

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

**ХАБАРЛАРЫ**

---

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СЕРИЯ  
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

**1 (435)**

ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ 2012 г.

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г.

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

АЛМАТЫ  
НАН РК

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН. ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ.

Бас редактор  
Ж.М. Әділов

Бас редактордың орынбасары  
М.Ш. Өмірсеріков

Редакция алқасы:

Т.Д. Абаканов, К.А. Әбдірахманов, Б.Ж. Әубекеров, Х.А. Беспәев, Н.С. Бүктіков, Э.С. Воцалевский, Ф.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Рақышев, Б.Р. Рақышев, Ф.А. Сәтбаев, И.В. Северский, Н.С. Сейітов, Э.Ю. Сейітмұратова, Д.К. Сүлеев, З.В. Толубаева (жауапты хатшы)

#### МАЗМҰНЫ

Өмірсеріков М.Ш. К.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтының іргелі зерттеулер нәтижелері (2009–2011жж.).....5

##### Аймақтық геология

Сейітмұратова Э.Ю., Әубекеров Б.Ж., Әзербәев Н.А., Ергалиев Г.Х., Жаймина В.Я., Жақытова Ш.А., Қасымов М.А., Кошкин В.Я., Любецкая Л.Д., Никитина О.И., Парагульгов Х.Х., Сергеева Л.В., Телгозиев А.Т., Фазылов Е.М., Цирельсон Б.С., Шабалина Л.В. Қазақстанның фанерозой және палеозойға дейінгі кезеңіндегі кенді мұнайгаздылығы геологиялық формацияларының аймақтық критерийлері.....12

##### Минералогия, болжам, болашақтары

Антоненко А.А., Әбдірахманов К.А., Әлиасқаров С.А., Бекмұхаметов А.Е., Беспәев Х.А., Гүбайдулин Ф.Г., Жаутіков Т.М., Жуков Н.М., Марченко Л.Г., Өмірсеріков М.Ш., Скринник Л.И., Степаненко Н.И., Фининский Л.М., Эсминцев А.Н. Қазақстан минералогиясының қазіргі мәселелері және минералды шикізат қорлары дамуының болашақ бағасы.....32  
Марченко Л.Г. Қара тактатастардағы алтын-платиноидты кенденудің генетикалық ерекшеліктері.....46

##### Мұнай және газ

Оздоев С.М. Қазақстан шөгінді бессейіндерінің мұнайгаздылық болашағы.....61

##### Әдістеме

Мадин М.И., Озерова Т.А., Неталиева Т.Ж., Оспанова Н.В., Кенішбаева А.Г., Ақтаев А. Қазақстанның сирек металды салалары үшін метрологиялық зерттеулер .....77  
Рақышев Б.М., Усольцев И.И., Роднова В.И. Болжамды-металогениялық зерттеулер кезінде банктік мәліметтерді қолдану..86  
Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А. Жоғарғы Еспе кенорнындағы кейбір сирек жер минералдарының химиялық құрамын анықтау: фторкорбанаттар.....93

##### Микро- және наноминералогия

Шабанова Т.А., Глаголев В.А. Көміртектік заттың қалыптасуы және кремнезомның нано өлшем денгейі.....100

##### Ғарыштық геология

Зейлик Б.С., Қадыров Д.Р., Баратов Р.Т. Асыл металды кен орындарында қапталған және қапталмаған метеориттік кратерлерінің жаңа дөңгелектерінің жерге және тұз күмбездеріне ғарыштық қауіп.....109

##### Мерейтойлар

Финаят Рахметуллаұлы Бекжанов (туғанына 85 жыл толуына орай).....134

##### Ғалымды еске алу

Әбдірахманов Қайдар Айтжанұлы.....136  
Борис Иосифович Писарский.....138

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» ISSN 2224-5278

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы) Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел.261-06-33, 272-13-19, 272-13-18

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2011

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г. ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Главный редактор  
Ж.М. Адилов

Заместитель главного редактора  
М.Ш. Омирсериков

Редакционная коллегия:

Т.Д. Абаканов, К.А. Абдрахманов, Б.Ж. Аубекеров, Х.А. Беспаяев, Н.С. Буктуков, Э.С. Воцалевский, Г.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Ракишев, Б.Р. Ракишев, Г.А. Сатпаев, И.В. Северский, Н.С. Сеитов, Э.Ю. Сейтмуратова, Д.К. Сулеев, З.В. Толубаева (ответственный секретарь)

## СОДЕРЖАНИЕ

*Омирсериков М.Ш.* Результаты фундаментальных исследований Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (2009-2011гг).....2

### Региональная геология

*Сейтмуратова Э.Ю., Аубекеров Б.Ж., Азербаяев Н.А., Ергалиев Г.Х., Жаймина В.Я., Жакупова Ш.А., Касымов М.А., Кошкин В.Я., Любецкая Л.Д., Никитина О.И., Парагульгов Х.Х., Сергеева Л.В., Тельгузиев А.Т., Фазылов Е.М., Цирельсон Б.С., Шабалина Л.В.* Региональные критерии рудоносности и нефтегазоносности геологических формаций допалеозоя и фанерозоя Казахстана.....12

### Минералогия, прогнозы, перспективы

*Антоненко А.А., Абдрахманов К.А., Алиаскаров С.А., Бекмухаметов А.Е., Беспаяев Х.А., Губайдуллин Ф.Г., Жаутиков Т.М., Жуков Н.М., Марченко Л.Г., Омирсериков М.Ш., Скринник Л.И., Степаненко Н.И., Филинский Л.М., Эсминцев А.Н.* Современные проблемы минералогии Казахстана и перспективная оценка развития минерально-сырьевой базы.....32  
*Марченко Л.Г.* Генетические особенности золото-платиноидного оруденения в чёрных сланцах.....46

### Нефть и газ

*Оздоев С.М.* Перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана.....61

### Методика

*Мадин М.И., Озерова Т.А., Неталиева Т.Ж., Остапова Н.В., Кенишбаева А.Г., Актаев А.* Метрологические разработки для редкометалльной отрасли Казахстана.....77  
*Ракишев Б.М., Усольцев И.И., Роднова В.И.* Применение банков данных при прогнозно-металлогенетических исследованиях.....86  
*Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А.* Уточнение химического состава некоторых редкоземельных минералов месторождения Верхнее Эспе: фторкарбонаты.....93

### Микро- и наноминералогия

*Шабанова Т.А., Глаголев В.А.* Формирование углеродистого вещества и кремнезёмов на наноразмерном уровне.....100

### Космическая геология

*Зейлик Б.С., Кадыров Д.Р., Баратов Р.Г.* Космогенная угроза Земле и соляные купола, обнажённые и необнажённые в метеоритных кратерах — новый тип месторождений благородных металлов.....109

### Юбилейные даты

Гинаят Рахметуллич Бекжанов (к 85-летию со дня рождения).....134

### Памяти учёного

Кайдар Айтжанович Абдрахманов.....136  
Борис Иосифович Писарский.....138

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940. IT IS PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

Editor-in-chief

**Zh.M. Adilov**

Deputy editor-in-chief

**M.Sh. Omirserikov**

Editorial staff:

T.D. Abakanov, **K.A. Abdrahmanov**, B.Zh. Aubekero, Kh.A. Bespayev, N.S. Buktukov, E.S. Votsalevsky, G.Kh. Ergaliev, G.Zh. Zholtaev, N.M. Gukov, L.A. Krupnik, A.K. Kurskeyev, A.R. Medeu, S.M. Ozdoev, B.M. Rakishev, B.R. Rakishev, G.A. Satpaevy, I.V. Seversky, N.S. Seitov, E.U. Seitmuratova, D.K. Suleyev, Z.V. Tolubayeva (secretary)

## CONTENTS

*Omirserikov M.Sh.* Results of basic researches Institute of geological sciences of K.I. Satpaeva (2009-2011yy).....5

### Regional geology

*Sejtmuratova E.J., Aubekero B.Zh., Azerbaev N.A., Ergaliev G. Kh., Zhaimina V. JA, Zhakupova Sh.A., Kasymov M. A, Koshkin V. JA, Liubetskaja L.D., Nikitin O. I, Paragulgov H.H., Sergeeva L.V., Telguziev A.T., Fazylov E.M., Tsirelson B.S., Shabalina L.V.* Regional ore content criteries of oil - and - gas - bedring capa city the Kazakhstan Pre-Paleozoic and Phanerozoic geological formations.....12

### Minerageny. Prognoses and prospects

*Antonenko A.A., Abdrahmanov K.A., Aliaskarov S.A., Bekmuhametov A.E., Bespaev Kh.A., Gubajdullin F.G., Zhautikov T.M., Zhukov N.I., Marchenko L.G., Omirserikov M. Sh, Skrinnik L.I., Stepanenko L.I., Filinskij L. M., Esmintsev A.N.* Modern problems of Kazakhstan minerageny and a perspective estimation of mineral-raw-material development.....32  
*Marchenko L.G.* Genetic of feature gold- platinum ore in black shales.

### Oil and gas

*Ozdoev S.M.* Prospects oil-and-gas-bearing sedimentary basins of Kazakhstan.....46

### Technique

*Madin M.I., Ozerova T.A., Netaliev T.Zh., Ostapova N.V., Kenishbaeva A.G., Aktaev A.* Metrological developments for rare-metal branches of Kazakhstan.....61  
*Rakishev B.M., Usoltsev I.I., Rodnova V.I.* Application of databanks at prediction-metallogenic researches.....77  
*Bekenova G.K., Stepanov A.V., Kotelnikov P. E, Levin V.L, Dobrovolskaja E.A.* Specification of a chemical compound of some rare-earth minerals of Verhnee Espe deposit: Fluorine-carbonates.....86

### Micro - and nanomineralogy

*Shabanova T.A., Glagolev V.A.* Formation of carbonaceous substance and silica on nanoscale level.....93

### Space geology

*Zeilik B.S., Kadyrov D.R., Baratov R.T.* Cosmogenium threat to the Earth and the hydrochloric domes which bared and have been not bared in meteoric craters — new type of deposits of precious metals.....100

### Anniversaries

*Ginayt Rahmattulich Bekganov (to the 85 anniversary from the date of a birth)*.....134

### Memories of the scientist

*Kaidar Aitzhanovich Abdrahmanov* .....136

*Boris Iosifovich Pisarsky*.....138

## РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК ИМ. К.И. САТПАЕВА (2009-2011 гг.)

В 2009-2011 г. научным коллективом Института геологических наук им. К.И. Сатпаева выполнены работы в рамках программы фундаментальных исследований 5.1 МОН РК «Разработать теоретические основы геологии, минерации для перспективной оценки минерально-сырьевой базы Казахстана». Цель работы – выявление перспектив развития минерально-сырьевой базы Казахстана с позиций современных достижений в области геологии, минерации и геоэкологии.

Программа выполнялась по шести крупным направлениям:

**1. Выявить стратиграфические, тектонические, магматические, литологические и геодинамические критерии рудоносных структур, построить геодинамические модели развития Казахстана (научные руководители – д.г.-м.н. Э.Ю. Сейтмура-това и д.г.-м.н. Б.Ж. Аубекеров, отв. исполнитель: к.г.-м.-н. Фазылов Е.М., к.г.-м.-н. Тельгузи-ев А.Т., д.г.-м.н. Сергеева Л.В., д.г.-м.н. Азерб-ев Н.А., к.г.-м.-н. Касымов М.А., д.г.-м.н. Ерг-лиев Г.К., к.г.-м.-н. Любецкая Л.Д., д.г.-м.н. Нур-лыбаев А.Н.)**

В ходе выполнения работ были доизучены геологические формации 14 осадочных бассейнов мезозой-кайнозойского осадочного чехла Казахстана и охарактеризованы все перспективные на важнейшие виды полезных ископаемых стратиграфические уровни и осадочные бассейны. Создана основа информационной базы данных для опорных разрезов тектонических структур мезозой-кайнозойских отложений для всех осадочных бассейнов Казахстана, составлены карты по подошве палеогена и геологических формаций в масштабе 1:1 000 000.

Проведено изучение петрографического и литологического состава домезозойских геологических формаций Южно-Торгайского бассейна и обозначены литологические, петрографо-минералогические, тектонические и стратиграфические критерии прогнозной оценки их продуктивности для формирования залежей нефти и газа.

Изучены геологические формации 77 структурно-формационных зон (СФЗ) палеозойд Ка-

захстана, выявлена их металлогеническая специализация, обстановки формирования и определены стратиграфические, магматические и геодинамические критерии их прогнозной оценки. Выявлены металлогенические аспекты ряда СФЗ палеозойд – это золотоносность Западно и Восточно-Мугалжарской, Иргизской, Троицкой СФЗ Уральской складчатой системы (СС), алмазоносность Кокшетауской, Жалаир-Найманской и Сарытумской СФЗ Кокшетау-Северо-Тяньшанской СС; уран-молибденовая устойчивая ассоциация, отмечаемая в ряде блоков девонского вулканоплутонического пояса (ВПП). Ставится вопрос о низкой рудоносности Сарсазан-Саурской СФЗ Зайсанской СС. Доработаны вопросы металлогении меди и золота Жонгаро-Балхашской СС, показавшие четкую приуроченность медно-порфировых месторождений и рудопроявлений ЖБСС к каменноугольному окраинно-континентальному Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельскому, а золото-серебряного эпиптермального оруденения к каменноугольно-пермскому внутриконтинентальному Балхаш-Илийскому ВПП. Приведены перспективные площади медно-порфирового оруденения и эпиптермального Au-Ag оруденения для постановки поисково-оценочных работ.

Доизучены магматические комплексы структурно-формационных зон Мугалжар и выявлены магматические и геодинамические критерии их рудоносности, на основании которых даны рекомендации о проведении поисковых работ на ряде перспективных участков.

Проведена корреляция фамен-визейского рудоносного уровня Малого Каратау, Шу-Бетпак-Далы, западного Прибалхашья, Северной Жонгарии по стратиграфическим и минералогическим критериям и выявлены условия формирования полиметаллического оруденения фамен-визейского рудоносного уровня, основанные на новой интерпретации бассейнового анализа осадочных бассейнов Каратауского региона. Доказано, что Ва-Pb-Zn промышленное оруденение формировалось в начале фаменского века в условиях прибрежного мелководья осадочного бассейна, а

Pb-Zn локализовалось во второй половине среднего фанера в условиях открытого шельфа. Отмечена возможность регенерации, переотложения или уничтожения доскладочного оруденения.

Изучены литология и закономерности развития Аркалыкской структурно-фациальной зоны Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги в среднем кембрии. Детально изучены состав пород, стадийность их изменения, источники сноса отложений майжонской свиты; выделены и монографически описаны одна макрофация и семь литогенетических типов; впервые в Казахстане выделены отложения разжиженных и флюидизированных потоков. С позиций тектоники плит и палеоокеанологии выявлены фундаментальные вопросы этапов, фаз и стадий развития Аркалыкской зоны Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги.

Проведена корреляция и реконструированы первичные составы метаморфических комплексов докембрия. Доизучены рудоносные формации различных геодинамических обстановок докембрия Казахстана и отмечены их перспективы.

Был создан атлас руководящих форм ископаемой фауны как основы хроностратиграфических шкал палеозоя Казахстана и надежного обоснования возраста, выявленных рудоносных стратоединиц на базе стратиграфического критерия. Даны описания всех рудоносных стратоединиц кембрия, ордовика, карбона.

На основе геолого-геофизических моделей неоднородных элементов литосферы Казахстана выявлены глубинные факторы геохимической и металлогенической зональности литосферы, корреляционной связи между мощностями земной коры отдельных геологических блоков и их рудогенетической специализацией, а также закономерностей локализации рудоносных структур районов проявления золотого, полиметаллического, медно-колчеданного, медно-порфирирового, редкометаллического и оруденения медистых песчаников.

