

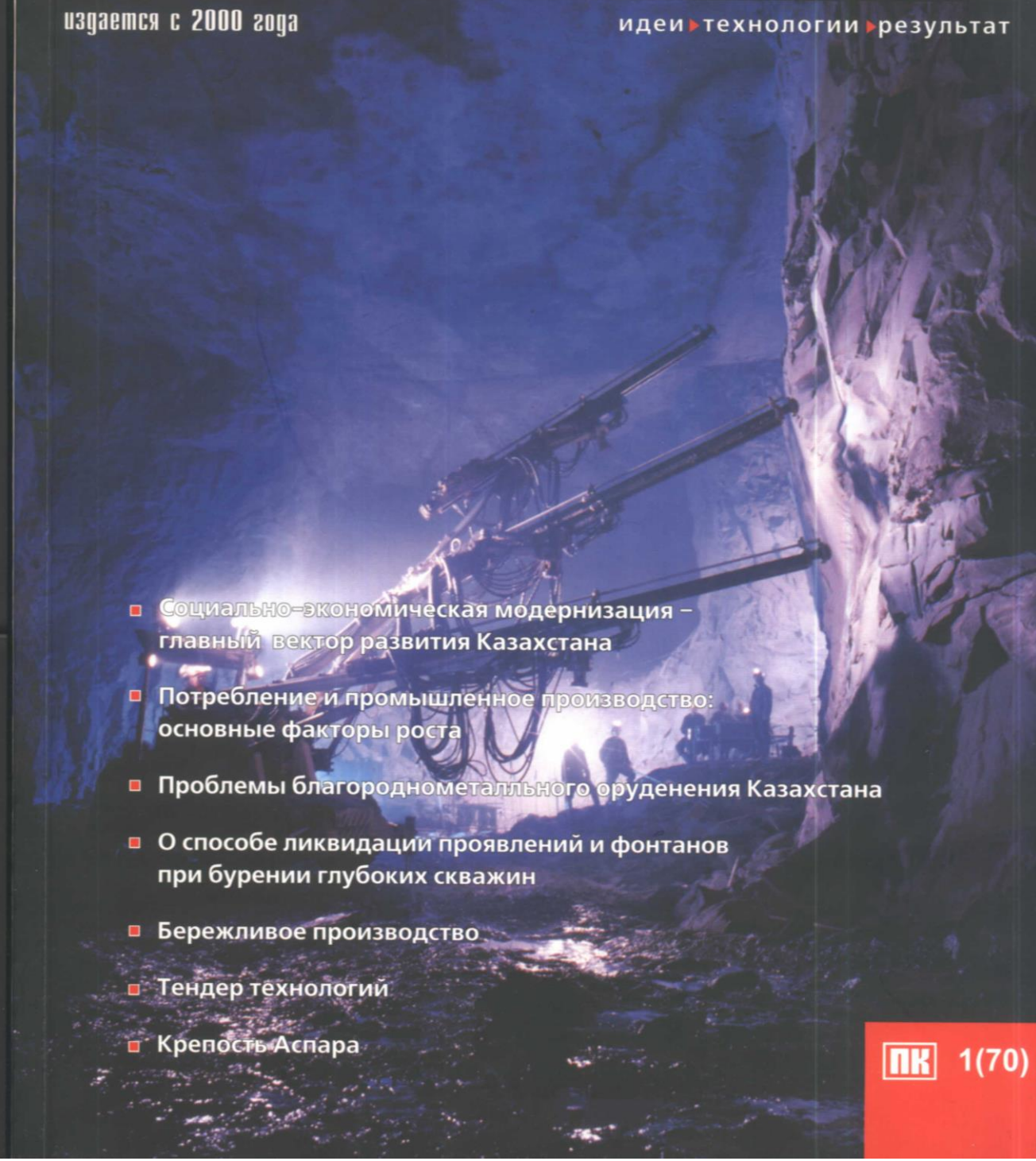
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

КАЗАХСТАНА

02.2012

издается с 2000 года

идеи ▶ технологии ▶ результат

- 
- Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана
 - Потребление и промышленное производство: основные факторы роста
 - Проблемы благороднометалльного оруденения Казахстана
 - О способе ликвидации проявлений и фонтанов при бурении глубоких скважин
 - Бережливое производство
 - Тендер технологий
 - Крепость Аспара

Ю. С. Париров

Проблемы благороднометалльного оруденения Казахстана

Кратко рассмотрены проблемы аналитической базы на благородные металлы и дальнейшего изучения платиноидного, золотого и серебряного оруденения в Казахстане.

Асыл металдардың қысқаша аналитикалық базасы және Қазақстандағы платиноидты, алтынды және күмісті кенденулерді алдағы зерттеу мәселелері қарастырылған.

I. На диаграмме (рис. 1) приведены цены на золото и другие благородные металлы (БМ) на Лондонской бирже в сентябре 2011 г. Обычно золото стоило немного меньше платины. Однако современная экономическая ситуация в мире привела к возрастанию его стоимости – она достигла 52 тыс. долл. США за кг, превысив стоимость прочих металлов. По прогнозам экспертов цена золота в ближайшие годы может повыситься в 2-3 раза. Президент Казахстана принял дальновидное и своевременное решение по увеличению добычи золота из недр республики в 2-2,5 раза.

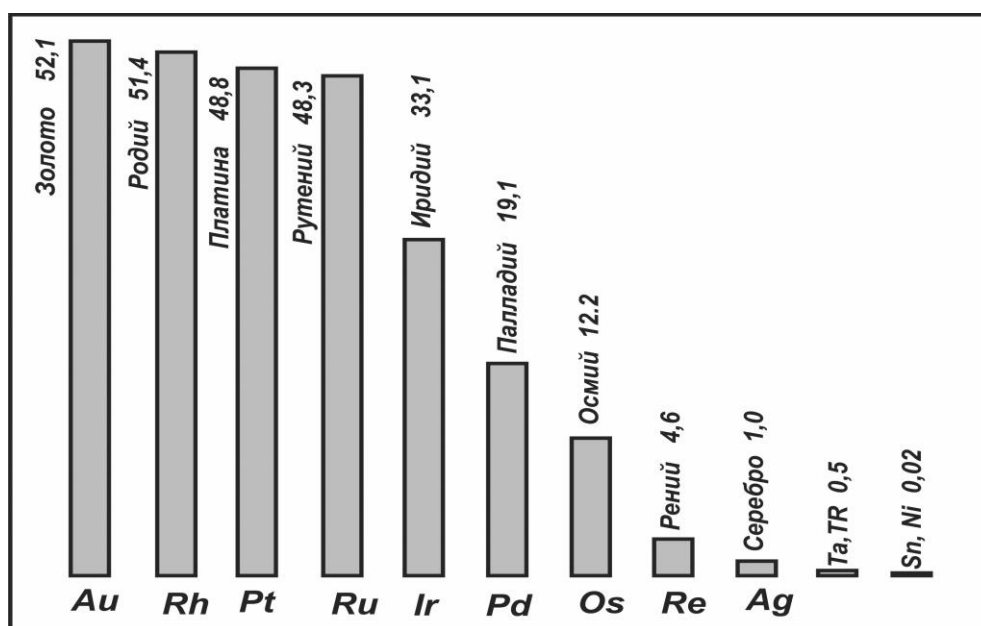


Рис. 1. Цены на металлы на Лондонской бирже (тысячи долларов США за кг; сентябрь 2011 г)

Хочу обратить внимание на металлы платиновой группы (МПГ). Они, как и золото, играют важную роль в валютных запасах стран, находят широкое применение в промышленности, новейших технологиях, науке, медицине и пр. Стоимость родия, платины и рутения 51-48 тыс. долл. США за кг, немногим уступает золоту. Цена их тоже растет, хотя не таким темпами, как золота. Далее идут иридий, палладий и осмий - 33-12 тыс. долл. США за кг.

