слоя по профилю методами ICP свидетельствуют, что по отношению к среднему содержанию в осадочных породах континентов донные осадки обогащены Na (в 4–8 раз), P (в 1,5–4,0 раза), Fe (в 1,5 раза), Zn (в 2 раза), Ag в (1,3–2,0 раза). Ниже кларковых значений содержания в осадках Rb, Cs, Li, K, Ca, Sr, Ba, U, Th, Mo, Ti, Ga, Tl, Be, Hf, Nb, Zr. По отношению к щелочным элементам Li, Rb, Cs, K осадки поверхностного слоя обеднены при сравнении со средним содержанием в осадочных породах континентов. Повышенное содержание Na связывают с его входением в кристаллические решетки гидрослюд и с экстракцией этого элемента фитопланктоном. Известна способность Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Ni, Co, Cr образовывать труднорастворимые гуматные комплексы. Минимальные содержания в поверхностном слое осадков элементов группы Fe совпадают с минимальным содержанием пелитовой составляющей и минимальным содержанием  $C_{\text{opr}}$ . Для Mn, Cu, Cd отмечается резкое увеличение содержания в приповерхностном слое осадка на отдельных станциях, что связано с аномалиями метана и диагенетическим перераспределением элементов за счет деструкции органического вещества. Содержания РЗЭ коррелируются с содержанием  $C_{\text{opr}}$  и с содержанием Fe в осадке, что связано с сорбцией лантаноидов оксигидроксидами Fe и органическим веществом. Одной из причин обогащения осадков по профилю в 1,2–2 раза серебром считается сорбией Ag гуминовыми кислотами с образованием труднорастворимых гуматных комплексов.

Выводы:

1. Результаты газогеохимической съемки в Восточно-Сибирском море по профилю от мыса Билингса к хребту Менделеева позволили качественно и количественно охарактеризовать распределение предельных и непредельных углеводородных газов в донных отложениях. В центральной части профиля выделен участок разгрузки природного газа (содержание метана 2,4 %).

2. Высокие содержания  $C_{\text{opr}}$  в поверхностном слое осадков – отражение активных продукционных процессов в водной толще и спокойной гидродинамической обстановки. Слабая корреляция между  $C_{\text{opr}}$  и содержанием метана позволяет предположить смешанный генезис метана в осадках.

3. Поверхностный слой осадков по профилю обеднен большинством изученных химических элементов.

4. Распределение содержаний химических элементов в донных осадках по профилю контролируется следующими факторами: а) гранулометрическим составом осадков; б) образованием органоминеральных комплексов, которые играют важную роль в концентрировании многих элементов; в) наличием в осадках аномалий метана, способствующих образованию специфических физико-химических условий и концентрированию ряда элементов (Mn, Cu, Cd).

## О ПРИРОДЕ НЕКОТОРЫХ КРУПНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ МОРФОСТРУКТУР РОССИЙСКОГО ПРИАМУРЬЯ

Sushkin L. B.

Приамурское отделение Русского географического общества, Хабаровск, Россия

## ON THE ORIGIN OF SOME LARGE RING MORPHOSTRUCTURES IN THE RUSSIAN PRIAMURYE

Sushkin L. B.

Russian Geographical Society, Priamurskoe Branch, Khabarovsk, Russia

*A short characteristic of the Khabarovsk, Tumny, Lower-Amur and Middle-Amur ring structures is given. According to the complex data (geomorphological, structural-geological, geophysical, hydrochemical, signs of the metamorphism impact in the rocks of the Khabarovsk chaotic complex, small iron meteorites and location of mass fossil remains of dinosaurs) expressively speak for the both of Khehtsyrr and Vandan ridges belonging to the edge parts of the Khabarovsk tremendous cosmogony ring structure (an astrobleme) – one of the largest in Russia and in the world. These ring structures are analogues to Popigai, Puchezh-Katunksky and Kara large impact craters in Russia and Chicxulub far famed largest astrobleme in North America, which is closely related to the KT global mass extinction, such as the dinosaurs that suffered total extinction all over the world, in Japan and the in Priamurye in particular. The research opens new wide possibilities for international cooperation in the field of science, education and tourism.*

Морфоструктурные исследования являются важнейшей составляющей наук о Земле. Наряду с зарубежными учёными [2, 7], выдающийся и пионерный вклад в этой области сделан исследователями нашей страны, особенно в последней трети XX в. Среди множества выделенных кольцевых морфоструктур

---

ими были особо отмечены и изучены структуры предположительной космогенной природы – астроблемы [2–3].

Исходя из плотности астроблем в хорошо изученных районах мира, резерв неоткрытых объектов такого рода в России исчисляется сотнями. Это наиболее актуально для Дальнего Востока и Северо-Востока России, на территории которых, помимо средних кратеров Кограм (50 км) и Лабынкыр (60 км?) в Якутии, известны лишь единичные мелкие импактные кратеры: Эльгыгыттын, Соболевская и Сихотэ-Алиньская группы воронок.

Вместе с тем, известно, что на Дальнем Востоке и в Сибири произошли крупнейшие в мире космогенные события как XX века, так и за весь исторический период: Тунгусское 1908, Сихотэ-Алиньское 1947, Тадасима 1975, Манчжурское 1976, Витимское 2002 и др.

Одной из наиболее ярких и масштабных структур Дальневосточного региона является Хабаровская кольцевая морфоструктура (астроблема) [4–6] – диаметром 100/280 км, центральная часть которой отчётливо выражена в современном рельфе симметричными друг другу дугообразными хребтами Хехшир и Вандан. Наряду с центральным кольцом диаметром 100 км, в современном рельфе и гидросети отчётливо видны сегменты внешнего кольца диаметром 280 км. Можно предполагать, что эта крупная кольцевая морфоструктура имеет ещё более сложное кольцевое концентрическое (телескопированное) строение. СЗ сектор Хабаровской КМС отчётливо выражен дугообразными долинами рек Кур, Харпи, Урми, Кукан, Ин, Аур и Куканским хребтом, частично охватывая и территорию ЕАО. Часть ЮЗ сектора – представлена в излучине рр. Амура и Уссури на территории КНР массивом горы Илигашань (район города Фуюань).