**2. Провести научное обоснование современных проблем минерации и провести перспективную оценку развития минерально-сырьевой базы Казахстана** (научные руководители: д.г.-м.н. Б.М. Ракишев, к.г.м.н. А.А. Антоненко, отв. исполнители — д.г.-м.н. Абдрахманов К.А., д.г.-м.н. Губайдулин Ф.Г., д.г.-м.н. Беспаяев Х.А., к.г.-м.-н. Алиаскаров С.А., д.г.-м.н. Кудайбергенова Н.К., д.г.-м.н. Бекмухаметов А.Е., к.г.-м.-н. Марченко Л.Г., Эсминцев А.Н., к.г.-м.-н. Скринник Л.И., к.г.м.н. Филинский Л.М.)

В результате проведенных фундаментальных исследований в течении 2009-2011гг, были получены следующие результаты:

Выявлена разнотипная петрометаллогения рудных месторождений, сформированных в разнотипных геодинамических структурах и обстановках, характеризующихся разным профилем металлогении. Выявлены типы петрометаллогенической (магмо-металлогенической) латеральной и вертикальной зональности каледонской и герцинской эпох.

Обоснован уран-золотой парагенез в остроководужной системе позднекаледонского геодинамического цикла, раскрыта генетическая причинно-следственная связь урана и золота, выявлены рудоконтролирующие и рудо локализирующие факторы, позволяющие наметить рудоперспективные участки для геологоразведки.

Обоснованы перспективы обнаружения новых месторождений на Рудном Алтае — колчеданно-полиметаллические, в Акбакайской и Южно-Кендыктасской зонах — золото.

Составлена карта размещения прогнозных ресурсов и запасов золота на сводной прогнозном-металлогенической основе масштаба 1:1 000 000 с легендой. Разработана универсальная компьютерная программа обработки признаков благороднометаллического оруденения с полной математической моделью ведущих геолого-промышленных типов месторождения золота с целью повышения эффективности прогнозных исследований.

Освоение штокверковых месторождений вольфрама и молибдена, в которых сконцентрировано более 90 % от общих балансовых запасов Казахстана, сдерживается из-за отсутствия технологии обогащения руд и низких содержаний основного компонента.

Заслуживают самой высокой оценки стратиформные вольфрамовые месторождения, по содержанию полезного компонента и запасам стоящие в одном ряду с мировыми аналогами Канады, США и др. стран. Оценка этого генетического типа — первоочередная задача геологической службы Казахстана.

Определены перспективы выявления в древних комплексах (Мугоджары, Улытау, Кокшетауский массив) месторождений золота, редких земель, тантала и ниобия новых нетрадиционных типов (железистые кварциты, коры выветривания, альбититы и др.).

Приведено геологическое строение кварцевых районов (стратиграфия, магматизм, тек-

тоника). Освещена кварцевая минерализация, закономерности размещения, генетические типы. Приведено описание месторождений кварцевого сырья, с подсчитанными геологическими запасами.

Установлена трехступенчатая геодинамика становления базит-ультрабазитовых массивов кемпирсайского комплекса. Системно изложена пространственно-временная геохимическая зональность по циклам, стадиям, фациям контактового и гидротермального метаморфизма и финального динамометаморфизма с сопутствующим им метаморфогенным оруденением хромитов, платиноидов и алмазонасных рутиловых эклогитов массивов кемпирсайского комплекса.

Определена главенствующая роль метаморфизма в образовании месторождений бурожелезняковой формации, стратиформных месторождений полиметалльно-железомарганцевого оруденения.

Изучение на микро- и наноуровне формы нахождения благородных, редких и рассеянных элементов в рудах месторождений «черносланцевого» типа Казахстана показало, что наиболее крупное золото и серебро встречается в сульфидах как эндокриптное. Эти металлы вместе с платиной, палладием и осмием встречаются в нанослое сульфидов и в сопутствующем шунгите в химически связанном состоянии с S, Fe, As, O, C. Платина, серебро и золото самородное микронных размеров имеют масштабное развитие в углеродистом веществе (шунгите) рудных и околорудных зон месторождений.

Золоторудные месторождения Бакырчикского, Боко-Васильевского и Северо-Казахстанского районов приобрели статус золото-платиноидных. Обнаружено большое разнообразие редких и редкоземельных нано-микроминералов.

Созданы петрохимические модели рудоносных Жалаир-Найманского, Сарьтумаского, Текелийского палеорифтов, Тастауской глубоководной впадины, среднедевонского Кастекского, раннекарбонowego Кетменского и позднепермского Бозмойнакского рифтов Южного Казахстана. Определены их границы, направления, времени образования, характер магматизма, структурные и петрохимические факторы контроля оруденения, позволяющие наметить конкретные перспективные участки для поисковых работ.

Обоснована перспектива открытия объектов титан-магнетитового оруденения в Казахстане. По медно-никелевому типу оруденения установлено, что все медно-никелевые месторождения

приурочены к небольшим расслоенным мафит-ультрамафитовым интрузиям, прорывающим осадочные породы, обогащенные серой или содержащие горизонты пиритоносных и углеродистых пород. В рудоносных интрузиях наблюдается раскисление расплава, что способствовало отделению сульфидной фракции. Рудоносные мафит-ультрамафитовые интрузии часто характеризуются пониженными кларками меди и никеля, которые в процессе ликвации концентрируются в рудном теле.

Первоочередные для перспективных оценок на медно-никелевое оруденение являются: коллизионные зоны (Бакырчик-Суздальская, Тектурмасская, Жонгаро-Североприбалхашская); рифтогенные (Успенская и Акжал-Аксоранская); срединные массивы (Восточно-Мугоджарский, Кокшетауский). Определены первоочередные массивы базит-гипербазитов для дальнейшего изучения (Кенши, Тасты, Медное, Уртынжал).

Выполнена разработка по геологии шунгитов и проведены параллели с золами ТЭЦ. Определены перспективы развития минеральной базы шунгитов в Казахстане. Выполнены маркетинговые исследования по шунгитам.

Последовательно изложены результаты исследований по Коксу-Текелийскому горнорудному району, Тайсоган-Актогайскому, Акбакай-Ботабурумскому, Чу-Кендыктасскому рудным районам и Каратауской металлогенической провинции. Составлен сводный каталог перспективных объектов и поисковых площадей с указанием предполагаемого ранга и прогнозных ресурсов минерального сырья, а также рекомендации по видам и объемам поисково-оценочных работ.

**3. «Разработать системы индикаторных признаков для оценки состояния и создания банка данных геологической и геоэкологической информации Казахстана»** (научный руководитель: к.г.-м.н. И.И. Усольцев, отв. исполнители – к.г.-м.-н. Усольцев И.И., к.г.-м.-н. Тилекова Ж.Т., к.г.-м.-н. Бочкарев В.П.)

Разработана взаимосвязанная система индикаторных признаков оценки геологической ситуации. Проанализирована структура известных баз данных по полезным ископаемым, геохимическим аномалиям, прогнозным ресурсам благородных металлов для эффективности применения их при прогнозировании новых перспективных участков. На основе выбранных признаков описания создана структура базы данных для цели прогнозирования новых месторождений.

Разработан технологический процесс анализа данных. Проведен комплекс работ по анализу программного обеспечения, используемого при создании баз данных. Проанализирован комплекс ArcGIS 9.1, в который входит ArcMap для оцифровки и просмотра графических данных, ArcScene и ArcGlobe для трехмерной визуализации данных, ArcCatalog для работы с файлами. Создана комплексная разветвленная структура хранения данных.

Выбранный в качестве полигона Каратауский рудный район для апробации технологии и выработки схем данных, позволил подобрать комплекс критериев всех основных направлений – геохимические, металлогенические, геологические и другие рудо локализирующие факторы, используемые нами в качестве информативных признаков. Это позволило проанализировать собранные материалы для включения в технологический процесс обработки – выявлены типы и форматы векторных данных. Выделены перспективные участки и подготовлены выводы и рекомендации.

В качестве репрезентативных территорий для проведения исследований по геоэкологии определены Казахстанский Рудный Алтай (районы интенсивного горно-промышленного освоения и Иртыш-Зайсанская геосистема (районы крупномасштабного гидроэнергетического строительства и функционирования каскадов ГЭС на р. Ертыс). Составлены авторские макеты карт геоэкологического и инженерно-геологического районирования (11 листов м-ба 1:200 000). Созданы цифровые компьютерные модели рельефа, гидросети, геодинамических процессов (система ГИС). Картографирование осуществляется с использованием дистанционных аэрокосмических материалов методами цифрового компьютерного дешифрирования. Разработаны экспликации условных обозначений и пояснительная таблица к составляемым картам. Создана электронная база данных техногенных нагрузок по основным типам антропогенных воздействий. Выполненные исследования направлены на обоснование рекомендаций по проектированию и осуществлению управленческих и инженерных мероприятий для защиты хозяйственных объектов и территорий с задачей предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

**4. Обосновать перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана** (научный руководитель – д.г.-м.н. С.М. Оздоев).

На основе уточнения геологических моделей и особенностей нефтегазовых систем осадочных бассейнов рассмотрены материалы для оценки генерационного потенциала и прогнозных ресурсов углеводородов по зонам нефтегазонакопления в пределах осадочных бассейнов Казахстана.

С учетом достигнутого уровня представлений о закономерностях размещения месторождений выделены первоочередные объекты в Прикаспийской впадине, к которым отнесены – Тенгиз-Кашаганский, Прорвинский, акватория Каспийского моря в пределах Жамбайско-Забурунского и Мартышинского нефтегазоносных районов. В пределах суши перспективны Сагизский, Южно-Эмбинский, Шубаркудук-Акжарский и Мартышинский объекты поисков нефти и газа в триас-верхнепермских отложениях. Привлекательными для поисковых работ являются Уильский, Астраханский, Нижнеуральский, Жанибекский, Матенкожа-Индерский, Гремячинско-Тепловский и Приуральский перспективно-нефтегазоносные районы, где поисковое бурение проводилось в крайне ограниченных объемах.

Перспективы нефтегазоносности Северо-Устьюртского и Аральского осадочных бассейнов связываются со структурными элементами западной части - Култукский и Кулажатский прогибы, Арыстановская ступень, Ирдалинская моноклинали, Байчагырский выступ; восточной части – Самский, Косбулакский, Кошкаратинский, Челкарский прогибы, Мынсуалмасская ступень, Аккулковско-Базайское поднятие, Арало-Кызылкумский вал и часть Южно-Эмбинской моноклинали.

Основные перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений Мангышлакского осадочного бассейна связываются с акваторией Каспийского моря, с Западно-Мангышлакско-Прикумской ступенью, акваториальной частью Песчаномысско-Ракушечной зоны и северными склонами Карабогазско-Центрально-Каспийской системы поднятий.

Перспективы нефтегазоносности Южно-Тургайского осадочного бассейна связываются со сложно построенными, главным образом, неантиклинальными ловушками. Наиболее предпочтительными участками помимо горст-антиклиналей выглядят бортовые участки грабен-синклиналей на стыке их с горст-антиклиналями или сводами.

Первоочередными объектами можно отметить западные участки Арыкумской грабен-

синклинали на стыке её с Нижнесырдарьинским сводом, а также восточные участки на границе с Аксайской горст-антиклиналью, периферийные бортовые зоны, в том числе внутрибассейновые участки структурных «носов» и перешейков Акшабулакской грабен-синклинали.

Перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Восточного Казахстана, в основном, связываются с мезозойско-кайнозойскими отложениями. Большой интерес в открытии месторождений углеводородов представляют поднадвиговые зоны межгорных впадин Восточного Казахстана.

Для основательного решения прогнозной оценки перспектив нефтегазоносности бассейнов Восточного Казахстана требуется проведение целенаправленных поисковых работ, в первую очередь — сейсмических.

**5. Изучить на микро- и наноуровне формы нахождения в рудах редких, благородных и рассеянных элементов (научные руководители: д.г.-м.н. Г.К. Бекенова и к.ф.х.н. М.И. Мадин).**

Дана характеристика месторождения редких элементов Верхнее Эспе (Восточный Казахстан). Уточнены химические формулы некоторых редких впервые встреченных минералов и разновидностей минералов. Рассмотрены особенности Верхнеэспинского проявления фенитизации на примере изменений химического состава минералов, обладающих ионообменными свойствами.

Открыты, изучены и описаны новые минеральные виды из Верхнеэспинского месторождения (Восточный Казахстан): камараит, флюорлейкит, натротитанит, утвержденные Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации ММА за период 2009–2011 гг.

Приведены данные изучения химического состава минералов ванадиеносного бассейна Большого Каратау. Изучен и описан минерал-концентратор ванадия в углеродисто-кремнистых сланцах месторождения Баласаускандык (СЗ Каратау) маннардит  $\text{BaTi}_6(\text{V}^{+3}, \text{Cr}^{+3})_2\text{O}_{16} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Изучены формы нахождения элементов-примесей в рудах медно-никелевого месторождения Камкор.

На примере золоторудного месторождения Архарлы показано, что детальное изучение особенностей формирования гипергенного золота и серебра в зоне окисления имеет не только теоретическое, но и прикладное значение для расшифровки поведения их в несущих растворах и определения их физико-химических параметров.

Представлены результаты исследования кремнийсодержащих природных структур, в ко-

торых обнаружены все виды структур фотонных кристаллов. Установлено, что белые сажи могут являться одной из стадий формирования кремнезольей.

Показано, что морфологические особенности наноразмерных частиц (плёнок) оксидов титана и циркония влияют на ход протекающих в их присутствии реакций.

Как показали данные исследований методами электронной микроскопии, подтвержденные ЭПР спектроскопией и др., в результате механохимической активации происходит изменение свойств поверхности, создание активных реакционных центров, формируются наноразмерные образования.

Предложен способ использования отдельных фрагментов структуры углеродсодержащих веществ для визуализации и измерения некоторых параметров термодинамических условий их формирования.

Практически все исследованные процессы синтеза наночастиц металлов могут приводить к образованию углеродных и кремнеземистых капсул металлических нанофаз. Аналогичные химические процессы протекают при добыче, обогащении и переработке руды, которая содержит в себе углеродные и силикатные компоненты.

Показана целесообразность разработки спектрофотометрической стандартизованной методики определения осмия в технологических продуктах переработки медных и медно-молибденовых руд.

Разработаны методологические основы создания методики выволения измерений содержания рения и осмия в рудах и продуктах их переработки с помощью фотометрического метода. Для создания и аттестации стандартизованной методики выполнения измерений массовых долей осмия фотометрическим методом в соответствии с нормативно-технических документов (ГОСТ, СТ РК, РМГ) показана необходимость создания, в первую очередь, стандартного образца предприятия состава раствора осмия. С учетом требований заводских лабораторий предприятий редкометалльной отрасли Казахстана разработана методика приготовления стандартного раствора осмия с использованием препарата осмиевой кислоты. Исследована устойчивость идентичного по матричному составу раствора осмия и установлена стабильность приготовленного раствора в течение шести лет после его изготовления.

**6. Выявление частоты и периодичности космических бомбардировок на основе фундамен-**

**тальных геологических исследований кольцевых структур с целью прогноза природных космических катастроф (научный руководитель: д.г.м.н. Б.С. Зейлик).**

Привлекается внимание к космогенным бомбардировкам Земли. Освещаются проблема выявления и изучения кольцевых структур и новая геотектоническая концепция — Ударно - Взрывная Тектоника (УВТ). Излагаются сведения о вероятности космических бомбардировок Земли.

Впервые рассматриваются две гигантские кометные кольцевые структуры. Выбраны два района для исследования кольцевых структур: 1. Район Кокшетауской глыбы и ее обрамления, 2. Район Тенизской впадины. Построены по радиолокационным космическим снимкам модели рельефа этих двух районов. Выполнено обобщенное дешифрирование моделей рельефа. Построены и исследованы геологические разрезы кольцевых валов нескольких кольцевых структур. Обращено особое внимание на выявление в процессе выполненных работ возможности извлечения из изданных геологических и топографических карт весьма важной информации, проливающей свет на природу крупных кольцевых структур, широко проявленных на поверхности Земли и имеющих непосредственное отношение к рассматриваемой проблеме космической защиты планеты.