В рудах месторождений МПГ часто сопровождают золото, либо золото сопровождает МПГ. При добыче золота в Казахстане МПГ не извлекаются. Поэтому, следует провести изучение, а затем и отработку технологий по

извлечению из руд не только золота, но и МПГ. Затраты будут не столь велики, а экономический эффект весьма существенным. Россияне правильно называют месторождения Восточного Казахстана в Западно-Калбинском регионе (Бакырчик, Большевик, Суздальское и др.) не золоторудными, а благороднометалльными (комплексными - золото-платиноидными). Они справедливо указывают на наличие в этом регионе платиноносных отвалов, которыми мы никак не можем заняться [1,2].

Недооценка масштабов комплексной промышленной минерализации приводит к существенным потерям. Для примера, на уникальном по запасам золота месторождении черносланцевого типа Сухой Лог в России (аналогичное казахстанским Бакырчику, Большевику и др.) сопутствующее платиноидное оруденение было установлено уже после его разведки. Как впоследствии выяснилось; ценность платиноидов сопоставима со ценностью самого золота [3].

II. Металлы платиновой группы в Казахстане изучены слабо по двум основным причинам.

Одной из причин является слабая аналитическая база. Ниже приведены два примера. В табл. 1 даны результаты анализов на БМ углеродистых образований месторождений золота Кварцитовые Горки и Алтын Барлыколь в Северном Казахстане, которые были выполнены Институтом общей и неорганической химии РАН. Как видно из табл. 1, содержания суммы золота, платины, палладия, родия, рутения и иридия часто ураганные - по отдельным пробам суммарные их концентрации колебалась от 90 до 240 г/т. Способ подготовки проб и метод определения элементов не раскрываются.

Таблица 1. Содержания благородных металлов в углеродсодержащих образованиях Северного Казахстана [4]. Анализы выполнены в Институте общей и неорганической химии Российской Академии наук

Состав пород	Содержания, г/т						
	Au	Pt	Pd	Rh	Ir	Ru	Сумма
<i>Месторождение золота Кварцитовые Горки</i>							
Углеродистые сланцы	8,6	99,9	14,0	0	106,5	29,2	219,6
	6,3	71	3,2	4,7	128,0	5,2	240,9
Черные мраморизованные доломиты	2,4	24	0	0	57,4	10,2	91,4
<i>Кайминское проявление серебра</i>							
Черные известняки	1,3	5,7	1,2	1,2	4,2	1,2	13,5
<i>Месторождение Алтын-Барлыколь</i>							
Углеродсодержащие аргиллиты	6,0	69,0	8,3	0	127,5	2,2	207,0
	10,4	64,5	11,2	0	112,0	0	187,7

После опубликования этих материалов группа казахстанских исследователей проанализировала те же руды на БМ в различных ведущих лабораториях мира традиционными методами. Результаты показали практически полное отсутствие в них платиновых металлов (табл. 2).

Таблица 2. Содержание (г/т) золота, платины и палладия в рудах месторождения Кварцитовые горки [5].

Номера проб	Золото	Платина	Палладий
<i>Лаборатория ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, атомно-абсорбционный метод</i>			
1	0,1	<0.02	0.008
2	0,1	<0.02	0,007
3	5.76	<0.02	0,005

Номера проб	Золото	Платина	Палладий
4	0.93	<0.02	<0.004
<i>Лаборатория ИЯФ, Ташкент, нейтронно-активационный анализ</i>			
1	0.007	0,005	0.012
2	0.04	0,006	0.012
3	0.005	0,0035	0.0044
4	0.05	0.003	0.007
<i>Институт минеральных ресурсов, Германия, пробирный метод</i>			
1	3,67	0,005	0,008
2	2,205	0,005	0,001
3	0,668	0,005	0,008
<i>Геологическая служба Канады, пробирный анализ</i>			
1	3,18	0,0048	0,030
2	5,085	0,008	0,006
3	3,80	0,018	0,014

Институт общей и неорганической химии РАН на критику не прореагировал, что придало неопределенность аналитическим данным.

На XIX Международной Черняевской конференции по химии, аналитике и технологии платиновых металлов (Новосибирск, 2010) сведены данные по эффективности различных методов определения БМ на примере одного из месторождений углеродистой формации. Как видно из табл. 3, расхождения в содержаниях благородных металлов по данным различных методов анализа одних и тех же проб достигают 10000 раз.

Таблица 3. Содержания (г/т) благородных металлов, определенные различными методами, в платиноносных графитсодержащих пород сутырской толщи (Буреинский массив, Дальний Восток, Россия) [6]

Методы анализа	Элементы							Сумма Au+МПГ
	Au	Pt	Pd	Os	Rh	Ir	Ru	
1. Полуколичественный рентгеноспектральный (ФГУП Дальгеофизика)	до 0,1	до 0,04	до 0,01					до 0,15
2. МС ИСП (ИТиГ ДВО РАН) кислотное разложение + соосаждение с Те кислотное разложение в микроволновом поле + соосаждение с Те	до 0,34	до 0,01	до 0,03					до 0,38
	0,2-1,3	0,02-0,6	до 0,3			до 0,1	до 0,02	до 2,32
3. МС ИСП со сплавлением с NiS + соосаждение с Те (НИГИ, Индия)	до 1,43	до 0,07	до 0,09	до 0,02	до 0,21		до 0,01	до 1,83
4. Пробирный (ФГУП, Дальгеофизика)	до 0,01	<0,03	до 0,02					до 0,06
5. Нейтронная активация с облучением в реакторе (ФГУП ГХК)	0,22	12,55			0,21		11	23,98

Методы анализа	Элементы							Сумма Au+МПГ
	Au	Pt	Pd	Os	Rh	Ir	Ru	
6. Нейтронная активация с облучением от лабораторного источника (ДВО РАН)								39-100
7. Эмиссионная масс-спектрометрия (ИОЧМ РАН)	11-76	1,2-27	8-80	4,2-22	1,6-10,6	2,2-16	1-25	31,2-256,6
8. ААС после плазменной плавки (ООО Афинор)	30-47	99-105	45-48					184-200

МС ИСП – масспектрометрия с индукционно-связанной плазмой, ААС – атомная абсорбционная спектроскопия.

Наиболее распространенные пробирный анализ и кислотное разложение образцов, (методы 3-4) показали крайне низкие содержания - сумма БМ составляла 0,06-2,32 г/т. При этом такие элементы, как осмий, родий, рутений и иридий этими методами вообще не фиксируются. По данным нейтронно-активационных определений (методы 5-6) суммарное содержание БМ составляет 24-100 г/т. Эмиссионная масс-спектрометрия с источником тлеющего разряда и атомно-абсорбционный спектральный анализ после плазменной плавки образцов (методы 7-8) показывают ураганные концентрации БМ – 200-260 г/т.

Это не значит, что пробирная плавка и методы кислотного выщелачивания плохие. Дело в том, что они разработаны для руд, где металлы присутствуют в виде собственных минеральных форм. Фонд этих месторождений исчерпывается. Сейчас наступил период отработки так называемых месторождений черносланцевого типа. В среднесрочной перспективе именно они будут одним из основных поставщиков золота и платиноидов. Благородные металлы в них присутствуют в виде тончайших включений в сульфидных минералах, а также в виде металлоорганических соединений как в жидких углеводородах, так и твердом углеродистом веществе [7]. Первые из них возгоняются, начиная с температур 60-80 °С, вторые - вскрывается только при температуре плазмы (6-8 тыс. °С). Новый вид минерального сырья требует новых методов анализа и новых технологий переработки. Попытка приспособить имеющиеся методы анализа и устаревшие приборы для определения БМ в углеродистом материале мало что даст. Нужны специализированные методы и приборы, которые служили бы не один десяток лет. *Отсутствие надежной аналитической базы является главным тормозом дальнейшему изучению золота и МПГ в Казахстане.*

Общие требования к анализам можно сформулировать следующим образом:

- анализы должны показывать истинные содержания металлов,
- анализы должны быть массовыми и недорогими,
- анализы должны охватывать весь набор БМ – золото, серебро, платину, палладий, родий, рутений, иридий, осмий (плюс рений; по цене он близок к БМ, дает промышленные скопления в черносланцевых породах),
- анализы должны показывать формы нахождения металлов и их соотношения.