Космогенный характер Хабаровской структуры (астроблемы) подтверждается её хаотическим геологическим строением, признаками ударного метаморфизма пород, а также находками в её пределах метеоритного железа, сфероллоидов железа в осадочных породах её обрамления [4–5], совпадающей с ней высококонтрастной гидрохимической аномалией железа, закономерным расположением вокруг неё в обогащённых углеродом и железом отложениях идентичного возраста массовых захоронений останков динозавров (гадрозавров), в том числе с беспрецедентно высоким содержанием иридия: Благовещенское, Белые Кручи (Лунь-Гу-Шань, КНР), Асташинское, Гильчинское, Кундурское, Западно-Сахалинское (Сингегорское), Оюбари (Япония, о. Хоккайдо) [1, 4–5].

Сопоставимыми с Хабаровской структурой на юге Дальнего Востока являются Тумнинская, Нижне-Амурская (Кизи-Удыльская) и Усть-Амурская (Чля-Орельская) крупные кольцевые депрессионные морфоструктуры диаметром 200–250 км, имеющие отчётливое концентрическое строение с кольцевым хребтом и крупными озёрами в центре.

Несмотря на доминирующие сегодня плутоногенные представления о их генезисе, ряд весьма специфических особенностей их геологического строения с развитием хаотических комплексов и олистостромом [6], геофизических полей позволяют также предполагать их космогенную природу. Следует особо отметить присущую этим структурам богатую благороднометаллическую (золото-серебряную) металлогению. В поле позднемезозойских песчаников центральной части Тумнинской МЦТ отмечены скопления сфероллоидов железа неустановленного, предположительно космогенного генезиса (?) [6].

Многими чертами космогенных структур обладают и установленные в регионе более мелкие кольцевые структуры диаметром 3–10 км [6], в том числе платиноносные, приуроченные к концентрически зональным ультрабазитовым массивам. Возможно, некоторые из них возникли в результате вторичной бомбардировки поверхности Земли.

Описанные кольцевые структуры, предположительно, космогенной природы являются, разумеется, далеко не единственными на обширной территории Дальневосточного региона, заслуживающими особого внимания в свете затронутой здесь проблематики. Масштабы только этих структур таковы, что глубокое их изучение потребует годы научных исследований, в том числе силами международных коллективов. Уже в самом ближайшем будущем Приамурье станет местом главных российских и многих международных космических стартов, что должно послужить толчком для более активных космогеологических исследований всей обширной территории Востока России.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Болотский Ю.Л., Моисеенко В.Г. О динозаврах Приамурья. Благовещенск: АмурКНИИ ДВО АН СССР. 1988. 38 с.
2. Геология астроблем. Л.: Недра, 1980. 231 с.
3. Гигантские астроблемы России. СПб.: ВСЕГЕИ, 1994. 21 с.
4. Сушкин Л.Б. Хабаровская астроблема. Хабаровск: Приам. Геогр. общ. 2004. 52 с.
5. Сушкин Л.Б. О космогенной природе Хабаровской кольцевой морфоструктуры // Наука и природа Дальнего Востока. Хабаровск. 2004. № 1. С. 92–105.
6. Сушкин Л.Б. О космогенных структурах Дальнего Востока России // Геологические опасности: XV Всеросс. конф. с междунар. участием. Тез. докл. Архангельск, 2009.
7. Australian Impact Structures // AGSO Journal. 1996. Vol. 16, № 4.

**ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СООЛИ-ТОРМАСИНСКОГО  
РУДНОГО РАЙОНА (ЗАПАДНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ)**

Сушкин Л.Б.

Приамурское отделение Русского географического общества, Хабаровск, Россия

**GOLD OF THE RIGHT-SOOLY-TORMAS ORE DISTRICT  
(WEST SIKHOTE -ALIN)**

Sushkin L.B.

Russian Geographical Society, Priamurskoe Division, Khabarovsk, Russia

*The geo-tectonic position of the Right-Sooly-Tomasu ore district in Sikhote-Alin area is described. A preliminary metallogenetic division of the district, short geological, geophysical and mineralogical-geochemical characteristics of the gold mineralization were also carried out.*

*It is shown that most of the investigated gold occurrences are genetically connected with some main Mz – Cz paleo-volcanic centers (Maody, Bolotisty and Nelta sheeld paleo-volcanoes).*

*Usually most of the gold ore mineralization is closely connected with quartz – sulphide strings, small veins and their stockverks. According to the complex data (geological, mineralogical –geochemical) this gold ore district is analogues to Cz gold ore districts of the Kamchatka province (Abdrahimovskoe, Mutnovskoe gold ore fields and others). The result of the research is very important for the forecast and future prospects of noble metals exploration in the Far East.*

В геологическом отношении Сооли-Тормасинский потенциально рудный район ( $600 \text{ км}^2$ ) принадлежит к Западно-Сихотэ-Алиньской структурно-формационной зоне Сихотэ-Алиньской геосинклинальной складчатой системы, где на структуры Западно-Сихотэ-Алиньского синклиниория наложены образования одноимённой вулканогенной зоны, прослеживающейся вдоль Центрального Сихотэ-Алиньского разлома на 300 км.

Данный рудный район приурочен к центральной части Западно-Сихотэ-Алиньской вулканогенной зоны на отрезке между нижними течениями рек Хор и Анной. Положение района в зоне влияния крупного регионального глубинного разлома является одной из наиболее важных его особенностей. Ряд данных говорит о рифтогенезе природе этого линеамента. При этом Сооли-Тормасинский рудный район расположен в зоне резких градиентов мощности земной коры – в зоне смены «промежуточной» мощности коры корой «повышенной» мощности. В геотектоническом отношении это выражается расположением его в межблоковой шовной зоне с мощностью земной коры 32–33 км, что согласуется с его связью, преимущественно, не с плутоническими, а вулкано-плутоническими магматическими комплексами.