Имеются в виду факты проявления обратной «перевернутой» стратиграфии, а также стратиграфических и азимутальных несогласий в отложениях обрамления крупных озерных впадин и наличие аномалий рельефа вокруг них, представленных холмами - буграми, являющимися блоками аллогенных брекчий, выброшенных из пространства космогенных кратеров при грандиозных космогенных взрывах.

Эти важные фактические данные зафиксированы на изданных геологических и топографических картах масштаба 1: 200 000. Их выявление не требует проведения дорогостоящих полевых работ. Отсутствие на геологических картах упомянутых геоморфологических особенностей рельефа следует рассматривать как явное упущение.

Совместный комплексный анализ геологических и топографических карт позволяет избежать подобных ошибок и дает в руки исследователя важнейшую дополнительную информацию, теряющуюся при традиционном подходе, когда топографическая карта используется только для привязки на местности. Анализ геологических и топографических карт с новых позиций, на ос-

нове принципов Ударно-Взрывной Тектоники (УВТ), позволяет установить признаки упомянутой «обратной или перевернутой стратиграфии», являющиеся надежным признаком ударно-взрывной природы кольцевых объектов.

Выявлено метеоритное вещество в отдельных кольцевых структурах, к которым приурочены месторождения мелких пылевидных технических алмазов, присутствие которых указывает на несомненную ударно-взрывную космогенную природу этих кольцевых структур.

На примере Байконурской кольцевой структуры показано прикладное значение исследования импактных кольцевых структур.

Анализ удивительной аномалии рельефа - протяженной "борозды" в рыхлых четвертичных отложениях, проявленной восточнее озера Тенгиз, позволяет предположить "закопавшиеся" обломки астероида, взрыв основной массы которого создал это озеро.

Магнитный профиль, пройденный через "голову" предполагаемого "закопавшегося" астероида отчетливо выявляет, на фоне обширной положительной магнитной аномалии с интенсивностью от 1 до 2, изометричное понижение магнитного поля до 1, с длиной оси в направлении запад-восток, равной 4,6 км, и в направлении север-юг, равной 3,5 км.

По аналогии с космогенным кратером Кондер, в связи с которым выявлена богатая россыпь платины в Хабаровском крае, предполагается платиноносность этих обломков и их материнского астероида. Предлагаются соответствующие поисковые работы на платину (будет приведено в полном отчете).

Устанавливается время возникновения импактных кольцевых структур, что является основной задачей для выявления частоты и периодичности космогенных бомбардировок с целью прогноза природных космических катастроф. Приведены примеры недавних космических бомбардировок Юпитера и Земли, что подтверждает своевременность и актуальность рассматриваемой темы.

В ходе выполнения фундаментальных исследований за 2009-2011 годы было опубликовано: 3 монографии и 182 научные работы (Из них: в журналах РК - 40, в журналах стран СНГ - 27, материалы международных конференций - 93, тезисов докладов на Международных научных конференциях и совещаниях - 22).

По результатам работы защищены 1 докторская и 3 кандидатские диссертации.

Проведены 4 международных научные конференции в рамках ежегодных "Сатпаевских чтений" и 70-летия Института геологических наук им. К.И. Сатпаева. а также изданы сборники статей: "Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов", "Проблемы геологии и минерально-сырьевых ресурсов", "Геология в XXI веке", "Геологическая наука и индустриальное развитие Республики Казахстан". К 20 Независимости Республики Казахстан издан сборник трудов "Геологическая наука

Независимого Казахстана: достижения и перспективы".

Выполненные коллективом Института научные исследования в рамках ПФИ "Разработать теоретические основы геологии, минерагении для перспективной оценки минерально-сырьевой базы Казахстана" показывают перспективы, открытие новых месторождений и указывают на не-

обходимость продолжения исследований, направленных на решение проблемы восполнения минерально-сырьевой базы Республики.

Подтверждением высокой научной значимости этих направлений является получение 12 грантов на выполнение научно-исследовательских работ, в рамках государственного заказа по бюджетной программе "Грантовое финансирование", а также трех инновационных грантов от АО "Национальный инновационный фонд" и Целевой программы

по Прикладным исследованиям "Научное обоснование восполнения запасов полезных ископаемых для индустриального развития республики Казахстан" на 2012-2014гг.

*Директор ИГН им К.И. Сатпаева,  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор, М.Ш. Омирсериков*

УДК 553.2+553.98:553.73/.78(574)

Э.Ю. СЕЙТМУРАТОВА<sup>1</sup>, Б.Ж. АУБЕКЕРОВ<sup>2</sup>, Н.А. АЗЕРБАЕВ<sup>3</sup>,  
Г.Х. ЕРГАЛИЕВ<sup>4</sup>, В.Я. ЖАЙМИНА<sup>5</sup>, Ш.А. ЖАКУПОВА<sup>6</sup>, М.А. КАСЫМОВ<sup>7</sup>, В.Я. КОШКИН<sup>8</sup>,  
Л.Д. ЛЮБЕЦКАЯ<sup>9</sup>, О.И. НИКИТИНА<sup>10</sup>, Х.Х. ПАРАГУЛЬГОВ<sup>11</sup>, Л.В. СЕРГЕЕВА<sup>12</sup>,  
А.Т. ТЕЛГУЗИЕВ<sup>13</sup>, Е.М. ФАЗЫЛОВ<sup>14</sup>, Б.С. ЦИРЕЛЬСОН<sup>1</sup>, Л.В. ШАБАЛИНА<sup>16</sup>

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ ДОПАЛЕОЗОЯ И ФАНЕРОЗОЯ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның палеозойға дейінгі және фанерозойдағы геологиялық формациялардың заттық құрамының зерттелу нәтижелері, геодинамикалық жағдайлардың реконструкциясы мен олардың қалыптасуы, кенді және мұнай-газды формациялардың геологиялық жағынан байланысы, стратиграфиялық, магмалық, литологиялық және геодинамикалық критерий бойынша кенді және мұнай-газды құрылымдарды бағалау, сондай-ақ Қазақстан жер қыртысы қалыптасуының болашақтағы олардың тереңдіктегі құрылымының маңыздылығына тигізетін әсері қарастырылады.

Изложены основные результаты доизучения вещественного состава геологических формаций допалеозоя и фанерозоя Казахстана, реконструкции геодинамических обстановок их формирования, установления связей рудных и нефтегазоносных формаций с геологическими и выявлением стратиграфических тектонических, магматических, литологических и геодинамических критериев оценки рудоносных и нефтегазоносных структур, а также влияние на их перспективность особенностей глубинного строения земной коры Казахстана.

Results studying material structure of geological formations Pre-Paleozoic and Phanerozoic Kazakhstan, reconstruction of geodynamic conditions of their formation, an establishment of communications ore and oil-and-gas-bearing formations with geological, with influence stratigraphic, tectonic, magmatic, lithologic and geodynamic criteria of an estimation ore-bearing and oil-and-gas-bearing structures, and also influence on their perspectivity of features of a deep structure of earth crust of Kazakhstan are considered.

При обосновании актуальности проведенного исследования «Выявить стратиграфические, тектонические, магматические, литологические и геодинамические критерии рудоносных структур, построить геодинамические модели развития Казахстана» авторы отмечали, что геологическая отрасль вступила в сложный для нее этап, когда фонд промышленно значимых месторождений по многим видам полезных ископаемых рентабельных для эксплуатации в современных рыночных условиях почти полностью иссяк. Истоки отмеченной ситуации находятся в далеких 80-х годах прошлого столетия, когда уже появились первые заметки относительно низкой эффективности поисковых и поисково-разведочных работ, а в дальнейшем они по известным причинам были прекращены и вовсе.

Современное очень сложное состояние минерально-сырьевой базы страны определяется не только отсутствием поисковых работ на протяжении последних 25-30 лет, но и тем, что для выявления скрытых месторождений геологи ока-

зались без хорошо разработанной теории поисков. Несмотря на то, что металлогеническое направление геологической науки успешно развивалось в бывшем Советском Союзе, в том числе и в Казахстане [11, 41, 42, 46, 49, 52, 61, 69 и др.], в какой-то момент произошел отрыв поисковой геологии от металлогенических исследований, в то время как ни о каком серьезном прорыве в поисках скрытых месторождений без основательной научной платформы не может быть и речи.

В связи со сказанным, на настоящем этапе развития минерагении анализ закономерностей размещения месторождений твердых полезных ископаемых путем установления связей рудных формаций с определенными геологическими формациями, выявления особенностей локализации оруденения в определенного типа тектонических структурах и структурно-формационных зонах, приуроченности оруденения к определенным геодинамическим обстановкам или этапам развития СФЗ и, соответственно, к тем или иным стратиграфическим уровням, представленным конкретными форма-

<sup>1-17</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

циями, являются главными задачами. Для решения перечисленных многоаспектного характера задач в исследовании принимали участие сотрудники нескольких лабораторий Института геологических наук им. К.И. Сатпаева: региональной геологии, геологических формаций, геофизики, геологии мезозоя и кайнозоя, литологии.

Целостность многоаспектного исследования обеспечивается авторами использованием единой наиболее универсальной методики формационного анализа, который Н.С Шатским характеризуется следующим образом: «Формационный анализ, если можно так выразиться, в решении вопросов распределения минеральных месторождений имеет предпочтительное значения перед всеми другими» [68].

Действительно, *формационный* (структурно-вещественный) *метод*, использующий первичную информацию о составе и структуре пород, формаций (комплексов), в которых запечатлены все главнейшие особенности их образования, во всех случаях позволяет достаточно надежно определять потенциальную нефтегазоносность и рудоносность анализируемой территории.

На современном этапе по мере накопления фактического материала относительно приуроченности конкретных типов месторождений к участкам земной коры, формировавшихся в определенных геодинамических обстановках, очевидной становится необходимость помимо формационного метода использование положений концепции рифтогенеза, *геодинамического анализа* или метода геодинамических реконструкций, плюмовой тектоники и других современных, геотектонических концепций [8, 17.31, 32, 43, 46, 40, 61, 63, 64, 65 и др]. Проведение геодинамических реконструкций требует использования принципов актуализма (метод аналогий), т.е. опознание в палеозонах аналогов современных геодинамических обстановок. В то же время оба главных метода исследования — формационный и геодинамический представляют собой комплексные методы и включают в себя: стратиграфический, петрологический, методы тектонического районирования, петрохимический, геохимический, геофизический (использование моделей глубинного строения земной коры) и другие.

Таким образом, прогнозирование в его современном понимании рассматривается как комплексный анализ всей совокупности геологических данных с целью выявления наиболее вероятных мест локализации полезных ископаемых в земной коре, что согласуется с основополагаю-

щим принципом Ю.А. Билибина, о «необходимости рассматривать явления рудообразования в их единстве и сложной взаимосвязи с процессами осадконакопления, тектоническими движениями (развитием структур), магматической деятельностью и метаморфизмом» [11]. Приведенные принципы комплексного анализа в металлогении Н.С. Шатского и Ю.А. Билибина оказываются актуальными и на современном этапе разработки научных основ прогноза и поиска «скрытых» месторождений. Эти принципы означают, что при выявлении поисковых критериев любых типов полезных ископаемых не бывает незначительных геологических фактов и новых данных, в какой бы области геологических знаний — тектонике, стратиграфии, геофизике, магматизме, геохимии — они не были бы установлены; все они имеют свои важные металлогенические следствия. Базовыми подразделениями геолого-металлогенических исследований являются **рудоконтролирующие** факторы и научно обоснованные критерии прогнозной оценки территорий на эндогенные полезные ископаемые. Следовательно, *актуальность* выполненных исследований по выявлению региональных критериев прогнозной оценки как открытых территорий палеозой Казахстана, так и закрытых мезозой-кайнозойским чехлом (преимущественно западных регионов) на различные виды полезных ископаемых не может вызывать каких-либо сомнений.

Решение основных задач проекта в процессе исследования осуществлялось в рамках следующих подтем: 1. Провести доизучение геологических формаций мезозой-кайнозойского осадочно-чехла с целью составления прогнозной минералогической карты с обозначением областей и стратиграфических уровней в различной степени перспективных на важнейшие виды рудных и нерудных полезных ископаемых. 2. Выявить литологические, петрографо-минералогические, тектонические, стратиграфические критерии прогнозной оценки домезозойских отложений Южного Торгая, продуктивных для формирования залежей нефти и газа. 3. Разработать «пакет» региональных — (стратиграфических, магматических, формационных, геодинамических) критериев прогнозной оценки рудоносности палеозой Казахстана. 4. Определить критерии рудоносности магматических комплексов Уральской складчатой системы Казахстана. 5. Провести изучение рудоносных формаций фамен-визейского уровня с целью выявления стратиграфических, ли-

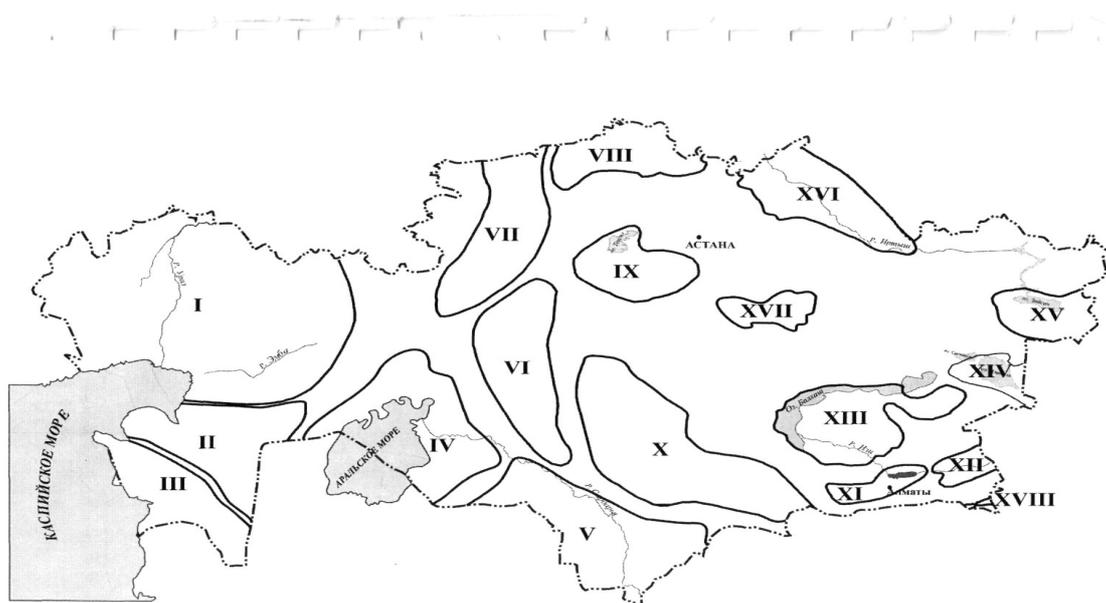


Рис. 1. Осадочные бассейны Казахстана

I – Прикаспийский, II – Устюртско -Бозашинский, III – Мангистауский, IV – Аральский, V – Сырдарьинский, VI – Южно-Торгаиский, VII-Северо -Торгаиский, VIII-Северо -Казахстанский, IX – Тенизский, X – Шу-Сарьуский, XI – Западно-Илийский, XII – Восточно-Илийский, XIII – Балхашский, XIV – Алакольский, XV – Зайсанский, XVI – Прииртышский, XVII – Карагандинский, XVIII – Кегено-Текесский

тологических и геодинамических критериев прогнозной оценки территорий их распространения. 6. На основе изучения литологии кембрийских отложений выявить закономерности развития Аркалыкской структурно-фациальной зоны рудоносной Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги. 7. Выявить особенности размещения приоритетных видов полезных ископаемых в докембрийских отложениях земной коры Казахстана, формировавшихся в различных геодинамических обстановках, с целью рекомендации перспективных участков для постановки поисково-оценочных работ. 8. Создать атлас руководящих форм ископаемой фауны как основы хроностратиграфических шкал палеозоя Казахстана и надежного обоснования возраста выявленных рудоносных стратоединиц на базе стратиграфического критерия. 9. На основе геолого-геофизических моделей неоднородных элементов литосферы Казахстана выявить глубинные факторы локализации рудоносных структур.