Этой проблеме уделяется большое внимание во всем мире. Анализ литературы последних лет в этом направлении показывает, что предпочтение может быть отдано двум методам: рентгено-флуоресцентной спектроскопии и

лазерной эмиссионной спектроскопии. В качестве контроля следует выбрать масс-спектроскопию с индукционно связанной плазмой. Метод дорогой и сложный. Наиболее достоверные данные этим методом, как показывают многие исследователи, получают пока только в Институте особо чистых металлов РАН. В списке литературы приведены работы (с краткими комментариями), заслуживающие наибольшего внимания [8-12].

Следует отметить, что аналитические данные по платиноидам в месторождениях Западной Калбы (Бакырчик, Большевик и др.) и Центрального Казахстана (Кварцитовые Горки, Алтын-Барлыколь) долгое время не воспринимались. Л.Г.Марченко [7] показала широкое распространение в этих рудных объектах микро- и наноминералов МПГ. Она окончательно доказала комплексный золото-платиноидный характер оруденения этих месторождений.

III. Вторая причина слабой изученности месторождений МПГ следующая.

Основными поставщиками МПГ в настоящее время являются платиносодержащие медно-никелевые месторождения. В советское время вблизи Норильского медно-никелевого месторождения были открыты еще два аналогичных рудных гиганта – Талнах и Октябрьское, открыты подобные месторождения и на Кольском полуострове. Советский Союз был обеспечен МПГ на многие десятилетия вперед. Поэтому все поисковые и разведочные работы на эти металлы (в том числе и в Казахстане) были прекращены. Изучались только платиноиды, где они присутствовали в виде элементов-примесей, которые извлекались при комплексной переработке руд. Проводились также научно-исследовательские работы многими казахстанскими и российскими геологическими организациями.

Последнюю сводку материалов по МПГ выполнил М.С.Рафаилович [13; Институт минеральных ресурсов ЮГГЕО]. В целом выделено 20 платиноносных и платиносодержащих формаций (табл. 4) и 12 рудных провинций (рис. 2). Наиболее перспективны на МПГ следующие формации:

- 1 - *хромитовая* (Кемпирсайский массив, запасы платиноидов в хромитовых месторождениях превышают 250 т),
- 2 - *молибденово-медно-порфириновая* (Бозщаколь, Коунрад и др.),
- 3 - *колчеданно-полиметаллическая* (Риддер-Сокольное, Малеевское, Иртышское и др.),
- 4 - *медно-пирротиновая* (Карчига),
- 5 - *золото-платиноидно-черносланцевая* (Бакырчик, Суздальское, Васильевское, ресурсы платиноидов оценены в 400 т),
- 6 - *платинометалльная в древних углеродистых толщах* (Текелийская зона).

Колчеданно-полиметаллические и медные месторождения (формации 2, 3 и 4) пока являются единственными поставщиками МПГ в Казахстане. Они также дают более половины добычи золота республики.

В остальных рудных объектах ресурсы МПГ либо мелкие, либо материала для их оценки недостаточно. Данные последних лет позволяют добавить в приведенную систематизацию еще три перспективные формации и три перспективных региона с крупными и средними ресурсами МПГ Казахстана.

7 - *месторождения калийных солей Прикаспийской впадины.*

В калийных солях Верхнекамского бассейна (Пермский край, Россия) установлены высокие концентрации золота, платины и палладия, запасы их оценены весьма крупными. При переработке руд на обогатительных фабриках БМ концентрируются в нерастворимом остатке шламов, в результате чего их содержания в отвалах достигают значительных величин (табл. 5).

Табл. 4. Систематика платиноносных и платиносодержащих месторождений Казахстана [М.С. Рафаилович, 2008]

Рудная формация	Основные компоненты руд	Специализация	Формы нахождения МПГ	Районы с платинометалльным оруденением (в скобках ресурсы МПГ)	Примеры месторождений
1. Платиносодержащая хромитовая	Cr	Os, Ru, Ir (Rh, Pt)	Самор. Ru, интерметаллиды Os-Ir-Ru, Ir-Os-Fe-Ni, сульфиды и арсениды Os, Ru, Ir	Кемпирсайский (крупные)	Алмаз-Жемчужина, Молодежное
Платиносодержащая титано-магнетитовая	Fe, Ti	Pt, Pd	Нет данных	Кемпирсайский (неясные)	Велиховское
Сульфидная платиноидно-медно-никелевая	Cu, Ni	Pt, Pd	Соединения Pd и Pt в магнетите, пирротине и оливине	Кокшетауский, Чарско-Горностаевский, Улутауский (мелкие)	Златогорское, Южный Максут, Каратургайское
Платиносодержащая магнетитовая скарновая	Fe	Pt	Нет данных	Тургайский (неясные)	Шагыркульское
Платиносодержащая золото-медно-скарновая	Cu, Au	Ir, Os, Rh, Pd	Нет данных	Баянаульский, Саякский (мелкие)	Сарыадыр, Саяк
Платиносодержащая медно-колчеданная	Cu (Au)	Pt	Самородная Pt в ильмените и пирите	Кокшетауский, Чингиз-Тарбагатайский (неясные)	Сарытубек, Акбастау, Космурун
2. Платиносодержащая медно-молибден-порфирировая	Cu, Mo (Au, Ag)	Pt, Pd, Os, Ru, Rh, Ir	Самор. Pt, котульскит, примесь МПГ в сульфидах Fe, Cu и Mo	Северо-Казахстанский, Центрально-Казахстанский, Джунгарский	Бозсаколь, Коунрад, Актогай
3. Платиносодержащая колчеданно-полиметаллическая	Pb, Zn, Cu (Au, Ag)	Pt, Pd	Самор. Pt, палладистая медь, плюмбопалладинит, примесь МПГ в сульфидах, блеклых рудах	Рудно-Алтайский, Текелийский (средние)	Риддер-Сокольное, Малеевское, Иртышское
4. Платиносодержащая медно-пирротиновая	Cu (Zn, Au, Ag)	Pd, Pt	Самородные Pd и Pt	Курчум-Кальджирский (средние)	Карчига
Платиносодержащая уран-эйситовая	U	Pt, Pd, Os, Ir	Нет данных	Кокшетауский (мелкие)	Викторовское