В пределах Сооли-Тормасинского рудного района выделены два потенциально рудных узла: Лево-Тормасинский ( $245 \text{ км}^2$ ) и Право-Соолийский ( $270 \text{ км}^2$ ). В Лево-Тормасинском узле выявлены лишь мелкие слабоизученные проявления золота Верхнее Тормасу, Солнечный, Кварцевый и другие с убогими содержаниями золота.

В данном сегменте вулканогенной зоны достаточно отчётливо выделяются несколько эродированных палеовулканических построек центрального типа: Мoadийская, Право-Соолийская, и Нельгинская. При этом, по-видимому, происходило омоложение вулканизма с севера на юг: от эродированного мелового Мoadийского палеовулкана на севере района до неоген-четвертичного Нельгинского на юге. Наиболее изучен поисками сейчас эоцен-миоценовый Право-Соолийский палеовулкан.

Право-Соолийский золотоносный узел был выявлен в 1997 г. Сейчас здесь завершается отработка золотых россыпей, ведутся поиски рудного золота. Выполненные поисковые работы позволяют сделать следующие главные выводы. Право-Соолийскому рудно-россыпному узлу золотой специализации отвечает крупная изометрическая зонально построенная положительная морфоструктура центрального типа (вулкано-плутоническое поднятие диаметром 35 км), отчётливо выраженная в рельфе, гидросети, геофизических и геохимических полях. Болотистое потенциально рудное поле тяготеет к восточной, наиболее разрушенной и эродированной части этой морфоструктуры центрального типа (МЦТ), генетически связанной с глубинным (мантийным) очагом базитового магматизма.

Глубинность заложения этого очага подтверждается результатами магнитотеллурического зондирования и развитием в центральной части поля тонкозернистых турмалинитов, вероятно, являющихся признаком воздействия на вмещающие породы глубинных борогидридных флюидов мантийного происхождения. Основным элементом структуры рудного поля является центральная интрузия габбро-диоритов и сопряжённая с ней сложнопостроенная многоярусная дайково-силловая система, представленная многочисленными субвертикальными дайками среднего и основного состава и серией 5-7 субгоризонтальных силлов среднего состава. Наиболее важными закономерностями локализации в Болотистом рудном поле штокверкового золотого оруденения является его приуроченность к приконтактовым частям центральной интрузии габбро-диоритов. Характерно, что наряду с главным магматическим каналом, выполнявшим впоследствии роль проводника рудоносных растворов, отмечается локализация части золотого оруденения и в субгоризонтальных силлах порфиритов, в том числе в основном – в их нижней эндоконтак-

товой части [2]. Особенности оруденения свидетельствуют о том, что в генетическом отношении оно является магматогенно-гидротермальным постмагматическим, гипабиссальным, мезотермальным предполагаемой плутоногенно-вулканогенной природы. В рудно-формационном отношении оруденение можно отнести к кайнозойской малосульфидной золотой, (золото-теллуровой, висмут-теллурового типа) субформации золото-серебряной формации (золото-кварцевой группы формаций) с существенными содержаниями в самородном золоте ртути. Вместе с тем, оно, либо его часть обладает одновременно и типоморфными признаками золото-редкометалльных формаций, также развитых как на Дальнем Востоке, так и на Северо-Востоке России [2–3, 5].

Имеющиеся материалы позволяют сделать вывод о высоком сходстве геологического строения, состава продуктивного магматизма и золотого оруденения Болотистого рудного поля, и в целом Право-Соолийского узла с промышленными золоторудными полями Корякско-Камчатской рудоносной провинции, также генетически тесно связанными с кайнозойским андезит–базальтоидным вулканизмом (Абдрахимовское, Мутновское, Озерновское золоторудные поля и др.) [1–3, 5].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Прогнозирование и поиски месторождений золота. М. ЦНИГРИ. 1989. 236 с.
2. Сушкин Л.Б. Геология и золотоносность Болотистого рудного поля (Западный Сихотэ-Алинь) // Эндогенное оруденение в подвижных поясах: Междунар. конфер.: Тез. докл. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2007.
3. Сушкин Л.Б. О перспективах золотоносности Северо-Западного Сихотэ-Алиня // Минералогические исследования и минерально-сырьевые ресурсы России: Годичная сессия РМО. М., 2007. С. 140–143.
4. Сушкин Л.Б. Источники россыпной золотоносности Право-Соолийского рудно-россыпного узла: Конфер. посвящ. 100-летию И.С. Рожкова, Ю.Н. Трушкова, П.И. Мельникова: Тез. докл. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2009. С. 270–275.
5. Сушкин Л.Б Особенности мезо-кайнозойских рудоносных палевулканов Западно-Сихотэ-Алиньской вулканогенной зоны (Хабаровский край): Всеросс. Конфер, посвящ. 75-летию Камчатской вулканологич. станции Тез. докл. Петропавловск-Камчатский, 2010.

## ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ГАЗЫ САХАЛИНА: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ГЕНЕЗИС

Сырбу Н.С.<sup>2;1</sup>, Шакиров Р.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильчева ДВО РАН, Владивосток, Россия;

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический университет (ДВПИ им. В.В. Куйбышева),  
Владивосток, Россия

## BASIC NATURAL GASES OF SAKHALIN ISLAND: DESTRIBUTION AND GENESIS

Surby N.S.<sup>2;1</sup>, Shakirov R.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia;

<sup>2</sup>Far Eastern State Technical University, Vladivostok, Russia

*The main purpose of this paper is to identify the features of carbon-13 isotopic distribution in CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> in Sakhalin on the basis of data gleaned by the author. It will allow studying their genesis, and also variability of these parameters during seismic activity.*

*One of the main subjects of the research was to study the carbon-13 isotope structure of free gases from mud volcanoes in Sakhalin, to define the sources and depth of gas generation. Special attention was paid to studying chemical and isotope structure of free gases from Sakhalin Island's mud volcanoes (YSMV and PMV), the Daginskies gashydrothermal springs (DGHS), a number of oil-and-gas deposits, brown coalfield of Shakhtersk, and also the water-mineral springs of Sinegorsk.*

*The authors made a try to systematize a concept of methane genesis.*

Целью работы было выявить закономерности распределения стабильных изотопов углерода метана и углекислого газа в природных газах о. Сахалин, охарактеризовать их генезис, а так же изменчивость этих параметров во время сейсмических событий. Использованы главным образом авторские, а также фондовые материалы. Была предпринята попытка систематизировать понятия генезиса метана. Часто в литературе источник метана с одним и тем же изотопным составом углерода может именоваться по-разному.