По мере выполнения исследования результаты всех этапов обобщались при составлении полугодовых и годовых промежуточных отчетов, обсуждавшихся на научно-технических Советах ИГН и Центра. Кроме того, основные результаты исследования апробировались путем публикации статей и сообщений на различных конфе-

ренциях и совещаниях; всего за три отчетных года (2009-2011г.г) опубликовано 72 работы и сделано 32 сообщений на совещаниях и конференциях различного уровня, как в Казахстане, так и в странах СНГ.

Результаты выполненного исследования можно разбить на три основных блока: доизучение геологических формаций и выявление их минерагенических особенностей мезозой-кайнозойского осадочного чехла; палеозой Казахстана и влияние глубинных факторов земной коры Казахстана на локализацию рудоносных структур.

При выполнении работ по мезозой-кайнозою (ответственные исполнители Б.Ж. Аубекеров, Б.С. Цирельсон, В.Я. Кошкин) были выделены и охарактеризованы геологические формации и тектонические структуры мезозой-кайнозойского осадочного чехла. Создана основа информационной базы данных для опорных разрезов и тектонических структур мезозой-кайнозойских отложений 14 осадочных бассейнов Казахстана (рис.1), составлены структурные карты по подошве мезозой-кайнозойских и меловых отложений, карта геологических формаций мезозой-кайнозойских отложений для всей территории Республики в масштабе 1:1 000 000. В мезозой – кайнозойском осадочном чехле Казахстана вы-

делены геологические формации, отражающие литолого-фациальные особенности осадочных толщ, характер тектоники и палеогеографии эпох их накопления.

С геологическими формациями тесно связаны месторождения полезных ископаемых. Следовательно, карты геологических формаций являются основой анализа для выяснения закономерностей размещения полезных ископаемых и составления прогнозных карт. Таким образом, в мезозой-кайнозойском осадочном комплексе Казахстана выделены 22 конкретные геологические формации.

В процессе исследования были также выделены и охарактеризованы тектонические структуры мезозой-кайнозойского осадочного чехла Казахстана.

*Мезозой-кайнозойские* осадочные бассейны занимают обширные площади, составляющие около 70% всей территории Казахстана [1].

В стратиграфическом разрезе осадочного чехла этих бассейнов четко выделяются четыре структурных этажа, разделенные структурными несогласиями: верхний триас-юрский, мел-эоценовый, олигоцен-неогеновый, четвертичный [6, 7 и др.].

Осадочные бассейны делятся на несколько типов. **Первый тип** – крупнейший в Евразии **Прикаспийский осадочный бассейн**. Он расположен на юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы. Осадочный чехол имеет стратиграфический диапазон от рифея до современного и мощность более 22 км. **Второй тип** – **Мангистауско-Южно-Устюртский** бассейн, представляющий собой восточное продолжение Скифской плиты. Его осадочный чехол начинается с отложений пермо-триаса и включает отложения, вплоть до четвертичных. Мощность осадочного чехла более 12 км.

Все остальные осадочные бассейны распространены в Урало-Монгольском складчатом поясе. Среди них выделяются три типа бассейнов. **Первый – бассейны, развитые в зонах догерцинской консолидации земной коры.** Такими бассейнами являются Северо-Устюртско-Западно-Аральский, Шу-Сарысуйский и Тенизский. Максимальная мощность осадочного выполнения в первом из них достигает 12 км, а во втором – 6 км, в третьем – 4 км. **Второй тип – бассейны, развитые на гетерогенном основании** от верхнеперотерозойских до верхнепалеозойских включительно. Это Восточно-Аральский, Сырдарьинс-

кий, Южно-Торгайский и казахстанский склон Западно-Сибирского бассейна. Максимальная мощность осадочного чехла, достигает здесь 5 – 6 км. **Третий тип – бассейны эпиплатформенной орогенной области Северного Тянь-Шаня – Алтая.** Основную часть его разрезов образует континентальная кайнозойская моласса неогенового и четвертичного возраста. Это Зайсанский, Балхашский, Алакольский, Илийский бассейны и группа небольших внутригорных впадин и прогибов Юго-Восточного Казахстана – Лепсинский, Колпаковский, Тункурузский, Жаланашский, Текесский, Каркаринский, их можно рассматривать как единый осадочный бассейн, так как они обладают общими характерными чертами строения фундамента и чехла. Ниже приводится краткая характеристика бассейнов, расположенных в различных тектонических условиях.

**Прикаспийский бассейн.** Данный бассейн (рис.1) [7] расположен в юго-восточной части «древней» Восточно-Европейской платформы. Он приурочен к гигантской мегавпадине, заполненной отложениями от верхнерифейских до четвертичных включительно. Общая мощность осадочного чехла составляет 22 км. Характерной чертой бассейна является наличие в разрезе чехла мощной кунгурской соли, определяющей особенности его тектоники. Весь надсолевой разрез, включающий отложения верхней перми – триаса и юры – кайнозой, сформированные в альпийский цикл тектогенеза, подвержен влиянию солянокупольной тектоники.

Благодаря солянокупольной тектонике, в надсолевом комплексе сформированы тысячи соляных структур, определяющие очень сложный мозаичный рисунок его структуры. В то же время, анализ структуры по подошве юрских отложений показал, что в региональном плане бассейна четко выделяется протяженная на сотни километров при максимальной ширине до 220 км гипсометрически приподнятая территория, опоясывающая не менее четко выраженную депрессионную зону в центральной и северо-западной частях региона. На юго-востоке она плавно переходит в обширную моноклираль, которая в акватории Каспия осложнена серией ступеней. Указанная относительно приподнятая крупнейшая региональная структура состоит из серии более мелких приподнятых зон (Э.С. Воцалевский и др., 2007).

**Южно-Торгайский бассейн.** Южно-Торгайский бассейн (рис.1) [7] расположен в северо-во-

сточной части Туранской плиты, между Уральскими горами и горами Улытау. На юге он ограничен Нижнесырдарьинским поднятием, а на севере — Кустанайской седловиной. На юго-востоке он доходит до хр. Большой Каратау. Длина бассейна около 600 км, ширина от 200 км на севере до 10 — 15 км на юге (Аубекеров и др., 2011).

В мезозой-кайнозойском чехле бассейна обособляется три структурных этажа: юрский, мел-эоценовый, олигоцен-четвертичный. Нижний этаж выполняет грабен-синклинали. Мел-эоценовый этаж сплошным чехлом перекрывает всю впадину. Маломощный (до 100 м) олигоцен-четвертичный этаж с разрывом и небольшим угловым несогласием перекрывает мел-эоценовые породы. По ортоплатформенному мел-эоценовому структурному этажу выделяется Жиланчикский и Арыкумский прогибы.

**Зайсанский бассейн.** Данный бассейн (рис. 1) [7] приурочен к эпиплатформенной орогенной области Тянь-Шаня — Алтая. Фундамент бассейна сложен допермскими складчатыми комплексами. В разрезе осадочного чехла выделяются пермский, юрско-миоценовый и плиоцен-четвертичные структурные комплексы. По поверхности фундамента в бассейне выделяются Приманракский прогиб, Северо-Зайсанское поднятие, Манракское поднятие, Западно-Манракский прогиб, Аркарлинское поднятие и Аксуатский прогиб.

К юго-востоку и юго-западу от Зайсанского бассейна выделяются Кендырлыкский и Шиликтинский автономные прогибы.

Большую роль в тектонике бассейна играют разломы, контролируемые в большинстве случаев ориентировку, границы и морфологические особенности пликативных структур.

**Алакольский бассейн.** Алакольский бассейн (рис. 1) [7] представляет собой межгорный прогиб, расположенный между Кетменьским хребтом и Джунгарским Алатау. Он вытянут с северо-запада на юго-восток на 360 км при ширине от 90 км на севере до 7 км на юге у Джунгарских ворот.

Фундамент Алакольского бассейна разбит системой разломов северо-западного простирания. Фундамент бассейна приподнят параллельно горам Сайкан к северу до отметки 400 м от уровня моря. Это поднятие отделяет Алакольскую от Балхашского бассейна. На востоке бассейн ограничен Барлыкским разломом. Между Аралтобинским и Алакольско-Джунгарским раз-

ломами расположен наиболее глубокий до — 1800 м Сарыкумско-Коктуминский прогиб. По данным первых геофизических работ залегание поверхности палеозоя находится на глубине — 2000 м, а мощность плиоцена — четвертичных отложений достигает 797 м. На юге бассейна у подножья гор Кату мощность неоген-четвертичных отложений уменьшается до нескольких десятков метров. Отложения юры на остальной территории Алакольского бассейна сохранилась только в понижениях доюрского периода.

#### **Минерагеническая характеристика мезозой-кайнозойских геологических формаций**

К мезозой-кайнозойским геологическим формациям приурочены месторождения важнейших видов твердых полезных ископаемых и углеводородов. Из них наиболее важным для развития экономики республики являются месторождения нефти и газа.

Существенную роль в оценке ресурсов углеводородов в мезозой-кайнозойских отложениях играет Прикаспийский, Северо-Устюртский и Южно-Торгайский осадочные бассейны.

Нефтегазоносность остальных осадочных бассейнов определяется на основе их геологического строения, структурных характеристик, наличия вероятных зон нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции, наличия нефтегазогенерирующих толщ, горизонтов-коллекторов и флюидоупоров, особенностей гидродинамики и гидрохимии и, наконец, прямых и косвенных признаков нефти и газа.

Наиболее перспективным на нефть и газ по сумме выше указанных критериев, является Восточно-Аральский бассейн. Следующими по перспективности представляются Сырдарьинский и Илийский бассейны. Определенные перспективы нефтегазоносности свойственны также району Павлодарского Прииртышья и Зайсанскому бассейну.

Таким образом, полученные результаты изучения геологических формаций и осадочных бассейнов мезозой-кайнозойского этапа развития территории Казахстана позволяют дать оценку перспектив нефтегазоносности этих образований.

В рамках раздела «Домезозойские геологические формации Южно-Торгайского бассейна и литологические, петрографо-минералогические, тектонические и стратиграфические критерии прогнозной оценки их продуктивности для формирования залежей нефти и газа» (ответственные ис-

полнители — Е.М. Фазылов и Х.Х. Парагульгов) были проведены детальные исследования **Южно-Торгайского осадочного бассейна**. За прошедшие годы по Южно-Торгайскому осадочному бассейну получен большой объем геолого-геофизической информации, позволивший выявить огромное количество ловушек различного типа [10, 21 и др.]. Наиболее интересные из них были вовлечены в сферу нефтегазопроисхождения бурения. Это позволило выявить в пределах Южно-Торгайского бассейна в толще юрских и нижнемеловых отложений многочисленные залежи нефти и газа. К настоящему времени здесь открыто порядка 40 нефтегазовых месторождений, наиболее крупными из которых являются Кумколь, Акшабулак, Коньс, Кенлык, Нуралы, Арысское и Блиновское. На ряде площадей Южно-Торгайского бассейна в кровельных частях докембрийских образований выявлены промышленные скопления углеводородов. Это позволило выделить в их толще самостоятельный “домезозойский нефтегазовый комплекс”. Ранее отложения этого возраста считались малоперспективными на обнаружение залежей углеводородов.

В связи с чем, возникла необходимость комплексного изучения литологических особенностей пород выявленного нефтегазоносного комплекса, восстановления условий их образования и формационной принадлежности.

По своему литологическому и петрографическому составу, степени метаморфизма, наличию угловых и стратиграфических несогласий в строении Южно-Торгайского бассейна уверенно выделяются **три литолого-стратиграфических комплекса (снизу — вверх): фундамент, промежуточный структурный этаж (квазиplatformенный) и платформенный** [47, 48 и др.]. Фундамент представлен образованиями позднего протерозоя, промежуточный структурный этаж сложен породами венда и палеозоя, а верхний платформенный комплекс представлен мезозой-кайнозойскими осадками.

В процессе проведенных исследований собраны, систематизированы и обобщены все имеющиеся геолого-геофизические материалы по результатам бурения опорных, параметрических и глубоких скважин на структурах Южно-Торгайского бассейна. Составлены литолого-стратиграфические колонки докембрийских образований по 152 параметрическим, опорным и глубоким скважинам, пробуренных на месторождениях нефти и газа Кумколь, Нуралы Акшабулак, Ка-

раванши, Майбулак, Коньс, Кызылкия и др. Проведена стратиграфическая корреляция разрезов скважин, пробуренных в разных частях изучаемой площади. Проведен детальный анализ литологических особенностей и вещественного состава отложений рифея и палеозоя, выделено 79 литологических типов пород. Изучено глубинное строение района, установлено его сходство с глубинным строением Убаганской зоны Северного Торгая [47, 48, 66, 67 и др.].

Всего в разрезе позднего докембрия и палеозоя изученного района было выделено **14 осадочных и вулканогенно-осадочных формаций**, характеризующих различные этапы геологического развития региона.

Изучение метаморфических пород **бектурганской серии нижнего-среднего рифея**, представленных различными метаморфическими породами (сланцами, гнейсами, лептитам, порфиридами и порфиритоидами) позволило отнести их к базальт-терригенной формации. Стратиграфический выше залегают порфириды, порфиритоиды и различные сланцы, относимые к коксуйской серии верхнего рифея. Исходя из сходства строения разрезов **позднего рифея (R<sub>3</sub>)** Южно-Торгайского бассейна и гор Улытау, можно с некоторой долей условности, предположить, что в пределах изучаемого района в поздерифейское время накапливались породы песчано-глинистой, базальт-риолитовой и терригенной формаций. Накопление их связано с процессами растяжения земной коры и заложением континентального рифтового бассейна.

Формации промежуточного структурного этажа представлены слабометаморфизованными и слабодислоцированными отложениями венда и палеозоя в пределах всего описываемого района. Накопление пород формаций вендского, кембрийского и ордовикского возрастов связано с заложением и эволюцией Доуральского палеоокеана.

В основании разреза залегают терригенные породы, относимые к **карбонатно-терригенной формации нижнего-среднего венда (V<sub>1,2</sub>)**, сформировавшейся сначала в прибрежно-морских условиях, а затем последовательно в верхней, средней и краевой частях шельфового бассейна седиментации.

Завершает разрез вендских отложений байконурская свита «тиллитоидных» конгломератов, развитая в полосе от Большого Каратау до Ишимской Луки. Они отнесены к **конгломера-**

**тово-тиллитовой формации венда.** Как показал Н.А. Азербайев [2] формация формировалась в глубоководной внешней части шельфового моря в спокойной гидродинамической обстановке. Глыбы, валуны и гальки, вероятно, приносились дрейфующими льдами (айсбергами). Формирование **карбонатно-терригенной и конгломератово-тиллитовой формаций** связано с поздней стадией режима деструкции и рифтогенеза на западной окраине Казахстанского микроконтинента. Описанные две формации отвечают ранней стадии каледонского этапа развития, эпохи последовательного вовлечения в прогибание разных частей Улытау и Большого Каратау с постепенной трансгрессией шельфового моря [2].

К исследованиям палеозой Казахстана в рамках выполненной работы относится раздел **«Выявить стратиграфические, магматические и геодинамические критерии рудоносности палеозой Казахстана»** (ответственный исполнитель Э.Ю. Сейтмуратова).