Рудная формация	Основные компоненты руд	Специализация	Формы нахождения МПГ	Районы с платинометалльным оруденением (в скобках ресурсы МПГ)	Примеры месторождений
Платиносодержащая золото-сульфидно-кварцевая жильная	Au	Ir, Os, Pt, Pd	Нет данных	Чарско-Горностаевский, Северо-Казахстанский, Шу-Илийский (мелкие-средние)	Аюкал, Баладжал, Бестюбе, Жолымбет, Акбакай
Платиносодержащая золото-сульфидно-кварцевая штокверковая	Au	Pt	Примесь Pt 0,3-0,5 г/т в арсенопирите	Кокшетауский (мелкие)	Васильковское
5. Золото-платина-платиноидная черносланцевая	Au	Pt, Os, Ir, Pd	Интерметаллид Pt-Au-Ni, сперрилит, МПГ в сульфидах As и Fe, металлоорганические соединения	Бакырчикский, Суздальский, Акжал-Васильевский (крупные)	Бакырчик, Суздальское, Васильевское
Осмиеносная медистых песчаников	Cu, Re (Pb, Zn, Ag)	Os-187	Os-187	Жезказган-Жиландинский (крупные)	Жезказган, Итауз, Сарыоба
Платиносодержащая апатит-гематит-магнетитовая	Fe (P)	Pd, Pt	Нет данных	Рудно-Алтайский (неясные)	Холзунское
Платиносодержащая нефтебитуминозная	Нефть, битум, производные продукты	Pt, Pd, Os, Ir	Металлоорганические соединения (?)	Прикаспийский, Мангышлакский (неясные)	Месторождения Мангышлака, Прикаспия
6. Платинометалльная в древних метаморфизованных углеродсодержащих осадках	Pt	Pt	То же	Текелийский (крупные)	Текелийский рифт
Платиносодержащая остаточных кор выветривания	Pt, Pd, Ir, Os (Cu, Ni)	Pt, Pd, Ir, Os	Осмистый иридий, самородная Pt	Кемпирсайский, Улугауский, Северо-Балхашский (мелкие, средние)	Кемпирсай, Аюкал, Итмуруды
Платинометалльная россыпная в связи ультрамафит-мафитовыми комплексами	Pt, Ir, Os, Au	Pt, Ir, Os	Осмистый иридий, самородная Pt, ферроплатина, поликсен, сперрилит	Кемпирсайский, Кокшетауский, Чарско-Горностаевский	Велиховско-Кемпирсайская, Беттибулакская, Вера-Чарская россыпи
Платинометалльная россыпная в титан- и железосодержащих песках, песчаниках	Ti, Fe (Zr, Pt)	Pt	Самородная Pt	Тургайский, Саякский (мелкие)	Тобольская, Саякская россыпи

Примечание. Пронумерованы и выделены жирным шрифтом рудные формации с крупными и средними ресурсами МПГ

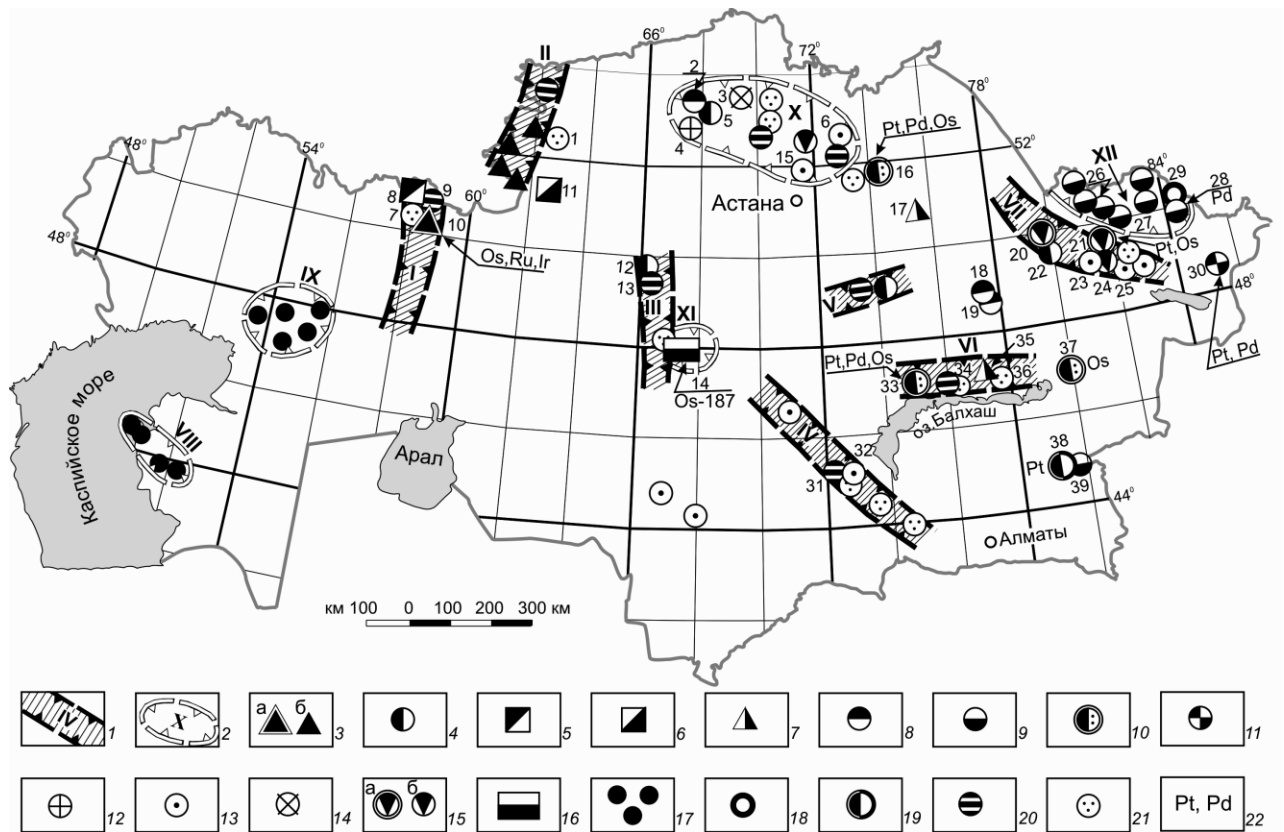


Рис. 2. Схема платиноносности территории Казахстана (составил М.С.Рафаилович [2008] с использованием материалов КазИМСа, ИГН им. К.И. Сатпаева, территориальных управлений Комитета геологии и недропользования РК, ВНИИцветмета, АО Степгеология, Томского политехнического университета):

1 – линейные платиноносные ультрамафит-мафитовые пояса (I – Кемпирсай-Даулетский, II – Жетыгара-Аккаргинский, III – Улутауский, IV – Шу-Илийский, V – Шидерты-Экибастузский, VI – Северо-Балхашский, VII – Чарско-Горностаевский);

2 – изометричной или овальной формы комплексные платиносодержащие площади, находящиеся вне ультрамафитовых поясов (VIII – Мангызтауская, IX – Прикаспийская, X – Северо-Казахстанская, XI – Жезказган-Жиландинская, XII – Рудно-Алтайская);

3-21 – рудные формации, концентрирующие МПГ (в скобках номера и названия типовых объектов):

3 – платиносодержащая хромитовая: а – крупные, б – мелкие месторождения хромитов (10 – Южно-Кемпирсайская группа месторождений),

4 – сульфидная платиноидно-медно-никелевая (5 – Златогорское, 12 – Каратургайское, 22 – Южный Максут),

5 – платиносодержащая титано-магнетитовая (8 – Велиховское),

6 – платиносодержащая магнетитовая скарновая (11 – Шагыркульское),

7 – платиносодержащая золото-медно-скарновая (17 – Сарыадыр, 35 – Саяк),

8 – платиносодержащая медно-колчеданная (2 – Сарытубек, 18 – Акбастау, 19 – Космурун),

9 – платиносодержащая колчеданно-полиметаллическая (26 – Иртышское, 27 – Риддер-Сокольное, 28 – Малеевское, 39 – Текели),

10 – платиносодержащая медно-молибден-порфировая (16 – Бозсаколь, 33 – Коунрад, 37 – Актогай),

- 11 – платиносодержащая медно-пирротиновая (30 – Карчига),
 12 – платиносодержащая уран-эйситовая (4 – Викторовское),
 13 – платиносодержащая золото-сульфидно-кварцевая жильная (6 – Бестюбе, 15 – Жолымбет, 23 – Акжал, 25 – Баладжал, 32 – Акбакай),
 14 – платиносодержащая золото-сульфидно-кварцевая штокверковая (3 – Васильковское),
 15 – золото-платина-платиноидная черносланцевая: а – очень крупные и крупные месторождения, б – средние и мелкие месторождения (20 – Суздальское, 21 – Бақырчик, 24 – Васильевское),
 16 – осмиеносная медистых песчаников (14 – Жезказган),
 17 – платиносодержащая нефтебитуминозная;
 18 – платиносодержащая апатит-гематит-магнетитовая (29 – Холзунское),
 19 – платинометальная в древних углеродсодержащих осадках (38 – Текелийский рифт),
 20 – платиносодержащая остаточных кор выветривания (9 – Кемпирсайское, 13 – Акжал, 31 – Андасай, 34 – Итмуруды),
 21 – платинометальная россыпная (1 – Тобольская, 7 – Велиховско-Кемпирсайская, 36 – Саякская россыпи);
 22 – платинометальная специализация приоритетных рудных формаций.