Основное внимание уделено изучению химического и изотопного состава углерода свободных газов из грифонов грязевых вулканов Сахалина – Южно-Сахалинского (ЮСГВ) и Главного Пугачевского, Дагинской геотермальной системе, ряду нефтегазовых и газовых месторождений, Шахтерскому буроугольному месторождению, а также Синегорским водно-минеральным источникам.

Для Сахалина, в отличие от других грязевулканических провинций бывшего СССР, вопрос изотопного состава углерода свободных газов слабо изучен. Максимальные концентрации углекислоты на территории бывшего СССР свойственны грязевым вулканам о. Сахалин. В разных грифонах ЮСГВ при

увеличении концентрации CO<sub>2</sub> ее изотопный состав слегка утяжеляется, а среднее значение  $\delta^{13}\text{C}=-4,3\text{\textperthousand}$  близко к таковым для гидротерм и магматических вулканов. Изотопный состав CH<sub>4</sub> лежит в диапазоне значений  $\delta^{13}\text{C}$  от -24,2 до -31,4 ‰; среднее значение  $\delta^{13}\text{C}=-29\text{\textperthousand}$  оказывается самым высоким среди всех грязевых вулканов бывшего СССР и также близким по величине к  $\delta^{13}\text{C}$  метана гидротерм.

По результатам совместных исследований на ЮСГВ (ИМГиГ ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН, 2007 г.) удалось построить диаграммы по концентрации метана, углекислоты и суммы тяжелых углеводородов (УВ), а также диаграммы по изменчивости изотопного состава  $\delta^{13}\text{C}$  метана и CO<sub>2</sub>. Исходя из полученных данных, можно утверждать, что во время извержения суммарная концентрация тяжелых УВ существенно возрастает.

После землетрясений, зарегистрированных в г. Невельск 2 и 8 августа 2007 г., изменились концентрации основных газов, а именно уменьшились концентрации CO<sub>2</sub> и увеличились – CH<sub>4</sub> во всех апробируемых грифонах в среднем на 2 %. После землетрясения 9 августа был зарегистрирован еще один скачок концентрации метана на всех грифонах ЮСГВ.

Изотопный состав углерода углекислого газа ( $\delta^{13}\text{C} = -2,8$  до  $-2,7\text{\textperthousand}$  PDB, 2001 г.) и метана ( $\delta^{13}\text{C} = -27,1\text{\textperthousand}$  PDB, 2005 г.), отобранных на ЮСГВ, достаточно стабилен и указывает на образование этих газов в результате глубинного термогенного преобразования органического вещества. Для Главного Пугачевского вулкана  $\delta^{13}\text{C}$  метана составляет от -23,0 до -22,0 ‰ PDB. Соотношение стабильных изотопов углерода метана обоих вулканов указывает на происхождение метана в результате глубинного термогенного преобразования органического вещества.

Так же детально была изучена изменчивость концентраций азота и кислорода на всех изучаемых объектах. Установлено, что во время сейсмической активизации происходит резкое увеличение содержания азота в газах ЮСГВ (Невельское землетрясение).

Обычно ЮСГВ и его газы рассматриваются как отдельный локальный объект. Однако он контролируется линейной структурой – глубинным активным разломом субмеридионального простирания. Думается что на определенном участке центрально- сахалинского разлома источник углекислоты может быть один и тот же как на ЮСГВ так и на Синегорских источниках, соседних ключах и ПГВ. В этих пределах вдоль разлома характерно изменяются содержания CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub>.

Изотопный состав  $\delta^{13}\text{C}$  метана и углекислого газа лежащий в пределах от -55 до -35 ‰, а так же высокое содержание тяжелых УВ (до десятков процентов) в угленосных толщах Сахалина (на примере шахт Ударновская и Углегорская), позволяет сказать, что это газы катагенетического происхождения, возникающие в результате преобразования углистого органического вещества, заключённого в осадочных породах.

На основе литературных данных [Кудрявцева, Лобков, 1984] был проанализирован химический и изотопный состав газа некоторых газовых месторождений. Так концентрация метана варьирует в пределах от 89,14 до 98,98 %, содержание тяжелых углеводородов при этом невелико и не достигает 1 % (среднее 0,26 %). Изотопный состав углерода метана составляет от -35,3 до -53,6 ‰ PDB, а в среднем около -41,4 ‰ PDB. Это указывает на термогенное происхождение метана.

Для Дагинского геотермального месторождения основным компонентом спонтанного газа является метан с изотопным составом  $\delta^{13}\text{C}$  от -54 до -57 ‰ PDB, образование которого происходит в результате анаэробного разложения органического вещества с участием сульфатредуцирующих и метанобразующих бактерий.

Грязевой вулканизм о. Сахалин возможно связан с глубинным магматизмом. Источником грязевулканических газов является кора. Аномальный прогрев ее участков – термальный метаморфизм (возможно молодой по Аверьеву (1957) активизирует преобразование рассеянного органического вещества (термодеструкция). Эти процессы и приводят к масштабной генерации высокотемпературных (изотопно-тяжелых) C-содержащих газов сахалинских грязевых вулканов. По совокупности имеющихся данных можно отметить, что на о. Сахалин в направлении с севера на юг идет утяжеление изотопного состава углерода метана и лежит в пределах от -58,8 ‰ (для Дагинского геотермального месторождения) до -27,1 ‰ (для ЮСГВ).