За годы выполнения проекта исполнителем был обобщен и проанализирован огромный материал по геологии и металлогении пяти складчатых систем [1, 13-16, 18-20, 22-25, 33-45, 50-60, 65, 70 и др.]. Казахстана, включающих все палеозойды. Об объеме проанализированного материала свидетельствует список использованных источников, состоящий из 384 наименований. В итоге исполнителями темы на базе составленных ранее 79 литолого-хронологических колонок, была проведена формационная типизация всех стратифицированных и интрузивных образований структурно-формационных зон (СФЗ) палеозой Казахстана, реконструированы обстановки их формирования и вынесена металлогеническая нагрузка. Обобщением материалов по металлогении и разности их на вертикальные ряды формаций Уральской складчатой системы занималась Л.Н. Парфенова; Шынгыс-Тарбагатайской и Зайсанской СС – Ш.А. Жакупова; Кокшетау-Северо-Тяньшанской – И.С. Алексеева и Жонгаро-Балхашской – Я.К. Аршамов. Полученные своеобразные металлогенограммы 79 СФЗ палеозой Казахстана позволяют достаточно мобильно устанавливать парагенетические связи геологических и рудных формаций. Геологические формации при таком анализе рассматриваются в качестве **рудовмещающих формаций**, хотя в отдельных случаях они являются и **рудоматеринскими** или **рудогенерирующими** [49 и др.]. Полученные металлогенограммы представляют собою своего рода геолого-металлогенические «паспор-

та» СФЗ палеозой Казахстана. Д.В. Рундквист [49] считает, что подобного рода сводки можно расценивать как «определители», позволяющие по типу рядов формаций, их составу и обстановкам формирования прогнозировать рудоносность, что необходимо как для научных, так и практических целей.

Как показывают фактические геологические данные по формационному анализу [8, 30, 35, 61, 63, 68 и др.] СФЗ палеозой Казахстана в истории их формирования, имеет место широкое проявление разномасштабных геодинамических обстановок, особенно таких как островные дуги, междугубые бассейны, глубоководные желоба и котловины окраинных морей с элементами субдукционных зон и «рассеянного» спрединга, развитие окраинно-материковых и внутриматериковых вулканоплутонических поясов, межгорных прогибов, впадин, внутриконтинентальных рифтовых зон, коллизионных (покровно-складчатых, надвиговых) структур [17, 31, 32, 62, 63, 64 и др.]. Весьма примечательным из проведенного анализа является выявление почти в каждой структурно-формационной зоне нескольких (от 3 до 5-7) и разных по типу геодинамических обстановок.

Проведенный анализ связей рудных и геологических формаций показал прямую зависимость типа оруденения от состава последних. В тоже время заметную роль в образовании того или иного типа оруденения играет также геодинамический фактор. Такие геодинамические обстановки как: островодужная, вулканоплутонические пояса, коллизионные и внутриплитные рифтовые зоны (континентальные и океанические) – характеризуются формированием основной массы месторождений полезных ископаемых Казахстана.

В свете сказанного обращают на себя внимание СФЗ Шынгыс-Тарбагатайской складчатой системы – Центрально-Шынгысская, Акшатауская, Акбастау-Космурынская, в которых длительно проявленный островодужный этап не выделяется высокой металлогенической потенциальностью. Отмеченное позволяет ставить проблему о доизучении металлогении весьма перспективного в геологическом отношении региона.

Исходя из мобилистских представлений, что для той или иной геодинамической обстановки характерен определенный набор полезных ископаемых [39, 43 и др.], казахстанские палеозоны, являясь многоступенчатыми геологическими структурами длительного развития, претерпевшими различные тектонические режимы, естественно, должны иметь многометалльную специали-

зацию, так как в палеозонах вполне возможно проявление суммарного эффекта металлогенических особенностей всех имевших место палеообстановок.

Авторы, выполняя данное исследование, учитывали, что далеко не в каждой СФЗ, даже при проявлении перспективной геодинамической обстановки, могут формироваться крупные скопления руд и тем более, что на современный эрозионный уровень выведены иногда лишь части зон, которые в результате длительной эволюции СФЗ и их взаимодействию, особенно в зонах коллизии, перекрывались и захоронялись другими. Тем не менее имеющийся фактический материал и проведенный анализ все же позволяют во многих случаях по-новому взглянуть на металлогеническую специализацию СФЗ палеозоид Казахстана и возможно обозначить новые аспекты металлогенических исследований и поисков.

Относительно завершенными представляются вопросы металлогении меди и золота Жонгаро-Балхашской системы. Полученные результаты по этим разделам работы имеют несомненную реальную практическую значимость.

Так на базе проведенного металлогенического анализа **медно-порфирового оруденения** Жонгаро-Балхашской СС [39, 41, 56 и др.] с учетом новых данных обозначились следующие два направления проведения поисково-разведочных работ на этот тип оруденения: **во-первых**, необходимо провести доразведку известных объектов на глубину с учетом идеи о многоярусном проявлении оруденения вулканогенных эпипермальных месторождений; **во-вторых**, необходимо возобновить поиски промышленно-значимых медно-порфиновых месторождений под чехлом рыхлых отложений на территориях, для которых по данным глубинной геофизики устанавливается геологическое строение идентичное с эталонным Коныратским районом. Наибольшее внимания при этом заслуживают участки окраинно-континентального Тасты-Кусак-Котырассан-Алтынэмельского ВПП.

В качестве перспективной на медное и полиметаллическое оруденение рудноалтайского типа в ЖБСС авторам вслед за В.Н. и Л.Д. Любецкими [33, 34 и др.] представляется Спасская СФЗ, которая также как и Рудный Алтай развивалась по типу окраинно-континентального пояса на пассивной северо-западной окраине Жонгаро-Балхашского палеобассейна. Зона существенно меднорудная, поскольку ее основание по геофизическим данным сложено преимущественно

но вулканогенными комплексами основного состава океанической коры ордовикского окраинного бассейна [24]. Сходство развития Спасской с Рудно-Алтайской СФЗ позволяют предполагать, что ее перспективы все еще не раскрыты. Отсутствие здесь крупных объектов, возможно, связано с тем, что в отличие от Рудного Алтая Спасская зона осложнена надвигами, сопровождающимися широким развитием процессов расланцевания, что необходимо учитывать при проведении поисковых работ.

Также, несомненный практический интерес представляют данные металлогенического анализа золото-сереброносности ЖБСС [9, 15, 33, 53-55 и др.], позволяющие по-новому представлять перспективы района на открытие промышленно значимых эпипермальных золото-серебряных месторождений. Так как в результате сравнительного анализа закономерностей размещения Au-Ag проявлений района с общемировыми эталонами для них выявлены факторы рудоносности во многом подобные таковым известных золото-серебряных объектов Мира (Тавуа Поло, остров Фиджи – Сымбыл, Южно-Токрауская СФЗ; Таскора, Котанэмель-Калмакэмельская СФЗ – Уайхи, Новая Зеландия и т.д.) [54], что позволяет использовать их в качестве региональных поисковых критериев. Сравнительный анализ всех эпипермальных Au-Ag проявлений в свете этих критериев дает возможность более конкретно оценивать перспективы района на открытие промышленно значимых эпипермальных золото-серебряных месторождений. Выделенные в регионе, с учетом коэффициентов интенсивности и экстенсивности проявлений Au-Ag оруденения, перспективные площади – **Сымбыльская, Акшокинская, Саргульская, Косе, Наурызбайская, Итлай-Ушгтобинская, Урункой-Адылбайская, Шубар-Аккудукская, Биркси-Кокдомбакская, Кудер-Акгирекская и др.** – являются вполне обоснованными объектами для постановки поисково-разведочных работ. Поисково-разведочные работы на данный тип оруденения должны вестись с обязательным учетом одной из главных особенностей проявления золота в них – это крайне неравномерным распределением его содержания в пределах рудоносных площадей, что хорошо показано в отчете на примере золоторудных площадей Киватин (Канада), Ватукуоло (остров Фиджи), Силвертон-Теллурид (США) и других [54].

Высокие перспективы для обнаружения месторождений золота все еще сохраняется в Кокшетау-Северо-Тяньшанской складчатой системы

и связываются они в основном с Северо-Казахстанским золоторудным поясом [9 и др.].

Оценка при этом должна опираться, в первую очередь, на факторы приуроченности большинства золотых месторождений и проявлений к скрытым мобильным границам гранулит-эктогит-гнейсовых (зеленокаменных) и гранито-гнейсовых поясов, которые в течение длительного времени являлись высокопроницаемыми структурами для тепло- и флюидопотоков. Особого внимания заслуживают над- и около-интрузивные зоны плутонов гранитоидов сложного состава, сформированных на границах эклогит-гранулит-гнейсовых поясов и гранито-гнейсовых куполов [9, 33 и др.].

- Второе перспективное направление: оценка золотоносности площадей развития углеродистых образований шарыкской свиты среднего рифея, в первую очередь в зонах глубинных разломов, сопровождающихся интенсивными метасоматическими преобразованиями пород. Согласно сказанному, в первую очередь, необходимо изучить площади развития углеродистых толщ в пределах Атбасар-Боровского и Жолымбет-Богембайского прогибов поверхности М, которые фиксируют зоны активного поступления по системам глубинных разломов северо-восточного направления восстановленных мантийных флюидов и глубокие метасоматические преобразования земной коры.

Большой интерес на поиски золота представляет также южная периферия Кокшетауского террейна, где в Калмаккольской СФЗ широко развита офиолитовая ассоциация пород кембрия-ордовика, частично перекрытая отложениями ордовика. В этой зоне известно много проявлений золота кварцево-жильного типа, но есть все основания предполагать открытие крупных месторождений нетрадиционного типа. Здесь же заслуживают изучения, в плане возможного обнаружения золотого оруденения, флишоидные отложения среднего ордовика, прорванные мелкими телами гранодиоритов верхнего ордовика и массивом гранитов силуро-девонского возраста.

Несомненно все еще высокоперспективным для обнаружения золоторудных месторождений остается Западно-Калбинский золоторудный пояс [9, 33]. Западно-Калбинская СФЗ представляет собой длительно развивавшийся (от  $O_2$  до  $T_1$ ) приофиолитовый прогиб.

Наиболее благоприятными для локализации золота в СФЗ являются углеродистые осадочные

толщи  $D_3fm-C_1v$  возраста – **такырская, пихтовская, гребенюшинская свиты**. В пределах Западно-Калбинской СФЗ исследователями Алтая [9, 13, 34 и др.] выделены четыре золоторудные зоны, из которых наиболее значимые две: Суздальско-Акжальская и Кулуджун-Бакырчикская.

Анализ металлогенической специализации Зайсанской складчатой системы, подтверждающая издавна известные медно-золото-свинцово-цинковую специализацию Южно- и Рудно-Алтайской, золоторудную – Западно-Калбинской и Чарской, золото-редкометалльную Восточно-Калбинской и Жарминско-Южно-Саурской, золото-медно-молибденовую – Сарсазан-Северо-Саурской СФЗ, показал низкую металлогеническую продуктивность Иртышской субдукционной зоны. Для этой зоны характерны крутопадающие разломы С-З направления и развитыми вдоль них зонами расланцевания. Благоприятными для рудолокализации являются участки пересечения основной зоны разломов поперечными, выявляемые в полном объеме по геофизическим данным. Участки пересечения разломов разных направлений играют рудоконтролирующую роль. В этом аспекте рудоносность Иртышской СФЗ не решена до конца.

**К новым минерагеническим аспектам относится алмазонасность СФЗ Уральской и Кокшетав-Северо-Тянь-Шаньской складчатой системы (Чуйской, Кендыктинской СФЗ) [5, 59 и др.].** Перспективы обнаружения месторождений алмазов в названных зонах связываются с мафит-ультрамафитами комплексами этих складчатых систем.

Кокшетавские **алмазы** магматического типа **эктогит-карбонатитовой формации** связаны с **раннепротерозойской ультрабазитовой формацией** пироповых перидотитов, эктогитов и гранатовых габбро, образующих вместе с силикатно-карбонатными породами и метаморфитами зерендинской серии тектонический меланж. Также предполагается генетическая связь описываемой формации с **щелочно – ультрабазит -карбонатитовой формаций** (Красномайский комплекс, Кокшетавский СФЗ) **кембрийского возраста**.

По результатам изучения алмазонасности ультрамафитового **щучинского комплекса** (перидотит – пироксеновая формация Кокшетавского СФЗ) **кембрийского возраста** перспективными представляются Урумбайская и Жукейская группы массивов, сложенных преимущественно серпентинитами, перидотитами, пироксенидами.

Следует заметить, что практически все мафит — ультрамафитовые комплексы раннего палеозоя Казахстана являются убого алмазоносными.

Проблема алмазоносности Уральской СС связана с обнаружением в 1981 году первых алмазов в аптских песках Актюбинского Приуралья [5].

На Южном Урале в Магнитогорском и Верхне-Иргизском районах, где нет пока промышленных месторождений алмазов, обнаружены многочисленные дайки лампроитов нескольких разновидностей («куйбасовский комплекс») [59]. В некоторых из них, представленных оливин-флогопитовыми разностями, выявлена ассоциация минералов по химическому составу сопоставимых с таковыми из алмазоносных лампроитов Австралии [70].

Весьма интересным представляется для поисковой геологии четко обозначившиеся: **P-V-U-Fe-Va** специализация ранне-средне-позднекембрийского уровня, широко проявленная в пределах почти всех СФЗ Западного блока Кокшетау-Северо-Тяньшанской СС. **Fe-Mn** оруденение ниже-среднеордовикского стратоуровня; **U(Mo)** специализация нижедевонского стратоуровня девонского вулcano-плутонического пояса.

Исполнители считают, что за исключением месторождений **Fe-Co-Cr-V-Ti**, в СФЗ Уральской складчатой системы недоизученными остаются рудопроявления широкого спектра металлов. В этом отношении особое недоумение вызывает слабая востребованность интенсивно проявленного здесь золотого оруденения. Большая часть **золоторудных объектов** лишь частично отработана и законсервирована. Выявленные золоторудные объекты Западно и Восточного-Мугоджарской, Троицкой и Иргизской СФЗ [12] остаются без внимания.

Результаты исследования по выявлению связей рудных формаций с геологическими по Уральской складчатой системе, выполненные в рамках рассмотренного выше раздела лаборатории геологических формаций, в значительной мере дополняются итогами работ следующего раздела — «**Магматические комплексы структурно-формационных зон Мугоджар и критерии их рудоносности**» (ответственный исполнитель А.Т. Тельгузиев). При проведении этого исследования были доизучены минеральные, петрографические, петрохимические и геохимические особенности основных типов пород магматических комплексов выделенных в регионе. Выявлены генетические особенности пород магматических комплексов региона на основе использования

результатов аналитических исследований по ним и их минерагенической специализации [12, 16, 41, 60 и др.].

В итоге были изучены магматические комплексы **Сакмарской структурно-формационной зоны** — *куагашский базальт-андезит-риолитовый комплекс, сугралинский базальтовый* среднего ордовика, раннесилурийский *кемпирсайский дунит-гарцбургитовый* и позднесилурийский *тассайский габбровый, шаншарский трахибазальт-трахиандезитовый; велиховский комплекс* позднего эйфеля-живета.

**Магматические комплексы Орь-Илекской СФЗ:** *эбетинский базальтовый комплекс* среднего-позднего рифея; *лушниковский комплекс* позднего рифея; раннеордовикский *бекетинский тоналит-плагиогранитовый*; раннесилурийский *кемпирсайский дунит-гарцбургитовый*. Металлогеническая специализация перечисленных магматических комплексов во многом определяет металлогенический профиль всей структурно-формационной зоны. Например, **Cr, Cr-Ni-Co** специализация Орь-Илекской СФЗ определяется аналогичной рудоносностью интрузивов раннесилурийского кемпирсайского дунит-гарцбургитового комплекса.