Таблица 5. Содержания БМ в нерастворимом остатке отвалов обогатительных фабрик Верхнекамских месторождений калийных солей [14]

Обогатительная фабрика	Содержания, г/т				Доля металла в общем содержании, %		
	Au	Pt	Pd	Сумма	Au	Pt	Pd
Карналлитовая	3,0	26,3	12,5	41,8	7,2	62,8	30,0
Галургияческая	0,6	9,6	1,6	11,8	4,9	81,5	13,6
Техсоли	0,8	2,4	15,0	18,2	4,4	13,2	82,4

Начиная с 1995 г. месторождения изучаются пятью российскими институтами, отработана технология извлечения золота, серебра, платины и палладия. Вначале из шлама выделяли нерастворимый остаток, его отжигали при высокой температуре, выщелачивали БМ. Конечным продуктом был коллективный концентрат с содержанием 0,1-0,2 % БМ. Из него выделяли соли чистых металлов.

Прикаспийская впадина является самым крупным соляным регионом мира – в ее пределах сосредоточено более 1500 соляных куполов. Порядка 150 куполов, в том числе и соляные купола-гиганты - Индер, Челкар и Сатимола, несут калийные соли (рис. 3). На отработываемом в настоящее время *Индерском соляном месторождении* в галите, сильвине, ангидрите, кальците, целестине, боратах и самородной сере установлены серебро, золото и платина в количествах от 1 до 5 г/т [15; ИГЕМ РАН]. Месторождение представляет соляной купол-гигант, прослеженный на глубину до 10 км. Соляные отложения выходят на поверхность. На месторождении имеется более 100 карьеров. В нерастворимом остатке солей другого купола-гиганта Сатимола установлены ураганные концентрации золота – 380-480 г/т, и осмия – 200-300 г/т [Б.Е.Милецкий, 2011 г; компания «Geoservices Limited», Израиль].

Верхние горизонты соляных куполов Прикаспийской впадины смыты подземными водами, с них удалены гигантские объемы солей. Столб смытой соли на куполе Челкар оценивается в 1,5 км при сечении порядка 1200 кв. км, на куполе Индер – в 3,5 км при сечении более 1000 кв. км [Т.А.Ошакпаев, 1974 г.]. При

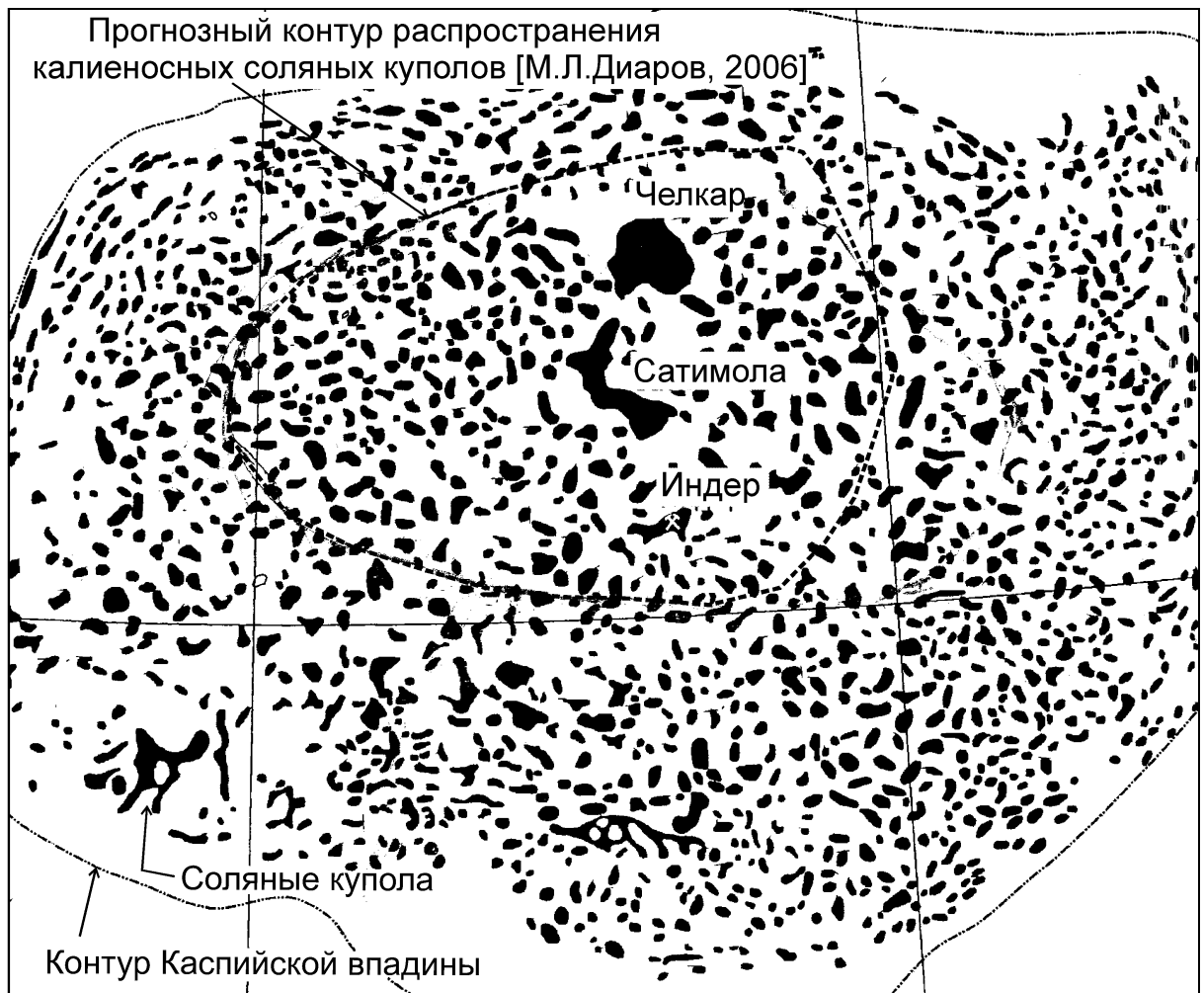


Рис. 3. Схема размещения соляных куполов в Прикаспийской впадине [Т.А.Ошакпаев, 1974 г.]

выносе солей нерастворимые минералы накапливаются выше соляного зеркала в виде своеобразной покрывки, именуемой «гипсовой шляпой» или кепроком. По идее, основная часть благородных металлов, сконцентрирующихся в нерастворимом осадке солей, должна сохраняться в гипсовых шляпах. Они представляют практически природные «хранилища шламов обогатительных фабрик», в которых концентрируются БМ при переработке соляных руд Верхнекамских месторождений. Как справедливо отмечает Б.Е.Милецкий [16], гипсовые шляпы представляют техногенный прототип природного накопления БМ. Значительная часть БМ в соляных месторождениях присутствует в виде металлоорганических соединений. Эти тонкодисперсные образования совместно с солями могли выноситься подземными водами за пределы гипсовых шляп и накапливаться в глинисто-илистых отложениях озер и в коре выветривания. Окончательно о перспективах региона можно судить после получения дополнительных надежных аналитических данных.