---

## **ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ЭРОЗИЯ И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ ВЫРАВНИВАНИЕ. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ**

Усиков В.И.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

### **TECTONIC EROSION AND TECTONIC PLANATION; DISTINCTIVE FEATURES OF THE PROCESSES**

Usikov V.I.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*On the basis of modern digital technologies there was a possibility to add and expand traditional geo-morphological and remote methods by construction and research of the relief 3D-models. This technology, in particular, has allowed extending the concepts of tectonic erosion and tectonic planation which may have practical importance for the prospect and exploration of ore deposits and placers.*

Установлено, что явление горизонтальной расслоенности литосферы достаточно широко распространено [2, 4], в том числе и в ДВ регионе [1]. Построение и анализ цифровых 3D-моделей рельефа позволили наблюдать его и на верхних горизонтах земной коры, и тем самым по-новому оценить роль горизонтальных тектонических движений в геодинамике. Согласно представлению автора, тектоническая расслоенность литосферы и горизонтальное перемещение слоев относительно друг друга являются основными факторами, инициирующими процессы, формирующие геологическое строение и рельеф территории. Одним из следствий стало уточнение роли и места тектонической эрозии и технического выравнивания в этих процессах.

Оба явления связаны с возникновением тектонической расслоенности верхней части литосферы и горизонтальных перемещений отдельных слоев и чешуй. Общее с обычными (классическими) явлениями то, что и выравнивание и эрозия развиваются совместно (они сингенетичны). Но имеется принципиальная разница.

Обычный процесс эрозии развивается на дневной поверхности под влиянием экзогенных факторов. Сначала порода испытывает физико-химические преобразования – выветривание, образуется кора выветривания, которая смывается поверхностными потоками (водными, эоловыми, ледяными). По мере развития процесса формируется поверхность выравнивания. На завершающей стадии образуется пенеплан. На месторождениях, в ходе экзогенных процессов часто формируется блок вторичных руд. Ход процесса зависит от климатических условий. Все преобразования могут происходить только на одном, постепенно поникающем гипсометрическом уровне.

Тектонические эрозия и выравнивание определяются эндогенными процессами и никак не связана с гипергенезом, не зависит от климата. Сам процесс идет не на дневной поверхности, а глубже.

Тектонические поверхности выравнивания имеют, по крайней мере, три коренных отличия от обычных: 1. они формируются не на верхних, а на нижних гипсометрических уровнях; 2. они выполняются не постепенно во времени, а образуются, как довольно плоские равнины единым циклом; 3. часто они не являются объектами денудации, а наоборот, аккумулируют рыхлый материал.

Благодаря таким особенностям эти структуры нередко создают чрезвычайно благоприятные условия для неоднократного перемыва и постепенного обогащения материала, содержащего слабую рудную минерализацию. Таким образом могут формироваться россыпные месторождения, потерявшие связь со своими коренными источниками. В таких условиях месторождения могут образовываться из коренных объектов нероссыпебобразующих формаций, а также из рассеянной благороднометальной минерализации.

По предположению автора, образование Сутарской депрессии связано с тектонической расслоенностью самой верхней части земной коры и горизонтальными перемещениями отдельных слоев [3]. Со-гласно этой модели ансамбль тектонических чешуй в конце мелового времени перемещался в северо-западном направлении. При этом чешуи образовали волну скучивания, которая в настоящее время определяет положение Сутарского хребта. Та часть плоского субгоризонтального сместителя, которая обнаружилась в результате сползания чешуй, представляет собой современную Сутарскую депрессию. Таким образом, данная депрессия является своеобразной поверхностью тектонического выравнивания и одновременном своеобразным «столом» гравитационного обогащения тяжелых минеральных фракций.

Имеется достаточно много свидетельств того, что россыпи Сутарского золотоносного узла сформировались через промежуточный коллектор – толщу рыхлых и слабо сцементированных отложений палеогена – неогена. Эти отложения слабо золотоносны и их неоднократный перемыв большинство россыпных месторождений Сутары [Малых, 1969, 1972]. В частности, самая богатая погребенная россыпь, разрабатывавшаяся шахтным способом на прииске Нагорном, расположена в приплотниковой ее части толщи этого возраста, на глубине более 20 м. Добычные работы последних лет подтверждают данный факт: на коренных породах, подстилающих сохранившиеся фрагменты палеоген-неогеновой толщи, повсеместно наблюдается концентрация золота.

Перемещения масс могут происходить по пологим смесятелям, расположенным на разных гипсометрических уровнях и образовывать каскады тектонических чешуй последовательно «сдернутых» друг с друга (это предлагается назвать «тектонической лестницей»). По мнению автора, Хинганское месторождение олова эродировано как раз тектонически, а группа месторождений и проявлений Карадубского рудного поля изначально представляла собой единое столбообразное рудное тело, которое в последствии было горизонтально расташено по отдельным «ступеням» «тектонической лестницы».

Очевидно, описываемые явления усложняют геологическое строение региона, наблюдаемые с поверхности объекты удалены от соответствующих автохтонных образований. Все это в значительной мере осложняет восстановление геологической предыстории региона, террейновый анализ, металлогенические построения и поисково-разведочные работы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрищевский А.М. Глубинные структуры Вознесенского флюоритоносного района. Владивосток: Дальнаука, 2002. 106 с.
2. Тектоническая расслоенность литосфера и региональные геологические исследования / А.А. Белов, В.С. Буртман, В.П. Зинкевич и др. М: Наука, 1990. 239 с.
3. Усиков В.И. Признаки золотоносности Хингано-Олонойского вулканогенного прогиба // Региональные проблемы. 2010. № 1. С. 18–22.
4. Уфимцев Г.В. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Научный мир, 2008. 352 с.

**ТИПЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СЛОЕВ И ПОКРОВОВ**

Усиков В.И.

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

**TYPES OF THE TECTONIC DISTURBANCES ACCOMPANYING  
HORIZONTAL DISPLACEMENT OF TECTONIC LAYERS AND NAPPES**

Usikov V.I.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan, Russia

*The analysis of the relief 3D-models for the Jewish Autonomous Region and some adjacent areas has allowed revealing a class of the tectonic structures developing as complementary ones in relation to thrust. They formed, as well as thrusts, owing to the tectonic leering of lithosphere and horizontal displacement of layers, and they are the components of nappes. Moving of covers provokes the formation of higher rank structures.*

Осуществлению данной работы способствовало три фактора: исследования, проводимые в связи с тематикой ИКАРП ДВО РАН и по договорным работам в 1997–2005 гг. выявили ряд закономерностей в строении рельефа, что потребовало объяснения их связи с тектоническим строением территории; массовое внедрение персональных компьютеров, ГИС (геоинформационных систем) и других приложений к ним, позволяющих работать с геопространственными данными и баз данных с абсолютными высотами рельефа по многим площадям поверхности планеты; получения многочисленных фактов, свидетельствующих о тектонической расслоенности континентальной земной коры вообще и в Дальневосточном регионе [2, 4–5], о наличии внутри ее пологих границ раздела регулярно регистрируемых различными геофизическими методами [1].