Плутоны Кемпирсайского типа известны своими крупнейшими эндогенными месторождениями **хромитов** (Донские месторождения). Последние в Кемпирсайском интрузиве состоят из крупных линзовидных или полосчатых промышленных хромитовых тел до сотен метров в длину среди серпентинитов по полосчатым гарцбургитам с прослоями аподунитов и энстатитовых дунитов. Более маломощные хромитовые рудные тела Хабаровинского плутона чаще встречаются в зонах контакта аподунитовых серпентинитов с пироксенитами и имеют характерную для них полосчатую текстуру. Породы комплекса известны также месторождениями силикатного никеля и кобальта С магматическими комплексами в Орь-Илекской СФЗ также связаны кварц-халькопиритовая, хризотил-асбестовая, тальковая, тальк-магнезитовая и медно-никелевая рудные формации.

**Магматические комплексы Западно-Мугалжарской СФЗ** [12, 16, 60 и др.]: *мугалжарский базальтовый комплекс* позднего девона; *жамантауский габбро-плагиогранитовый* раннего девона; *мылашинский базальт-андезитовый* раннего девона; *базальт-риолитовый* среднего девона; *золотоносный шегарабулакский диорит-плагиогранит-порфиновый комплекс* и *каиндинский комплекс*

малых интрузивов *плагиогранит-порфир-диабазового состава* среднего девона; раннекаменноугольный *борлинский гранитовый*. С магматическими комплексами Западно-Мугоджарской СФЗ связаны месторождения и рудопроявления медноколчеданной, меднопорфировой, халькопирит-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-кварцевой, ильменит-магнетитовой, скарново-магнетитовой, киноварь-антимонитовой, меднопирротиновой и пиролюзит-псиломелан-кремнистой рудных формаций. Среди базальтоидов Западно-Мугалжарской СФЗ залегают известные промышленные медноколчеданные и полиметаллические месторождения («50 лет Октября», Приорское, Авангард, Аралша, Жыланды и др.).

**Магматические комплексы Восточно-Мугалжарской СФЗ** [12, 16, 60 и др.]: *мильсайский мигматит-гнейсо-гранитовый комплекс* раннего протерозоя, *шыбыкстинский базальт-андезит-дацитовый вендского возраста*, *балаталдыкский габбро-диорит-плагиогранит-гранитовый*; тойманский базальт-риолитовый; раннедевонский *жамантауский габбро-плагиогранитовый*; *талдыкский трахиандезит-трахириолитовый*; *аниховский дунит-гарцбургитовый комплекс турне*, раннекаменноугольный *борлинский гранитовый*; *борсыксайский комплекс* позднего карбона. Восточно-Мугалжарская СФЗ представляет минерагенический интерес в связи с наличием метаморфогенных типов оруденения (кианит, графит, антофиллит-асбест, мусковит, горный хрусталь и др.), а также редкометалльно-редкоземельного (тантал, колумбит, ниобий, цирконий, молибден, вольфрам, лантан, церий, гафний и другие), золото-серебряного, титаномагнетитового, ильменит-магнетитового, медно-никелевого, хризотил-асбестового, талькового, тальк-магнезитового и киноварь-антимонитового.

**Магматические комплексы Иргизской СФЗ** [12, 16, 60 и др.]: *верхнеиргизский базальтовый комплекс* силура; *текелитауский габбровый* раннего девона; *баксайский базальт-андезит-дацитовый комплекс*; турнейский *аниховского дунит-гарцбургитовый*; *прииргизский базальт-риолитовый*; визе-серпуховского возраста; *иргизский габбро-гранитовый*; раннего-среднего карбона, *карашатауский диорит-гранодиорит-гранитовый комплекс* среднего-позднего карбона. С магматическими комплексами Иргизской СФЗ связаны многочисленные месторождения и рудопроявления титаномагнетитовой (качканарский тип), магнетитовой (скарновой), медно-полиметаллической,

серно-колчеданной, халькопирит-кварцевой, медно-порфировой, циркон-редкоземельной, медно-никелевой, хризотил-асбестовой, тальковой, тальк-магнезитовой и киноварь-антимонитовой рудных формаций.

**Магматические комплексы Зауральской СФЗ** [12, 16, 60 и др.]: *зауральский базальтовый и мариновский диорит-гранитовый комплексы* раннего протерозоя; *городищенский базальт-андезитовый*; *притобольский (аккаргинский) дунит-гарцбургитовый* силура; *приторгайский базальт-андезит-риолитовый* визе-серпуховского возраста; *иргизский габбро-гранитовый*; *милютинско-михайловский габбро-диорит-гранодиорит-гранитовый* раннего карбона; *карашатауский диорит-гранодиорит-гранитовый*; *жабык-карагайский гранитовый комплекс* позднего карбона. С магматическими комплексами Зауральской СФЗ связаны месторождения и рудопроявления колчеданной, меднопорфировой, магнетитовой (скарновой), медно-никелевой, халькопирит-кварцевой и золото-кварцевой рудных формаций.

Выявлением новых и доизучением ранее установленных перспективных в металлогеническом отношении стратоемностей занимались стратиграфы, участвовавшие в данном проекте.

Так детальное изучение D<sub>3</sub>fm-C<sub>1</sub>t стратоемности в разделе «**Корреляция фамен-визейского рудоносного уровня по стратиграфическим и минералогическим критериям**» (ответственный исполнитель Л.В. Сергеева) показало, что позднепалеозойский осадочный бассейн Большого Каратау по времени своего становления и последующего развития наиболее близок к Центрально-Казахстанскому осадочному бассейну. С начала фаменского века и до конца раннего карбона, согласно представлениям американских седиментологов, он развивался как карбонатная платформа пассивной континентальной окраины [2, 24 и др.].

Особое внимание к фамен-раннекаменноугольному уровню Каратау связано с тем, что в Большекараатауском рудном районе сосредоточены известные свинцово-цинковые и баритовые месторождения [19, 41, 42 и др.]. Кроме того, для сравнительной характеристики с одновозрастными отложениями хр. Каратау, анализировались стратиграфия и обстановки осадконакопления фамен-визейского уровня для районов южной Бетпак-Далы, Западного Прибалхашья, северной и центральной Жунгарии, Кетменя и Угама.

Новая интерпретация бассейнового анализа с позиции современных достижений стратигра-

фии, тектоники (литогеодинимики), седиментологии и минерации опубликованных, отчетных и авторских материалов, позволяет сделать ряд выводов, имеющих, несомненно, большую практическую значимость [57, 58].

Проведенный анализ таксономического состава брахиопод показал, что Большекаратауский ОБ занимал пограничную зону между Урало - Тяньшанской и Джунгаро-Балхашской палеобиогеографическими провинциями, так как имел смешанный тип брахиоподовой фауны [40], причем, на отдельных отрезках времени влияние одной из провинций могло быть преобладающим. Миграционный обмен фауной, как между крупными акваториями (Центрального и Южного Казахстана), так и в пределах Большекаратауского бассейна был неравнозначным и носил прерывисто поступательный характер, обусловленный наличием физико-химических барьеров. Поэтому на протяжении всего фаменского века заметную роль в акватории бассейна играла эндемичная фауна, как среди брахиопод, так и среди конодонтов.

Ранее считалось, что бариево-свинцово-цинковая минерализация Большого Каратау локализовалась на протяжении **всего фамена и турне** [19]. То есть по времени это был достаточно продолжительный интервал непрерывного рудообразования, охватывающий пограничные века двух систем. После уточнения стратиграфической схемы Большого Каратау можно утверждать:

- что промышленные концентрации бариевых руд локализовались **в самом начале фаменского века**, в условиях прибрежного мелководья (литорали) осадочного бассейна (месторождения Катинкамал, Акшешек, Коккия, Мухаммед-Баритовый), который по геодинамическому типу можно отнести к надрифтовой впадине. По степени развития рифтовой системы этот этап эволюции ОБ может быть отнесен к третьей стадии – ранняя провальная. Эта стадия характеризуется медленным проседанием, формированием сбросовых уступов и расчленением рифта на ряд грабенов, отделённых друг от друга разломами.

Промышленно значимые свинцово-цинковые руды локализовались гораздо позже, **во второй половине сульфидового горизонта средне-го фамена** в условиях открытого шельфа (месторождения Шалкия, Миргалымсай), с последующей регенерацией в отложениях верхней части сульфидового (месторождения Талап, Бурабай-

Жалгызгаш) и первой половины симоринского горизонта верхнего фамена (месторождения Ачисай, Смена). Этот этап развития рифтовой системы может быть отнесен к четвертой стадии – интенсивная провальная. Эта стадия характеризуется быстрым проседанием бассейна, акватория которого захватывает все ранее образованные грабены. В этой стадии донный рельеф бассейна сильно расчленен. В нем имеются замкнутые котловины с повышенным содержанием сероводорода. То есть резко увеличивается физико-химическая неоднородность дна и воды бассейна и, как следствие этого, возрастает количество геохимических барьеров, как в трещенно-поровой системе дна, так и самой воды. Подтверждение этому резкое сокращение таксономического разнообразия или даже исчезновение фауны сульфидового и симоринского горизонтов из акватории бассейна.

Каждая группа геодинамических обстановок (рифтогенная, пассивноокраинная, коллизионная и т.д.) характеризуется специфическими проявлениями экзо- и эндогенных процессов, которые обуславливают как минерогеническую специализацию, так и степень продуктивности определённого типа осадочного бассейна.

В складчато-надвиговых поясах все типы рудоносных осадочных бассейнов претерпевают интенсивные деформации. Это приводит к структурной деформации не только рудоносные осадочные комплексы, но и заключенные в них доскладчатые месторождения. Процессы метаморфизма, магматизм и наложенная гидротермальная деятельность могут привести к регенерации, переотложению или уничтожению доскладчатого оруденения.

Фамен-визейский рудный уровень объединяет разные геодинамические типы осадочных бассейнов Южного Казахстана и сам по себе непригоден как для поисков, так и для прогноза возможных рудных объектов. Целесообразнее рассматривать определённые осадочные бассейны, имеющие конкретные тектоно-седиментационные признаки.

В разделе **«Выявить особенности размещения приоритетных видов полезных ископаемых в докембрийских отложениях земной коры Казахстана, формировавшихся в различных геодинамических обстановках, с целью рекомендации перспективных участков для постановки поисково-оценочных работ»** (ответственный исполнитель М.А. Ка-

сымов) при детальном доизучении докембрия [29, 62, 65 и др.] установлены основные черты сходства и различия отдельных групп пород в рамках докембрийских магматических и метаморфических серий и формаций Улытауского антиклинария и Бессазского блока Каратау.

Впервые проведен геодинамический анализ докембрийских отложений Казахстана; проведена их корреляция и реконструированы первичные составы пород, свидетельствующие о широком развитии рифтогенных процессов в докембрии. Выявлено, что с **рифтогенезом связано образование медно-порфировых, золото-сульфидных месторождений (Кууспекское, Акканбурлукское, Еседжалское, Азнабайское, Мадениетское)**. В рифее-венде в период новой активизации рифтогенеза, в обстановке существования платформенного режима, в Кокшетауском массиве были образованы мелкие месторождения и рудопроявления золота (Новоднепровское, Брусиловское и др). К этому же времени относится образование доломитов, сидеритов, проявление графита, кварцево-жилные месторождения золота (**Васильковское**). На породах кристаллического фундамента позднего архея и протерозоя формируются золотоносные коры выветривания (Березовское, Придорожное, Первомайское и др.).

По разделу «Создать атлас руководящих форм ископаемой фауны как основы хроностратиграфической шкалы палеозоя Казахстана и надежного обоснования возраста, выявленных рудоносных стратоуровней на базе стратиграфического критерия» (ответственные исполнители Г.К. Ергалиев, О.И. Никитина, В.Я. Жаймина) [24-28, 44-45, 50-51 и др.]. Описаны руководящие комплексы трилобитов среднего-верхнего кембрия Малого Каратау (монография Г.К. Ергалиев, Ф.Г. Ергалиев, 2009), в том числе нового сузакского яруса казахстанской шкалы, граница которого в разрезе Кыршабакты по решению Международной комиссии по стратиграфии МСГН получила статус дополнительного стратотипа (ASSP) границы 9 яруса Международной стратиграфической шкалы. В результате получено более надежное обоснование возраста широко известного **чулактауского фосфоритоносного стратоуровня нижнего кембрия** Малого Каратау. По руководящим комплексам трилобитов, брахиопод, хиолитов и конодонтов дано обоснование возраста следующих стратоуровней Большого Каратау: **нижнекурумсаковского молибден-ванадиевого** нижнего-среднего кембрия (месторождения

Курумсак, Баласаускандык, Талдык), **верхнекурумсаковского с барит-медно-цинковым оруденением среднего кембрия** (Сороба, Жон), **верхнекокубулакского баритового** верхнего кембрия (Жон, Баритовое, Косколь). Благодаря руководящим комплексам трилобитов и брахиопод в осадочных отложениях среднего кембрия Бозшакольского сегмента Бозшаколь-Шынгыз-Тарбагатайского региона более надежно обоснован возраст **медно-порфирового с золотом** оруденения месторождений Бошекуль, Торткудук и др., формировавшихся в островодужной обстановке [22-24, 38 и др.].

Новые геологические материалы и данные по конодонтам, граптолитам, брахиоподам **нижнего и среднего ордовика** позволили существенно уточнить и дополнить характеристику стратоуровней **черносланцевых рудовмещающих толщ с колчеданно-полиметаллическим оруденением** Коксутекелийского рудного района (рис.2) [44], Сарытумской зоны Юго-Западного Прибалхашья [50-51] (месторождения Текели, Бурултас) и с **золото-полиметаллическим оруденением**. Щербактинского типа гор Кендыктас [45].

По конодонтам доказан **позднекембрийско-раннеордовикский** возраст пластовых **баритовых залежей** (Чиганакское и др.) в бурубайтальской свите верхнего кембрия—среднего ордовика Юго-Западного Прибалхашья и связь с низкотемпературными пелагическими гидротермами («белыми курильщиками»). Для **раннесилурийского стратоуровня** Биже-Коксайского рудного района Южной Жонгарии, выделены руководящие комплексы фауны, составлены таблицы брахиопод.

Доработаны списки характерных видов **рудоносных девон-каменноугольных стратоуровней** (жезказганская свита и другие) Жезказганского района. Завершено биостратиграфическое расчленение нефтегазоносных фаменских отложений по конодонтам и фораминиферам и каменноугольных — по фораминиферам Большого Каратау, результаты которого можно использовать для оценки потенциальных ресурсов нефти и газа менее изученных районов, например, Сырдарьинской, Шу-Сарысуйской, Торгайской впадин и Северо-Каспийского бассейна. Для **фамен-раннекаменноугольного** стратоуровня изучены и описаны: **ачисайский** рудоносный уровень, **саякский** ( $C_1b-C_2m_1$ ), **жезказганский** ( $C_1b_1-C_2gz$ ), **валерьяновский** ( $C_1v-b_1$ ). Детально охарактеризован **позднекаменноугольно-пермский** нефтегазоносный стратоуровень Западного Казахстана, обосновы-



Рис. 2. Стратиграфическая схема нижнепалеозойских отложений Коксу-Текелийского рудного района

ваются его высокая нефтегазоносность, в связи с широким развитием рифообразования [21].

В разделе «**Литология и закономерности развития Аркалыкской структурно-фациальной зоны Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги в среднем кембрии**» (ответственный исполнитель Н.А. Азербаяев) предусматривалось выявление литологических и динамических критериев образования рудоносных структур, построение геодинамических моделей развития Казахстана. В этой проблеме важное значение занимает изучение островных дуг палеозоя, являющихся рудоносными структурами [20, 36, 38, 39 и др.]. Для казахстанской части каледонид Центрально-Азиатского складчатого пояса литолого-фациальные исследования позволяют детализировать особенности развития в этой части Палеоазиатского океана на юной и зрелой стадиях развития. Зрелая стадия характеризуется началом субдукции. Этот процесс приводил к образованию активных окраин плит и островных дуг. В геодинамической обстановке островных дуг происходили аккреционные события, которые приводили к возникновению в палеобассейнах структурно-фациальной зональности. Настоящее исследование решало задачу — литологическое изучение состава и постседиментационных преобразований кембрийских отложений маяжонской свиты среднего кембрия Аркалыкской СФЗ Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги [3-4 и др.].