8 – *месторождения угля*. В России отработана методика анализа на золото и платиноиды каменного и бурого угля. Во всех изученных месторождениях Урала, Канско-Ачинского бассейна, Дальнего Востока и других регионов постоянно присутствуют золото и МПГ в содержаниях 0,1-1 г/т. Разработаны даже минимальные промышленные содержания в золе углей (г/т):

для Ag – 5, Au 0,1 (в углях 0,02). В местах поздней гидротермальной проработки, содержания металлов в углях и прилегающих метасоматитах достигают ураганных величин. В качестве примера - месторождение Сера Паллада в Бразилии, руды которого несут удивительно высокие содержания благородных металлов (кг/т): Au – 4,7, Pd – 1,2, Pt – 0,2 [17]. В России поднимается вопрос о переводе этого вида минерального сырья в разряд промышленного на золото и МПГ. Казахские угольные месторождения (Карагандинский, Экибастусский и другие бассейны), видимо, тоже не лишены платиноидов и заслуживают изучения.

9 - *железистые кварциты*. В рудах Курской магнитной аномалии в России, а также во многих других подобных месторождениях мира установлены повышенные содержания золота и МПГ. Особенно богаты БМ железистые кварциты Бразильского щита. На месторождении Оуро-Прету в обогащенных участках содержания золота достигает 114,5 г/т, палладия – 7,65 кг/т. В железистых кварцитах Кривого Рога суммарное содержание золота, платины и палладия достигают 8-16 г/т. В шламах магнитной сепарации обогатительных фабрик КМА среднее содержание золота 0,3 г/т. Разработана технология обогащения с получением концентратов с содержанием золота порядка 15 г/т.

В Казахстане наиболее крупные скопления железистых кварцитов сосредоточены в Улытау – Карсакапайский железорудный бассейн (более 20 месторождений и рудопроявлений). Золото и серебро в них установлены еще в советское время – соответственно до 5 и 100 г/т [В.А. Глоба, 1986 г.]. МПГ в них не определялись. Заслуживают проверки на платиноиды также железо-марганцевые месторождения Атасуйского рудного района.

Таковы перспективы территории Казахстана на МПГ. М.С.Рафаилович свой обзор завершает оптимистическим выводом: «Благоприятные геологические предпосылки и мировая конъюнктура способствуют тому, что Казахстан может стать одним из лидеров по обеспеченности МПГ на азиатском материке». С этим выводом трудно не согласиться.

Как видно, золото и МПГ в природе тесно связаны между собой. И недопустимо изучение и отработка золота без изучения и отработки МПГ и наоборот.

IV. Как уже отмечалось, основная часть золота Казахстана добывается при комплексной переработке руд меди, свинца и цинка. Резкий прирост его производства, видимо, должен происходить за счет повышения его добычи из собственно золоторудных месторождений. Мировой опыт показывает, что на традиционных месторождениях с применением традиционных технологий добыча золота в регионах обычно падает.

Начиная в 1970-х годов во многих странах мира приступили к всестороннему изучению золото минерализованных зон как вблизи известных жильных месторождений, так и вне связи с ними. Появился большой объем информации о разведке и вводе в эксплуатацию так называемых большеобъемных (крупнообъемных или крупнотоннажных) месторождений с низкими содержаниями Au и Ag. В работе [18] на 2002 год сведен материал по большеобъемным рудным объектам мира, по которым была доступна информация. Месторождения данного типа представляют совершенно необычную разновидность рудных объектов, широко распространенных во всем мире в самых разнообразных геологических условиях. Запасы руды в них изменяются от 2,7 до 952 млн т, запасы золота - от 3,5 до 1465 т; средние содержания Au в рудах колеблются от 0,42 до 3,3 г/т, содержания Ag редко достигают 30 г/т. Как видно, содержания рудных компонентов крайне низкие, на них ранее не обращали внимания. Из проанализированных 34 объектов на 15 имеются действующие золотодобывающие предприятия, на 11 начато строительство рудников либо

составлено ТЭО освоения рудного объекта, на 8 месторождениях ведутся геологоразведочные работы. Месторождения данного типа привлекают пристальное внимание специалистов по минеральному сырью, они быстро находят инвесторов, их интенсивно разведывают и осваивают. Добыча на действующих и проектная производительность на строящихся предприятиях от 1,4 до 31 т Au в год - в большинстве случаев это крупные производители золота. Общие эксплуатационные затраты имеются по 5 предприятиям, они составляют от 3,6 до 6,3 дол./г Au. Этот показатель мало зависит от содержаний металла в руде или производительности предприятия. Можно только отметить, что наименьшие затраты присущи самому крупному месторождению Европы - Рошия-Монтана в Румынии - 3,6 дол./г Au. Производство Au на месторождениях данной разновидности является высоко рентабельным. Капиталовложения в строительство крупного предприятия Рошия-Монтана в Румынии составляют 295 млн дол. (первоначально Рошия-Монтана представляло рядовое золото-кварцево-жильное месторождение). Этим месторождениям принадлежит большое будущее, они выглядят как наиболее важные и перспективные поставщики золота в ближайшие десятилетия.

Основным методом переработки руд является кучное выщелачивание. В настоящее время область эффективного применения этого наиболее дешевого метода начинается с содержания Au более 0,5 г/т, но в ближайшие годы прогнозируется его снижение до 0,3 г/т. Разработанные новые технологии позволяют использовать его при температурах до минус 30 °С (в районах крайнего севера России). В зависимости от интенсивности орошения, производительности установок и других факторов извлечение Au достигает 95 %. Кучное выщелачивание применяется как на стационарных обогатительных фабриках, так и на временных площадках. При этом перерабатываются как руды коренных месторождений, так и зоны окисления, коры выветривания и лежалые хвосты обогатительных фабрик. Основные расходы при применении данного метода связаны с затратами на реагенты. Для ускорения процесса и полноты извлечения благородных металлов и переработки труднообогатимых и беднейших руд стали проводить выщелачивание под давлением кислорода. Для этого на некоторых предприятиях построены цеха по получению кислорода. Кроме того, цианиды начинают заменяться более дешевыми и менее токсичными реактивами. Эффективное применение кучного выщелачивания доказано для бедных руд (с содержаниями Au 0,9-2,5 г/т) многих месторождений Казахстана [19]. При продолжительности выщелачивания 3 мес. и объеме кучи руды 50-100 тыс. т можно получить прибыль до 60 млн. тенге (в ценах на 1990-1992 гг.).

В Казахстане большеобъемным месторождениям с низкими содержаниями золота и серебра до сих пор не уделяется никакого внимания. Проявления и территории с подобными содержаниями благородных металлов не фиксируются в кадастрах как не представляющие практического значения. При выполнении работ "Оценка прогнозных ресурсов благородных металлов (золото, серебро, платиноиды)" (ИГН НАН РК, 2002 г.) они даже не регистрировались (требования инструкций). Открытие и разработка крупнообъемных месторождений в Казахстане могут существенным образом повысить золотодобычу.