Построение и анализ цифровых 3D-моделей позволили сделать вывод, что тектоническая расслоенность и чешуирование распространены не только на больших глубинах, но характерны и для самых верхних горизонтов литосферы [3]. Уточнению ряда важных особенностей формирования тектонических покровов и сопутствующих, а также созданных ими нарушений, способствовало выявление класса тектонических структур, названных автором «стриппингами», развивающихся как обратные (комплементарные) по отношению к надвигу. Они, как и надвиги, являются компонентами тектонических покровов: надвиги образуются по фронту, а стриппинга – в тыльной части покровов.

Согласно представлению автора, расслоенность и горизонтальное перемещение слоев относительно друг друга являются основными факторами, инициирующими процессы, формирующие геологическое строение территории. В результате такого движения образуются тектонические окна – плоские долины, обрамленные горными хребтами. Они вытянуты в направлении, почти перпендикулярном движению покрова и нередко сливаются в сплошные пояса, которые затем используются реками. В результате образуются широкие плоские, асимметричные речные долины, в пределах территорий с резко расчлененным рельефом. Образование таких долин невозможно объяснить классическим эрозионным циклом Дэвиса.

---

Борта долин разрываются трансформными разломами, простирающимися по направлению движения покрова.

От тыльной части висячего крыла в некоторые моменты откалываются фрагменты, которые предлагаются именовать «тыльными грядами». Так как прочность материала на отрыв всегда меньше, чем на сжатие, то по мере движения они могут легко отделяться полностью и образовать острова-отторженцы или целые гряды отторженцев, которые выглядят как отдельные массивы или хребты посреди равнинной долины. Такое явление широко распространено в долинах рек региона.

Откашивание массы от тыльной части покрова подчеркивает асимметрию возникающей депрессионной структуры: с одной стороны плавно выполаживающаяся поверхность сместителя листрического разлома – с другой круто падающий борт, определяемый процессом обрушения.

В процессе движения висячее крыло оставляет за собой борозды выпахивания, простирающиеся, естественно, в направлении его перемещения, которые контролируют направление течения водотоков, определяя положение притоков высоких порядков. Это положение вызывает латеральную анизотропию в распределении рыхлого материала и частично наследуется в процессе заполнения стриппинговых долин аллювием. На поверхности лежачего крыла стриппинга могут образовываться разломы скальвания.

При движении тектонического покрова происходит перераспределение значительных масс вещества: из области развития стриппинга оно перемещается в покровную зону. Поэтому возникают локальные нарушения изостатического равновесия. Если амплитуда стриппинга или протяженность зоны покрова становятся сравнимы с мощностью земной коры, то образуются субвертикальные компенсирующие разломы, восстанавливающие это равновесие: зона покрова погружается, а зона стриппинга, наоборот, поднимается.

Горизонтальные перемещения блоков земной коры нередко происходят не по одной плоскости, а по нескольким, расположенным на разной глубине от земной поверхности. В результате стриппинги могут сочетаться с грабенами, в более продвинутом варианте образуются рифты. Иначе говоря, по мнению автора, можно выстроить непрерывный ряд структур: стриппинг – грабен – рифт отличительные признаки, между которыми размыты и основная разница заключается в глубине заложения пологого сместителя.

Проведенная автором работа позволила предположить, что основные морфоструктурные элементы территории: долины рек, горные хребты и серия грабенов сформирована волнами скучивания и растаскивания тектонических чешуй в верхней части разреза земной коры, а горизонтальные перемещения отдельных ее слоев являются первопричиной тектогенеза, орогенеза и рельефообразования. Эти выводы подтверждаются полевыми наблюдениями и некоторыми геологическими данными.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрищевский А.М. Глубинные структуры Вознесенского флюоритоносного района. Владивосток: Дальнаука, 2002. 106 с.
2. Тектоническая расслоенность литосферы и региональные геологические исследования / А.А. Белов, В.С. Буртман, В.П. Зинкевич и др. М.: Наука, 1990. 239 с.
3. Усиков В.И. Морфотектоническая схема западного фланга российской части хребта Малый Хинган» // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 29–38.
4. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулканические пояса юга Дальнего Востока России. Статья 3. Геодинамические модели синхронного формирования горст-аккреционных систем и рифто-грабенов // Тихоокеанская геология. 1999. № 6. С. 35–58.
5. Уфимцев Г.В. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Научный мир, 2008. 352 с.

## ЛИНЕАМЕНТНЫЕ СТРУКТУРЫ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Шевченко Б.Ф., Гильманова Г.З.

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косягина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## LINEAMENTY STRUCTURES AND METALLOGENY OF UPPER PRIAMURYE

Shevchenko B.F., Gil'manova G.Z.

Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin FEB RAS, Khabarovsk, Russia

*The automated lineament analysis of digital models of the relief, gravity and magnetic fields has been performed for the Eurasian and Amur plate juncture area in the south of the Aldan-Stanovoy shield and the Eastern Central Asian foldbelt. Distribution regularities of the distinguished lineaments were detected and their relationship with major tectonic units was revealed. It is shown the attributability of junction nodes of the relief and gravity lineaments to placers and ore deposits.*

На протяжении всего периода геологических исследований вопросам выделения и последующего изучения линейных структур придавалось особое значение. С линейными структурами различной протяженности, как правило, связаны границы геологических тел. Границы между тектоническими элемен-

тами земной коры тоже представляют собой линейные структуры (линеаменты). С узлами пересечений линеаментов чаще всего связаны рудные районы многих месторождений полезных ископаемых, отдельные рудные узлы и тела.