В итоге получены результаты, отличающиеся несомненной новизной. В сложно построенном сегменте — субдукционно-аккреционном поясе — изучена петрография, реставрированы осадочные и вулканогенно-осадочные фации конца раннего и первой половины среднего кембрия Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги.

- Установлено, что постседиментационные изменения отложений маяжонской свиты Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги происходили под значительным влиянием бокового сжатия, и при синхронном вулканизме в расположенной юго-западнее Каншынгысской СФЗ, которая в среднем кембрии была островодужным поднятием.

Выделены и монографически описаны 1 макрофашия и 7 литогенетических типов. Макрофашия известково-алевритово-тефрово-песчаных осадков фронтальной котловины островной дуги — ИАТП-ФКОД состоит из 6 литогенетических типов. Характерная особенность отложений этой макрофашии — сочетание осадочного и вулканогенно-осадочного порообразования в виде аллохтонных туфов. Эта макрофашия образовалась

во фронтальной котловине, на переходе дуга — желоб, располагавшимся на внутреннем склоне желоба и подножии островодужного поднятия. Построены седиментационная и геодинамическая модели образования макрофашии ИАТП-ФКОД.

- Выявлены и описаны отложения разжиженных и флюидизированных потоков — литогенетический тип ГГПА-ППП-1 макрофашии галечно-гравийно-песчано-алевритовых осадков подводного поднятия — ГГПА-ППП, описанных ранее Л.Н. Ботвинкиной. Макрофашия ИАТП-ФКОД и литогенетический тип ГГПА-ППП-1 — отложения разжиженных и флюидизированных потоков-выделены в Казахстане впервые.

- Некоторые выделенные фации использованы в качестве структурных маркеров. На основании изучения петрографического состава фаций и использования историко-геологического подхода, автору удалось найти связь обломочного вулканокластического материала разных структурно-фациальных зон и построить латеральные ряды фаций островодужного поднятия — фронта дуги. Это позволило не только восстановить структурно-фациальную зональность, но и на новом фациальном уровне выполнить анализ этапности и стадийности геологического развития Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги в кембрии [3]. Установлено, что в конце ранней и в средней эпохах кембрийского периода Аркалыкская СФЗ была наиболее глубоководным бассейном Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги.

Научные достижения последних десятилетий позволяют при проведении металлогенетических исследований учитывать глубинные неоднородности строения Земли, включая нижнюю мантию и поверхность ядра, выделять восходящие потоки горячего мантийного вещества и нисходящие холодной литосферы, оценивать их влияние на геодинамические процессы и формирование рудно-магматических систем. Исследования в этом ключе «**На основе геолого-геофизических моделей неоднородных элементов литосферы Казахстана выявить глубинные факторы локализации рудоносных структур**» (ответственные исполнители Л.Д. Любецкая и Л.И. Шабалина) проводились сотрудниками лаборатории геофизики ИГН.

Главная роль при решении проблемы влияния глубинных неоднородностей строения Земли на локализацию рудоносных структур отводится геофизическим методам, поскольку мощность литосферы в Казахстане в среднем состав-

ляет 180-300 км и изучение ее невозможно без применения комплекса геофизических методов: гравиметрии, магнитометрии, геотермики, сейсмометрии (ГСЗ, МОВЗ-ГСЗ, МТЗ, сейсмотомографии) и др.

Большая часть неоднородной литосферы, как показано в работе, имеет непосредственно отношение к формированию рудно-магматических систем и, в конечном итоге, к локализации месторождений. К ним, в первую очередь, относятся мантийные плюмы как источники тепла и флюидопотоков, несущих в ЗК металлы и обеспечивающие ее преобразование [33 и др.].

Пространственное размещение разнотипного оруденения (рудных полей, узлов, районов, зон и поясов) определяется ареалами распространения геохимически специализированных геологических (магматических, осадочных) формаций и зонами глубинных разломов, обеспечивающих фильтрацию глубинных флюидов в той или иной геохимической провинции. Наиболее четко это прослеживается для медно-молибденовых, медно-порфириновых и редкометалльных месторождений, тогда как в отношении стратиформных, золоторудных, медных и полиметаллических месторождений эти связи более сложные, косвенные и опосредованные.

**Районы золотого оруденения** [9, 15, 33 и др.] тяготеют к срединным массивам (микроконтинентам), офиолитовым поясам, зонам рассредоточенной базификации, наземным вулканическим поясам, меж- и внутриконтинентальным палеорифтам [66]. Относительно крупные объекты выявлены лишь в районах первых двух типов (Северо-Казахстанский, Западно-Калбинский, Шу-Илийский).

*В Тениз-Кокшетауском срединном массиве* и его обрамлении, перекрытом палеозойскими вулканогенно-терригенными отложениями, оруденение локализовано вдоль границ многоэтапно регенерированных гранито-гнейсовых куполов (ГТК) и эклогит-гранулит-гнейсовых поясов, осложненных диафторитами по гранулитам основного состава.

*Западно-Калбинскому и Шу-Илийскому золоторудным поясам* в гравитационном поле отвечают зоны высоких градиентов силы тяжести, в остаточном — полосы чередующихся положительных и отрицательных аномалий. Положительные аномалии соответствуют грядам островодужных вулканических поднятий, отрицательные — междуговым прогибам. Золотое оруденение кон-

центрируется в углеродисто-сланцевых и терригенных формациях, перекрывающих скрытые островодужные гряды, тяготея преимущественно к склонам вулканических поднятий, на участках пересечения последних диагональными разломами. Важную роль в локализации золотого оруденения и в этих районах играют структуры докембрийского сиалического фундамента в основании фанерозойских структур.

Главной общей закономерностью формирования золоторудных районов Казахстана является их связь с активными мантийными структурами (плюмами) и приуроченность к областям максимального приближения этих структур к поверхности. По мере удаления от них нарастает мощность сиалической коры, усложняются ее связи с мантией и, соответственно, сокращается объем золотого оруденения. В пределах золоторудных районов продуктивность конкретных зон и месторождений определяется всей совокупностью событий в истории их геологического развития: соотношением процессов рифтогенеза, формированием островных дуг, коллизией, объемом коллизионного магматизма и т.д. Чем разнообразнее процессы накопления, ремобилизации, переноса и переотложения золота, чем длительнее время его накопления, тем богаче рудные концентрации.

**Районы полиметаллического оруденения** локализуются в рифтовых системах (Каратауской, Рудно-Алтайской и Центрально-Жонгарской) [13, 18, 19, 41, 42 и др.].

Интенсивность и формационный тип полиметаллического оруденения определяется спецификой и размахом рифтогенных процессов в разных участках складчатых поясов. С субокеаническими рифтовыми системами Шынгыза, Прииртышья (Рудный Алтай) связано колчеданное медное и медно-полиметаллическое оруденение, с межконтинентальными и внутриконтинентальными рифтовыми системами — стратиформное барит-свинцовое (Каратауский, Байконурский и др.). Рифтовые зоны редуцированного развития (Сарытумская, Восточно-Кокшетауская) характеризуются ограниченными масштабами полиметаллического оруденения.

Рудные районы Центрального Казахстана (Атасуйский, Акжал-Аксоранский и др.), Центральной Жонгарии (Текелийский, Усекский, Коккуз и др.) сформированы во внутриконтинентальных палеорифтовых системах [34]. Районам полиметаллического оруденения присуща повышенная мощность земной коры, что обус-

ловлено развитием рифтогенных структур на зрелых континентальных корах — реликтах древних срединных массивов микроконтинентов.

Стратиформные полиметаллические месторождения каратауского типа формировались в несколько этапов [19, 42 и др.]. На первом этапе (байкальско-каледонский активный рифтогенез) в бортах и осевых частях раннекембрийских рифтовых долин накапливались металлоносные осадки с Ag, P, V, Ba, Zn, Mo, PЗЭ и F. При дальнейшей активизации нагретыми восходящими флюидами (герцинский этап) происходила ремобилизация Pb, Zn, Ba, которые по поперечным зонам разломов выносились в Каратауский фаментурнейский морской бассейн, тогда как для атаксуйского типа характерно вулканогенно-осадочное рудоотложение в фаментурнейское время. В третий, эпигенетический этап при диагенезе и тектоно-магматической активизации началось преобразование стратиформных рудных залежей с возникновением магматогенных скарновых и гидротермальных метасоматических месторождений.

**Промышленное медное оруденение** представлено тремя основными формациями: медно-колчеданной, медно-порфировой и медистыми песчаниками, образующими вертикальный ряд последовательно развивающейся герцинской глубинной флюидно-магматогенной рудообразующей системы.

*Медно-колчеданное оруденение* [13, 39, 41, 42 и др.] тяготеет к палеоокеаническим рифтам, где происходил спрединг океанической коры. Эталоном такого типа структур является Западно-Мугоджарская зона на Южном Урале. Для нее характерно сходство ниже-среднедевонских базальтовых лав, пиллоу-лав с подводными и лавовыми потоками, наблюдаемыми в современных океанических рифтовых зонах (подушечные, пластовые, трубообразные потоки, канатные поверхности лав и наличие в нижней части эффузивного слоя комплекса параллельных пластинчатых даек). Это подтверждается химическим составом базальтов, отвечающих мировому петрохимическому эталону MORB — индикатору геодинамической обстановки срединно-океанических хребтов [63 и др.].

Сходное глубинное строение и металлогенический профиль с Западно-Мугоджарской зоной имеют Акбастау-Космурунская в Шынгызе [20, 22-24, 39 и др.] и, предположительно, Прииртышская подзона в Рудном Алтае [13, 33 и др.]. Надежным поисковым признаком служат линейные

положительные гравитационные аномалии предельно высокой интенсивности в сочетании с проявлениями инициального вулканизма основного состава. Во всех зонах оруденение тяготеет к их бортам, локализовано в глубинных разломах или вблизи них, закономерно расположено по отношению к глубинным магматическим очагам, фиксируемым геофизическими методами.

*Медно-порфиговое оруденение* (Конырат, Борлы, Коксай и др.) тесно связано с зонами и поясами интенсивного рифтогенно-вулканоплутонического и сопряженного плутонического магматизма андезито-монцоитоидного рядов [18, 33, 37, 39, 41, 53 и др.]. Наиболее благоприятными для рудолокализации в ВПП являются участки, где в основании находятся островодужные вулканические поднятия и междуговые прогибы наземных вулканических поясов, контролируемые медно-порфиговое оруденение. Медное оруденение имеет тесную пространственно-временную связь с поздней порфировой формацией, завершающей последовательно развивающийся ряд вулканитов. Месторождения локализованы в поднятиях средне-позднепалеозойского возраста, где мощность вулканитов минимальная.

*Месторождения медистых песчаников* (Жиланды, Жезказган, Жаман-Айбат и др.) приурочены к терригенным отложениям карбона  $C_2-P_1$  Жезказганской и Шу-Сарысуйской впадин, основанием которых является область сложного сопряжения каледонско-докембрийских складчатых комплексов Тениз-Кокшетауского, Улытауского и Актау-Жонгарского срединных массивов. Наиболее благоприятными являются участки подвижных поясов внутри каркаса глубинных разломов на месте срединных массивов, с включениями регенерированных гранито-гнейсовых куполов, усложненных зонами рассредоточенной базификации, блоками разрушенной сиалической коры и фрагментами рифей-раннепалеозойских рифтогенных структур.

**Основные районы редкометалльного оруденения** связаны с герцинским тектоно-магматическим циклом, особенно с наиболее поздними позднепалеозойскими гранитными формациями (гранит-лейкогранитной, гранит-лейкогранит-аляскитовой, лейкогранит-аляскитовой, аляскит-щелочно-гранитной и др.), распространенными в зонах глубинных разломов корового заложения в пределах герцинид, зон тектоно-магматической активизации каледонид и докембрийских срединных массивов, тогда как к поздним дифференциатам каледонского тектоно-магматическо-

го цикла приурочены лишь мелкие рудопроявления редких металлов [33, 39 и др.].

По геохимической специализации выделяют четыре типа редкометалльных геохимических провинций: (Be-Mo-W), (Be-W-Sn-Ta), (Be-Ta-Nb-Zr-V-R), (Mo-W-Sn-Nb).

Выявлено, что все редкометалльные рудные поля, районы и пояса приурочены к ареалам распространения редкометаллоносных аллохтонных фанерозойских гранитоидных формаций, соответствующих геохимических провинций, в основании которых расположен геохимически специализированный гранитизированный сиалический гранито-гнейсовый фундамент, представленный многоэтапно регенерированными гранито-гнейсовыми куполами (ГГК) и сопряженными с ними гранулитогнейсовыми и амфиболитогнейсовыми (зеленокаменными) поясами.

Форма и размеры редкометалльных рудных узлов, зон и поясов определяются преимущественно размерами ГГК, глубиной их залегания, степенью регенерации, удаленностью аллохтонных интрузий в палеозоидах от докембрийского гранито-гнейсового и амфиболитогранулитового основания и ГГК. Выделенные на этой основе рудные узлы, зоны и пояса совпадают с линейными зонами глубинных разломов корового заложения, контролирующих вулканоплутонические пояса.

Из изложенного выше видно, что выделение металлогенических провинций, рудных поясов и зон в Казахстане должно быть теснейшим образом связано не только с данными о развитии благоприятных геологических образований на поверхности, но и со сведениями о строении глубинных «корневых» частей этих зон. Возможны отдельные частные расхождения плана размещения благоприятных геологических образований на поверхности и плана глубинных структур. Без подпитки из глубинных источников, на поверхности могут остаться только рудопроявления и незначительные месторождения, тогда как, при наличии корневых частей зон, это рудопроявление продолжает формироваться и обогащаться. Чем длительнее процесс формирования месторождения, тем богаче руды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулин А.А. и др. Геология и полезные ископаемые юго-востока Торгайского прогиба и Северного Улытау. Т.1. Геологическое строение. Алма-Ата, Наука. 1984. 232 с.
2. Азербайев Н.А. Каледонский циклокомплекс в отложениях венда – раннего палеозоя Ишим – Каратауской структурно-формационной зоны // Литология и полезные ископаемые. 2001. №1. С. 16-25.
3. Азербайев Н.А. Зональность, этапность и стадийность развития Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги в кембрии (Казахстан) // Геология морей и океанов: М-лы XVIII Междунар. науч. конф. Т. 5. М.: ГЕОС, 2009. С.200-2004.
4. Азербайев Н.А. Фации и закономерности развития Шынгыс-Тарбагатайской островной дуги в кембрии // Изв. НАН РК. Сер.геологическая. 2009. №1, 2. С. 29-30.
5. Алмазы Казахстана. Минер. ресурсы Казахстана Справочник. Алматы, 1996.
6. Атлас литолого-палеогеографических, структурных, палинспастических и геоэкологических карт Центральной Евразии / Под.ред. С.Ж. Даукеева. 2002, 38 листов.
7. Аубекеров Б.Ж., Цирельсон Б.С., Быкадоров В.А., Попов В.А. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности мезозой-кайнозойских осадочных бассейнов Южного Казахстана // Известия НАН РК, серия геол., №3, 2010 г., 134-140.
8. Афоничев И.А. Формационный анализ и геологоструктурное районирование // Геология и металлогения Джунгарского Алатау. А-Ата, Наука, 1966. С. 50-61.
9. Беспаяев Х.А., Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Ужженов Б.С. Золоторудные пояса Казахстана (глубинное строение, геодинамика развития, глубинные факторы локализации оруденения). Алматы. 2008. 284 с.
10. Бигараев А.Б., Филиппев Г.П. Особенности геологического строения и закономерности размещения залежей углеводородов в Арыскупском прогибе Южно-Торгайской впадины //Нефть и газ. 2009. №2. С. 50-56.
11. Билибин Ю.А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. 1955. 88 с.
12. Билибина Т.В. Интрузивные комплексы Мугоджар и их металлоносность // Магматизм, метаморфизм и металлогения Урала. // Свердловск, 1963 (т.1). С.179-196.
13. Большой Алтай (Геология и металлогения) Под. Ред. Акад. Шерба Г.Н. А-Ата, Т1, 1998. 300 с, Т2, 2000, 397 с, Т3, 2003, 303 с.
14. Борукаев Р. А., Ляпичев Г. Ф. Складчатые комплексы Восточного Казахстана // Вопросы геологии Казахстана. Алма-Ата. Наука, Каз ССР. 1964. С. 17-25.
15. Бугаец А.Н., Любецкий В.Н. Анализ связей золотого оруденения Казахстана с его глубинным строением и палеогеодинамическими обстановками // Геология Казахстана. 2001. №3-4. С. 138-151.
16. Водорезов Г.И. Основные черты магматизма Мугоджар. // Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала // М., 1961.- выпуск 1. – С.112-124.
17. Геодинамические реконструкции (Методическое пособие для региональных геологических исследований) / И. И. Абрамович, А. И. Бурдэ, Д. В. Вознесенский и др. Гл. ред. В. А.Унксов. Л. 1989. 278 с.
18. Геологическое строение Казахстана. Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. Алматы: Академия минеральных ресурсов РК. 2000. – 396 с.
19. Геология и металлогения Каратау. Наука. 1987. т. 1 Геология, с 242; т. 2. Металлогения, с 248.