Авторами работы [18] выделено 16 территорий и отдельных рудных объектов, которые заслуживают первоочередной оценки на большеобъемные месторождения. Прежде всего, привлекают внимание древние структуры: рифтовая зона Большого Каратау, где среди древних метаморфических пород имеются территории с золото-серебряным оруденением (Кумыстинское рудное поле, Курумсацкая и Бессазская рудоносные площади); Кокшетауский срединный массив (Березовское месторождение). В вулканоплутонических поясах

рекомендованы Коржантауский рудный узел Таласского Алатау, Дюкаревская и Алмалинская рудоносные площади Северо-Киргизского хребта, Тасполинское рудное поле, месторождения Чокпар Северный и Каратас Шу-Кендыктасского района, Кастекский рудный узел и Уенке-Булакский рудный район Заилийского Алатау, рудопроявление Карабулак и Мынаральская рудоносная площадь в Прибалхашье. Среди островодужных энзиматических структур рекомендована Тумминская рудоносная площадь в Западном Причингизье.

Исследования по изучению возможности обнаружения большеобъемных месторождений с низкими содержаниями Au и Ag в Казахстане следует отнести к категории приоритетных и начать выполнение их незамедлительно. Для этой цели в первую очередь необходимо изучить мировой опыт по геологии, поискам, разведке и отработке подобных рудных объектов, провести ревизию материалов геологических фондов РК для сбора и обобщения имеющихся аналитических данных на Au и Ag по минерализованным зонам, выполнить геологический прогноз территории Казахстана на возможность обнаружения крупнообъемных месторождений. На перспективных площадях можно приступить к полевым поисково-разведочным работам.

V. Хочется информировать общественность еще об одном драгоценном металле – серебре. Цена его не столь велика, как прочих БМ, тем не менее, она превысила 1 тыс. долл. США за кг и продолжает расти.

Казахстан не обижен серебром – занимает 10 место по его производству из недр. Добывается оно исключительно при комплексной переработке руд меди, свинца и цинка. Существовало представление, что территория Казахстана бесперспективна на собственно серебряные месторождения. Поэтому их не искали, а если что и находили, то дальнейшему изучению не подвергали. Последние геологические данные по геологии Казахстана и собственно серебряным месторождениям позволили усомниться в этой догме. Анализ и обобщение геологического материала [20] показали широкое распространение разнообразного собственно серебряного оруденения – около 300 рудных объектов. Выполнена систематика серебряных рудных объектов, сделаны геологический прогноз и перспективная оценка территории республики, составлена карта серебряных проявлений Казахстана, выделены перспективные территории для первоочередных поисковых и разведочных работ (рис. 4). На них возможно открытие серебряных месторождений, в том числе и крупных. Освоение этих месторождений позволит в несколько раз увеличить производство серебра, создать собственную серебряную горнодобывающую и перерабатывающую промышленности. Все это сулит большие экономические выгоды.

У нас всегда много сомневаются, в том числе и относительно серебра. Приведу историю казахстанского олова. На этот металл территория республики тоже считалась бесперспективной. Специализированные поиски выявили ряд перспективных участков, на одном из которых был разведан и сдан в эксплуатацию оловорудный гигант - Сырымбет. Необходима разработка стратегии поисков и разведки собственно серебряного оруденения.

VI. В заключении хочу обратить внимание общественности на два изобретения, широкое внедрение которых может оказать существенное влияние на экономику Казахстана.

Британские ученые объявили о прорыве в создании искусственного бензина, который, по их словам, будет стоить в несколько раз дешевле настоящего. Его получение разрабатывалось в рамках сверхсекретной программы и, как считают изобретатели нового топлива из Оксфорда, оно позволит совершить революцию на транспорте. Технология основана на водородистых соединениях, их микрокапсулы смогут заменить все виды нефтяного топлива, не потребуются никаких изменений в конструкции двигателей. Запатентованное водородистое соединение состоит из

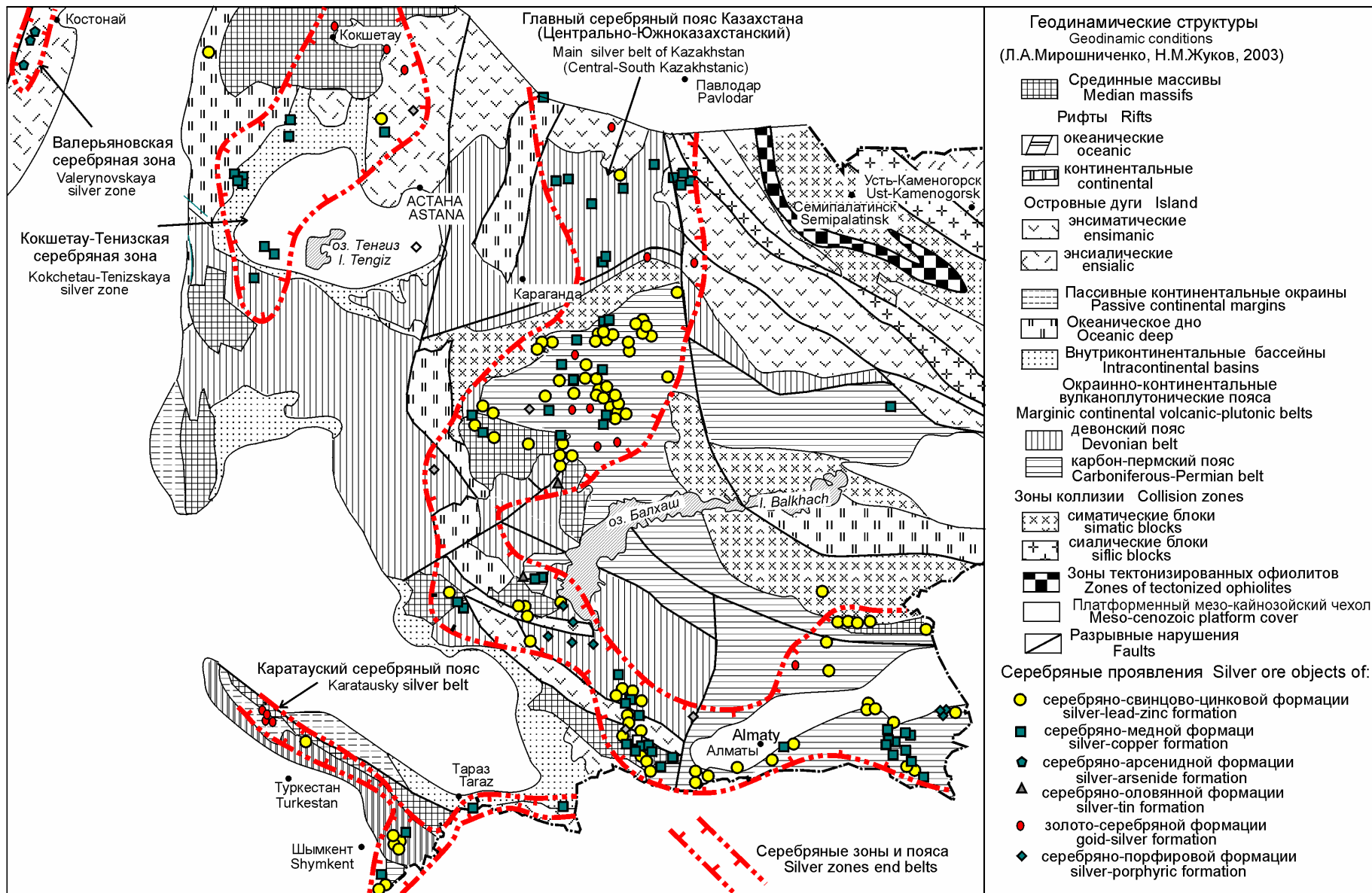


Рис. 4. Схема размещения серебряных провинций на территории Казахстана [Ю.С. Париров, 2006]

крохотных микроволокон. Они в 30 раз тоньше человеческого волоса и формируют похожий на ткань материал, обращение с которым на открытом воздухе абсолютно безопасно, оно никогда не взорвется при заправке. Профессор Стивен Беннингтон, возглавляющий группу разработчиков, заявил, что водород решает проблему с уменьшающимися запасами все более дорожающей нефти. В водороде на единицу веса в 3 раза больше энергии, чем в нефти. При сгорании водорода образуется лишь вода, т.е. по степени экологичности новое топливо сопоставимо с электричеством. Эксперименты с автомобильным топливом на основе водорода проводились и раньше, однако всякий раз возникал вопрос, как сделать его недорогим, безопасным и удобным в эксплуатации. И вот, похоже, решение найдено. На внедрение технологии, как полагают ученые, потребуется 3-4 года.