В связи с тем, что в последние годы всё больше появляется новой информации о состоянии земной поверхности дистанционными методами (разнородные космические снимки, данные космогеодезических наблюдений), о её недрах (более высокоточные геофизические съёмки, геологические карты нового поколения) и, учитывая возможности информационных технологий (новые пакеты программ) нами проведена работа по комплексному изучению линеаментных структур Верхнего Приамурья и сопредельных территорий.

В тектоническом отношении это область структур юга Алдано-Станового щита и восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса (сочленение двух современных тектонических плит – Евразийской и Амурской) и географически охватывает территорию с координатами: 52–60° с.ш., и 120–132° в.д. В исследование были вовлечены. В качестве исходных данных использовались цифровые модели (ЦМ) рельефа земной поверхности (радарная съемка с разрешением 30 м/пиксель), ЦМ аномального гравитационного поля в редукции Буге и ЦМ аномального магнитного поля (ΔТ). Исходный масштаб 1:1 000 000. Для поиска линеаментов и анализа их ориентации и плотности использовалась методика LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis), реализованная в программе WinLESSA [1]. Программа позволяет получать единообразное численное описание изображений различного типа, схем, цифровых моделей рельефа.

Линеаменты, выявленные по цифровой модели рельефа имеют, в основном, субширотное и северо-восточное направления. Выделяются также и линеаменты субмеридионального направления, но их плотность существенно ниже.

Линеаменты, выделенные по гравитационному полю в подавляющем большинстве имеют субширотное направление, развиты в основном в южной части рассматриваемой области. Выделяются также линеаменты северо-западного и северо-восточного направлений в северной части рассматриваемой территории. Линеаменты субмеридионального направления практически не выражены. Для магнитного поля характерна иная картина распределения линеаментов. Для линеаментов, выделенных при анализе аномального магнитного поля, характерны северо-западные и северо-восточные направления в северной части и субширотное направление в южной части. Следует отметить, что в целом их плотность существенно ниже, чем плотность линеаментов, выделенных в этой области по гравиметрическим данным.

Хорошо известно, что не все линеаменты, выделенные по рельефу и геофизическим потенциальным полям, имеют дизъюнктивную природу. С целью первичного определения природы линеаментов, выделенных нами по данным цифровых моделей рельефа и гравиметрического и магнитного полей, было проведено их сопоставление с сетью разрывных нарушений, установленных на исследуемой площади геологическими методами.

Выявлено, что линеаменты рельефа корреспондируют с разломами субширотного 1-го и 2-го порядков (Южно-Тукурингский, Становой) и северо-восточного (Монголо-Охотский, северо-восточная часть Станового) простирания. Часть из них находит своё отражение в линеаментах гравитационного и магнитного полей. Выделенным при анализе (настоящая работа) субмеридиональным линеаментам, разграничитывающим исследованную зону на блоки, соответствуют Амгинский и Тыркандинский разломы.

Субширотная граница, выявленная при анализе «гравиметрических» линеаментов, соответствует зоне Станового разлома. Она является зоной сочленения современных тектонических плит – Евразийской и Амурской.

По характеру распределения роз-диаграмм, рассчитанных для направлений «рельефных», «гравиметрических» и «магнитных» линеаментов, выделены зоны значительного различия роз, которые сопоставлены с известными тектоническими единицами исследуемой площади. В частности границы смены характера роз-диаграмм, которые совпадают с простиранием субмеридиональных линеаментов, согласуются с границами тектонических элементов.

Для данного региона установлены несколько металлогенических эпох: а) архейская, б) раннепротерозойская и в) позднемезозойская. Они корреспондируют с соответствующими тектономагматическими событиями. Наиболее ярко проявлена в тектоническом и глубинном отношениях средне – позднемезозойская фаза тектоногенеза. Она обусловлена закрытием древнего Монголо-Охотского океана и окончательным формированием аккреционно-складчатых комплексов восточной части ЦАСП. С позднемезозойской металлогенической эпохой связаны крупные и суперкрупные месторождения золота, урана, молибдена и целый ряд более мелких месторождений золота, серебра, молибдена, флюорита, аметиста, свинца, меди, цинка, голубого асбеста и пьезооптического кварца.

Пространственная приуроченность золотого оруденения позднемезозойской металлогенической эпохи проанализирована с применением пакета программ ArcGis 9.3. Установлено, что области развития рассыпных, иногда рудных месторождений и проявлений золота располагаются в узлах пересечений линеаментов рельефа земной поверхности. Часть из узлов пересечений корреспондируется с линеаментами

---

гравитационного поля («глубинность» узлов), с областями объемного разуплотнения в коре и в верхней мантии (Центрально-Алданский рудный район).

*Работа выполнена в рамках интеграционной программы ОНЗ РАН «Строение и формирование основных геологических структур подвижных поясов и платформ» (проект № 09-1-ОНЗ-10).*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Zlatopolsky A. Description of texture orientation in remote sensing data using computer program LESSA // Computers&Geosciences. 1997. V. 23. No. 1. P. 45–62.

**ТЕКТОНИКА И МЕТАЛЛОГЕНИЯ РУДОКОНЦЕНТРИРУЮЩЕЙ  
СТРУКТУРЫ СОБОЛИНОГО РУДНОГО УЗЛА (ПРИМОРЬЕ)**

*Юшманов Ю.П.*

ГОУ ВПО Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия, Биробиджан, Россия

**TECTONICS AND METALLOGENY OF ORE-BEARING STRUCTURE  
IN THE SOBOLINY ORE JUNCTION (PRIMORYE)**

*Yushmanov Yu.P.*

Far Eastern State Academy for Humanities and Social Studies, Birobidzhan, Russia

*The Sobolini gold-ore junction in the Central Sikhote-Alin, located in the western part of the Zhuravlevsky terrane, is formed by Early Cretaceous terrigenous rocks. It is stated by the research, that the main factor of the Sobolini ore junction structures formation is a domination of strike-slip dislocations, in the conditions of left-side moving of breeds' blocks along Central fault and strike-slip faults. Metallogenic zonality is conditioned by different PT – terms of besieging of minerals and the level of erosive cut of the magmatogene ore systems.*