Русские учёные Ю.И. Краснов и Е.Г. Антонов из НПО им. Лавочкина (Химки) разработали принципиально новый вид топлива на основе структурированной воды. Новое топливо в 100 раз дешевле солянки, эффективней и проще в производстве. Работа Ю.И. Краснова и Е.Г.Антонова запатентована, проверена иностранными и российскими экспертами. Патент оценен в 5 миллиардов долларов США. Внедрение этого изобретения в России, хотя и медленно, но идет. Изобретатели использовали высокоэффективную кавитацию. В месте схлопывания кавитационных пузырьков за очень короткое время (1 микросекунду) температура поднимается до нескольких тысяч градусов Цельсия, давление – до 1000 атм. и более. Это приводит к разрыву связей молекул воды с образованием свободных радикалов Н и ОН, которые при определенных условиях активно участвуют в процессе горения. При сгорании этого топлива образуется тоже только вода.

Об этих двух открытиях пишут и говорят. Несмотря на то, что многие настроены скептически, нельзя отрицать, что наука и технологии не стоят на месте и то, что казалось еще совсем недавно невозможным, сейчас активно используется в повседневной жизни. В случае же, если технологии английских и российских ученых действительно заработают, и стоимость продуктов удержатся в заявленных финансовых рамках, у Казахстана будут большие проблемы - экспорт нефти либо сильно сократится, либо прекратится вообще. А он дает большую часть валютной выручки. Значительно может сократиться и производство каменного угля.

Для поддержания экономики Казахстана необходима разработка альтернативного производства. На наш взгляд, подобным альтернативным производством может стать дальнейшее изучение, разведка и отработка месторождений золота, серебра и платиноидов. Небольшие по размерам наукоемкие предприятия по переработке БМ могут быть созданы в короткий период при относительно небольших затратах. Учитывая высокую стоимость этих металлов на мировом рынке, они способны заменить экономические потери в случае постепенного снижения или полной приостановки нефтяного бизнеса.

Литература

1. *Коробейников А.Ф.* Платиноносные отвалы Калбы // Руды и металлы. 1995. № 3.
2. *Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф.* Благороднометалльное оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы. Томск. Изд. ТПУ. 2009. 206 с.
3. *Бакшит Ф.Б.* Цена ошибки геолога // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых. Томск. 2005.
4. *Перегудов В.В.* Платиноиды углеродистых пород Северного Казахстана // Геол. и охрана недр. 2004. № 2. С. 34-38.
5. *Ермолов П.В., Вязовецкий Ю.В. и др.* Еще раз о платиноносности руд месторождения Кварцитовые горки // Геол. и охрана недр. 2005. № 1. С. 44-48.

6. *Авдеев Д.В., Бердшиков Н.В. и др.* Об эффективности методов определения благородных металлов в углеродистых сланцах // Тез. докладов XIX Междунар. Черняевской конф. по химии, аналитике и технологиям платиновых металлов. Новосибирск. 2010. Ч. I. С. 75-76.

7. *Марченко Л.Г.* Микро-наноминералогия золота и платиноидов в черных сланцах. Алматы. 2010. 146 с.

8. *Варварица В.П., Кадилин В.В., Самосадский В.Т. и др.* Энергодисперсионный рентгено-флуоресцентный анализ низких содержаний золота и платиноидов в геологических образцах и технологических продуктах // Ядерные измер.-инф. технологии. 2010. № 1. с. 44-51. [Совместная разработка МИФИ и ООО «АНАЛИТНАУЦЕНТР», Москва].

9. *Агеева Л.Д., Буйновский А.С. и др.* Совместное определение в рудах и концентратах золота, серебра и металлов платиновой группы. Северск. Изд. СГТИ. 2003. 99 с. [В основу положено концентрирование БМ и рения активированным углем для их последующего определения методами рентгено-флуоресцентного и инверсионно-вольтамперометрического анализов; Северский ГТУ].

10. *Лобаченко В.А., Белоусова Н.В. и др.* Спектральный анализ порошковых материалов на золото и платину с помощью комбинированного тлеющего разряда (КТР) // Зав. лабор. 1997. № 6 [КТР позволяет осуществить экспресс-анализ руды и продуктов технологической переработки на золото и другие БМ, в том числе прямой физический метод количественного определения Os; разработка Института технической физики и Института химии и химической технологии СО РАН; исполнители готовы сделать спектрометр с уникальными характеристиками и на порядок экономичным при эксплуатации по сравнению аналогами; стоимость прибора около 50 тыс. USD; срок изготовления 1 год, срок отработки и стандартизации методик 1 год, стоимость работ 10 тыс. USD].

11. *Скрипкин А.М., Силькис Э.Г. и др.* Применение лазерно-искрового экспресс-анализатора ЛИЭС-2 для определения содержания редкоземельных и драгоценных металлов (на уровне 0,1-1 г/т). ГУ «НПО ТАЙФУН», Калужская область, Обнинск. [Система регистрации ООО «МОРС» ФЭК-24/БМЗ расположена на 2-х полудисках в форме круга Роуланда. Авторы подчеркивают, что особенно актуальна задача экспресс-анализа геологических проб. За один лазерный импульс в исследуемом образце руды можно определить более 40 элементов].

12. *Ревенко А.Г.* Особенности методики анализа геологических образцов с использованием рентгенофлуоресцентных спектрометров с полным внешним отражением // Аналитика и контроль. 2010. № 2. [Фирма изготовитель «Atomika», Germany, использован для определения БМ в геологических образцах]

13. *Рафаилович М.С.* Платиноиды недр Казахстана: систематика месторождений, минеральные формы, ресурсы // Геология и охрана недр. 2008. № 4. С. 9-19.

14. *Сметанников Д.Ф., Шанина С.И. и др.* Благородные металлы Верхнекамского месторождения солей // Обогащение минерального сырья. Процессы и оборудование. IV ежегодная научно-практическая конференция. 2006.

15. *Корытов Ф.Я., Прокофьев В.Ю. и др.* Металлогения соляных куполов // Современные проблемы металлогении. Ташкент. 2002. С. 32-34.

16. *Милецкий Б.Е.* Прогноз на основе техногенного прототипа: Прикаспийский осадочных бассейн благородных металлов галогенной формации // Руды и металлы. 2011. № 3-4. С. 120-121.

17. *Середин В.В.* Au-PGE-минерализация на территории Павловского бурогоугольного месторождения, Приморье // Геол. рудных месторожд. 2004. № 1. С. 41-73.

18. *Парилов Ю.С., Глоба В.А.* Большеобъемные месторождения низкосортных руд золота и серебра и перспективы их открытия в Казахстане // Изв. НАН РК. Сер. геол. 2004. № 1. С. 15-30.

19 *Оспанова Ш.Г., Кожекеев О.К.* Кучное выщелачивание забалансовых золотосодержащих руд и кор выветривания // Геол. и разведка недр. 1994. № 1. С. 48-50.

20. *Парилов Ю.С.* Серебряные и серебросодержащие месторождения Казахстана. Алматы. 2006. 388 с.

Главный научный сотрудник
Института геологических наук им.К.И.Сатпаева,
доктор геолого-минералогических наук

Ю.С.Парилов

Тел. сл. 291-43-51;
дом. 290-75-28;
сот. 8-777-216-91-11;
yuriy_parilov@mail.ru