Соболинский рудный узел расположен в юго-западной части Кавалеровского оловорудного района в раннемеловых терригенных отложениях Журавлевского террейна Сихотэ-Алинской аккреционно-складчатой системы за пределами «корово-мантийного» поднятия. Локально он связан с центром интрузивной деятельности – очаговой интрузивно-купольной структурой, в ядре которой обнажается интрузия монцодиоритов, а на периферии обрамляется цепочкой сателлитных интрузий и маркируется кольцевыми разломами. Рудные поля ассоциируют с дочерними (сателлитными) интрузивно-купольными структурами, которые приурочены к локальным интрузивным штокам и куполам биотититов развитым в на-дунтрузивной зоне скрытых интрузий. Контуры рудных полей, как правило, совпадают с внешним ограничением пиритового ореола в пропилитизированных породах. Плутоногенные магматогенно-рудные системы полизапального развития совмещают в пространстве золото-медно-молибденовую минерализацию. Ее возрастная последовательность сегодня не определена. Золотоносной является габбродиорит-плагиогранитная ассоциация, слагающая многочисленные мелкие тела. По возрасту (около 100 млн лет), а в некоторой части и по составу, породы этой ассоциации сходны с породами Арааратского массива [1]. Состав магматических комплексов свидетельствует о вероятном корово-мантийном, нижнекоровом уровнях образования рудогенерирующих магм (габбро-диорит-гранодиоритовая формация).

Интрузивно-купольно-кольцевая структура Соболиного золоторудного узла характеризуется концентрической рудной зональностью. В ее центре развиты проявления золотомедной минерализации (рудопроявление Диоритовое), которая к северо-востоку на периферии свода сменяется сурьмяно-цинковой (рудопроявление Соболиное-1). Южный и северный фланги свода характеризует пирит-арсенопиритовая минерализация с висмутом и золотом (рудопроявления Каменистое и Порубское). На правобережье р. Правая Антоновка, на границе с Кавалеровским оловорудным районом, развиты мелкие тела оловянно-редкометальных грейзенов (рудопроявление Фановское), связанные с гранитами Центрального Сихотэ-Алинского разлома. Открытое здесь в 1989 г. месторождение Искра содержит промышленные медно-оловянные руды с золотом (от 1 до 10 г/т) и сурьмой. Зональность также проявлена в пространственном изменении пробности золота. Россыпи относительно высокопробного золота (809, 887, 909 %) кл. Степанова (левый приток р. Соболиная Падь) и р. Изюбриной обрамляют с юга ядро свода. В его внешней части россыпи верховьев рек Соболиная Падь, и Красная Речка содержат умеренно низкопробное золото (728, 731, 785 %), а в россыпях ключей Безымянный и Каменистый сменяется низкопробным золотом (666, 670 %). Относительно высокопробное золото (809–909 %) пространственно ассоциирует с площадью выходов позднемеловых интрузивов диоритов и гранодиоритов и зонами kontaktового метаморфизма. Границы ореолов kontaktового метаморфизма почти полностью совпадают с контурами полей шлихового рассеяния золота. Низко и умеренно пробное золото (666–785 %) пространственно ассоциирует с вулканическими и вулканоплутоническими комплексами Извилинской депрессии. Их источником, по-видимому, являются рудопроявления золотокварцевой малосульфидной формации [2]. Изучение химического состава самородного золота из россыпей показывает, что постоянными его элементами являются – серебро, медь и сурьма, в отдельных пробах являются висмут, магний, свинец, железо. Наличие эле-

ментов примесей в самородном золоте характеризует минеральный состав руд и геохимический тип коренных источников. Медь, сурьму, висмут, свинец и серебро следует считать элементами спутниками и индикаторами золотого оруднения.

В ходе проведенных структурных исследований, а также анализа фактического и литературного материала установлено, что главным фактором образования структур месторождений Соболиного рудного узла является доминанта сдвиговой тектоники в условиях левостороннего перемещения блоков пород вдоль Центрального разлома и оперяющих его сдвигов. Северо-восточные разломы образуют сдвиговый дуплекс, ограничивающий с флангов кольцевую интрузивно-купольную структуру, которая при левостороннем сдвиге испытала растяжение в результате вращения блоков против часовой стрелки. Структуры вращения картируются в виде флексурных изгибов и кольцевых разломов, обладающих специфическим геометрическим рисунком в плане. Вращающиеся блоки фундамента образовали ядро, окаймленное кольцевыми разломами, степень выраженности которых зависит от амплитуды поворота. При малых амплитудах смещения образуются флексуры, и полосы кинг-банда с эшелонированной расстановкой штокверковых кварцевых жил, при существенных – магистральный разрыв с оперением, трансформированный из эшелонированных трещин. Большая роль сдвигов обеспечивалась развитием структур растяжения, ориентированных преимущественно в северо-западных румбах параллельно региональному напряжению сжатия. В сдвиговых зонах приоткрывалась вертикальная система трещин, параллельная максимальному (горизонтальному) и среднему (вертикальному) напряжению сжатия эллипсоида деформаций. Разрывы иной ориентировки оставались закрытыми. Такая обстановка была благоприятна для вертикальной миграции магматического и рудного вещества. Раздвои различались глубинами заложения, что обусловило сложный гибридный состав флюидов, их многокомпонентность и слабую дифференциацию в магматогенно-рудных системах. Рудная зональность главным образом обусловлена различными *PT*-условиями осаждения минералов и уровнем эрозионного среза магматических рудообразующих систем.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Гоневчук В.Г., Крылова Т.Л., Орехов А.А., Гоневчук Г.А., Кокорина Д.К. Особенности флюидного режима при формировании систем с медно-молибденово-золотой и медно-оловянной минерализацией (Искра-Соболинский узел Кавалеровского района, Приморье) // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28, № 1. С. 5–20.
2. Хохряков Н.А. Применение шлихового минералого-геохимического метода при прогнозе и поисках золоторудных месторождений // Советская геология. 1990. № 9. С. 22–28.