20. Геология и металлогения Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория // Жаутиков Т.М. и др. А-Ата, Наука, 1977, 158 с.
21. Глубинные строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ, Т. III. Алматы, 2002 г., 28 с.
22. Дегтярев К.Е., Рязанцев А.В. Кембрийская коллизия дуга – континент в палеозоидах Казахстана // Геотектоника. 2007. № 1. С. 71-96.
23. Дегтярев К.Е. Тектоническая эволюция раннепалеозойской активной окраины в Казахстане. Москва. «Наука». 1999. 123с.
24. Ергалиев Г. Х., Никитин И.Ф., Палец Л.М., Шужанов В.М., Цай Д.Т. Венд-палеозойская эволюция Казахстана и Северного Тянь-Шаня // Геология Казахстана. 1995. № 5-6. С.11-21.
25. Ергалиев Г. Х., Мясников А. К., Фомичев В. И. Рудоносные уровни в палеозоидах Семипалатинского полигона. В сб.: «Минералогия и перспективы развития сырьевой базы». Часть 1, Алматы, 1999. С. 140-150.
26. Жаймина В.Я. Фораминиферы верхнего фамена Жезказганского района (Ц. Казахстан) // Горно-геологический журнал. 2005. №1(5). С. 13-20.
27. Жаймина В.Я. Рифообразование в позднедевонско-каменноугольных морях Казахстана // Проблемы и перспективы развития нефтяной промышленности Казахстана. Алматы, 2005. С. 74-79.
28. Жаймина В.Я. Фораминиферная зональность каменноугольных отложений Казахстана // Сб.Состояние, перспективы и задачи стратиграфии. Караганда-Алматы. 2002. С.53-56.
29. Касымов М. А., Хайбуллин Р. Р. Геодинамический анализ и реконструкция составов некоторых раннедокембр. структурно-вещств. комплексов. Архей Ц. Казахстана // Ранний докембрий Центральноазиатского складчатого пояса. С.-П. 1993. С. 159-164.
30. Кузнецов Ю.А. Главные типы магматических формаций. Недра, 1964, 386 с.
31. Ле Пишон К., Франшто Ж., Боннин Ж. Тектоника плит, М. 1977, 287 с.
32. Леонов Ю.Г. Континентальный рифтогенез: Современные представления, проблемы и решения // Фундаментальные проблемы общей тектоники. М.: Научный мир, 2001. С. 155 – 173.
33. Любецкий В.Н. Глубинное строение, закономерности размещения золотого и полиметаллического оруденения восточной части Казахстана. – Автореф. докт. дисс. Алматы, 1993. 43 с.
34. Любецкий В.Н., Полевая Л.Д. Сравнение глубинных структур Атасуйского и Рудно-Алтайского рудных районов по геофизическим данным // Закономерности размещения полиметаллических месторождений Казахстана. Алма-Ата, 1981. С. 36-44.
35. Ляпичев Г. Ф., Сейтмуратова Э. Ю. Структурно-формационное районирование палеозоид Казахстана // Геология Казахстана. – 1995. – № 5-6. – С. 52-58
36. Ляпичев Г. Ф., Сейтмуратова Э. Ю. Эволюция магматитов палеозоид Казахстана и возможные геодинамические обстановки их формирования // Геология Казахстана, 1998, №4, С. 38-56.
37. Ляпичев Г. Ф., Сейтмуратова Э. Ю., Борукаева М.Р. и др. Позднепалеозойские вулканогенные формации Джунгаро-Балхашской складчатой системы // Магматизм и рудоносность Казахстана. А-Ата, 1991, С. 77-85
38. Магретова Л. И. Магматизм и минералогия зоны сочленения Ерментауского и Бозшакольского антиклинориев (северо-восток Центрального Казахстана): Автореф. дис... к. г.-м. н. – Алматы, 1999. – 23 с.
39. Мазуров А.К. Геодинамические обстановки формирования металлогенических комплексов Казахстана. Автореф. дисс. д.г.-м.н., Томск, 2003, 43 с.
40. Марфенкова М.М. Морской карбон Казахстана // А-Ата. «Гылым». 1991. 199 с.
41. Металлогения Казахстана. Т. 1-11. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1997-1983;
42. Мирошниченко Л.А. и др. Стратиформное оруденение Казахстана // Изв. АН Каз. ССР, серия геологическая. 1985. № 1. С. 62 – 70.
43. Митчелл А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М. «Мир», 1984, 496 с.
44. Никитин И.Ф., Цай Д.Т., Никитина О.И.. Рудовмещающие толщи Коксу-Текелийского рудного района // Отечественная геология. №10 1993. С. 33-41.
45. Никитина О.И., Никитин И.Ф., Толмачева Т.Ю. и др. Ордовикская система. Силурийская система // Атлас опорных стратиграфических разрезов фанерозоя Казахстана. Алматы, 2008. С.. 55-98.
46. Основы металлогенического анализа при геологическом картировании. Металлогения геодинамических обстановок. М., 1995. 468 с.
47. Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х, Фазылов Е.М. Геологическое строение домезозойских образований Южно-Торгайского бассейна в связи с перспективами их нефтегазоносности // Геология и охрана недр. 2009. №2. С.6-9.
48. Парагульгов Х.Х., Парагульгов Т.Х, Фазылов Е.М. Литологические особенности домезозойских отложений Южно-Торгайского осадочного бассейна // Геология, минералогия и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов. М-лы междунар. научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». Алматы, 2009. С.73-83.
49. Рундквист Д.В. Рудоносность и геологические формации структур земной коры. Ленинград, Недра, 1981, 423 с.
50. Рязанцев А.В., Дегтярев К.Е., Толмачева Т.Ю. и др. Комплексы раннепалеозойского внутриконтинентального рифта в Ерментау-Бурунтауской зоне казахстанских палеозоид. Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. Материалы совещания. Т. II. М., 2010. С. 228-233.
51. Рязанцев А.В., Толмачева Т.Ю., Никитина О.И. Офиолиты, островодужные и внутриконтинентальные рифтогенные комплексы в системе тектонических покровов Чу-Илийского района Казахстана // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): М-лы совещ. Вып. 4. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2006. Т.2. С. 104-108.
52. Сатпаев К.И. О металлогенических эпохах, формациях и поясах Центрального Казахстана (1953). Металлогения. Т.4.с.151-172, Алматы, Гылым, 1999, 479 с.

53. Сейтмуратова Э. Ю., Магретова Л.И., Жуков П.К. Геологические формации и металлогеническая специализация вулканических поясов палеозой Казахстана в свете новых данных // Геология Казахстана. Сб. трудов, посвященный XXXII сессии Междунар. Геол. конгресса (Флоренция, 2004). Алматы, 2004, С. 125-137
54. Сейтмуратова Э.Ю. Золотоносность позднепалеозойских вулкано-плутонических поясов Джунгаро-Балхашской провинции (проблемы ее изучения и освоения) // Геология и разведка недр Казахстана. 1998. № 2. С.13-24.
55. Сейтмуратова Э.Ю., Жуков П.К., Сайдашева Ф.Ф. Геодинамика и металлогения Акшатау-Коунрадского рудного района // Геология Казахстана, № 3-4, 2001, С. 220-234.
56. Сейтмуратова Э.Ю., Тюгай О.М., Сайдашева Ф.Ф и др. Современное состояние изученности медно-порфирирового оруденения и возможные пути поисков промышленных месторождений в Акшатау-Коныратском рудном узле // Геология Казахстана. Алматы, 2008, С. 279-289.
57. Сергеева Л.В. Морские фамен-каменноугольные отложения Казахстана // Геология Казахстана. 2004. С. 92 – 98.
58. Сергеева Л.В. Раннекаменноугольные брахиоподовые ассоциации север-западной части Большого Каратау // Геология Казахстана. 2002. № 3. С.4-9.
59. Степаненко Н.И. Панкратова Н.Л. Щелочные метасоматиты – новый геолого-промышленный тантал-ниобиевого оруденения в Казахстане // Изв. сер. геол. №1. 2005. Алматы. С.49-56.
60. Тельгузиев А.Т., Ксенофонтов О.К., Ермолов П.В. и др. Магматические комплексы Казахстана. Уральская и Зайсанская складчатые системы // А-Ата, изд. «Наука». – 1983. – С.16-134.
61. Филатов Е.И., Ширай Е.П., Формационный анализ как основа прогнозно-металлогенических исследований // Отечественная геология №5, 1995 г., с. 34-38
62. Филатова Л. И., Подковыров В. Н. Геодинамический анализ и реконструкция составов некоторых раннедокембрийских структурно-вещественных комплексов. Нижний протерозой Ц. Казахстана // Ранний докембрий Центральноазиатского складчатого пояса. С.-Петербург: Наука, 1993. С. 172-181.
63. Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геотектонических обстановок. Изд-во Московского Университета., 1997. 319 с.34
64. Хворова И.В. Отложения островодужных систем // Литология и полезные ископаемые, 1987. № 6. С. 3-19.
65. Чу-Илийский рудный пояс. Абдулин А.А., Волков В.М., Шерба Г.Н. А-Ата, 1980, Наука Каз. ССР. 504 с.
66. Шабалина Л.В. Модель глубинного строения Центрально-Казахстанской палеорифтовой системы // Известия НАН РК. Серия геол., 2003. № 4. С. 16-23.
67. Шабалина Л.В., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М. Глубинное строение, геодинамика и перспективы нефтегазоносности Торгайского прогиба по геофизическим данным // Проблемы геологии и минерагении в развитии минерально-сырьевых ресурсов. «Сатпаевские чтения». Алматы. 2010. С.362-367.
68. Шатский Н.С. О геологических формациях. Избранные тр. М., 1965. Т. 3, с. 7-12.
69. Щеглов А.Д. Современное состояние теоретических основ металлогении. – Л. 1989, 24 с.
70. Ярославцева Н.С. Петрология и метаморфизм Зеленокаменной зоны Мугоджар. А-Ата: Наука, 1984. 171 с.

УДК 553.04(574)

А.А. АНТОНЕНКО<sup>1</sup>, К.А. АБРАХМАНОВ<sup>2</sup>, С.А. АЛИАСКАРОВ<sup>3</sup>, А.Е. БЕКМУХАМЕТОВ<sup>4</sup>,  
Х.А. БЕСПАЕВ<sup>5</sup>, Ф.Г. ГУБАЙДУЛИН<sup>6</sup>, Т.М. ЖАУТИКОВ<sup>7</sup>, Н.М. ЖУКОВ<sup>8</sup>, Л.Г. МАРЧЕНКО<sup>9</sup>,  
М.Ш. ОМИРСЕРИКОВ<sup>10</sup>, Л.И. СКРИННИК<sup>11</sup>, Н.И. СТЕПАНЕНКО<sup>12</sup>,  
Л.М. ФИЛИНСКИЙ, А.Н. ЭСМИНЦЕВ<sup>13</sup>

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАГЕНИИ КАЗАХСТАНА И ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Қазақстанның қазіргі минерагения мәселелері ерекшеленген. Пайдалы қазбалардың жеке түрлері бойынша Республикада минералды-шикізат базасының даму бағытының басымдылығы анықталған. Минерагениялық талдаудың жаңа ғылыми-негіздеу әдістері бойынша минералды-шикізат ресурстарын болжамды құрастыру және болашақтағы бағасын дамыту, құрылым-формация аймақтары, аумақтар және аудандар жасалған.

Выделены современные проблемы минерагении Казахстана. Определены приоритетные направления развития минерально-сырьевой базы Республики по отдельным видам полезных ископаемых. Разработаны новые научно-обоснованные методы минерагенического анализа, прогнозных построений и перспективных оценок развития минерально-сырьевых ресурсов, структурно-формационных зон, территорий и площадей.

Modern problems minerageny Kazakhstan are allocated. Are defined приоритетные directions of development of a mineral raw materials base of Republic by separate kinds of mineral resources. The new scientifically-proved methods mineragenetic the analysis, prospect constructions and perspective estimations of development of a mineral of raw materials, structural-formation zones, territories and the areas are developed.

Научные исследования охватили большой круг современных проблем минерагении Казахстана — вопросы региональной металлогении, металлогении отдельных регионов Казахстана, проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы металлических и неметаллических полезных ископаемых. Приводятся краткие результаты проведенных работ.

### **Петрометаллогения рудных месторождений Казахстана.**

Петрометаллогения рудных месторождений предполагает связь оруденения с определенными типами горных пород и их парагенезисами в виде геологических формаций. На разных этапах геологической науки выдвигались и превалировали разные модели петрометаллогении. 50-60 годы XX столетия господствовало магматическая петрометаллогения, согласно которой ведущим фактором рудообразования является магматический контроль, что позволило выделить геохимически и металлогенически специализированные рудоносные магматические формации и комплексы. Затем было выявлена связь крупных эндогенных месторождений с определенными возра-

стными уровнями, и на этой основе было разработано концепция о стратиграфических рудолокализирующих возрастных эпохах, металлогенических стратоевровнях и литоседиментационной металлогении, бурно развившейся в связи с фактом масштабного проявления вулканогенно-осадочного и гидротермально-осадочного рудообразования.

Геолого-структурно-тектоническая, магмоформационная, стратиграфо-литологическая петрометаллогения развивается в современную геодинамическую. Оказалось, что геодинамический фактор петрометаллогении является наиболее существенным и основополагающим. Геодинамические структуры и режимы в глобальном, региональном и локальном масштабе определяют важные особенности разных месторождений, парагенезисы геологических, магматических, осадочных и метаморфических формаций, и именно типы магматизма, тектоники и металлогении, вещественно-минералого-геохимические, микро- и наноминералогические особенности в связи с разными фациями глубинности и динамотермальными условиями рудогенеза, способы

и механизм рудогенерации, концентрации и рудолоколизации. Поэтому, исследование причинно-генетических связей рудных месторождений с глобальной, региональной и локальной геодинамикой является одной из актуальных проблем теоретической и прикладной значимости. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

1. Выявлена разнотипная петрометаллогения рудных месторождений, сформированных в разнотипных геодинамических структурах и обстановках, характеризующихся разным профилем металлогении (базальтоидный внутритрокеанический и окраинно-континентальный, андезитоидно-гранитоидно-сиалический орогенно-континентальный, мантидный плюмно-тектонический).

2. Установлено, что раннекаледонская металлогеническая эпоха сопровождается латеральной пространственной и возрастной петрометаллогенической зональностью в связи с латеральной серией разнотипных геодинамических структур и режимов по классической геодинамической модели. Островные энсиматические дуги бозшакольского типа характеризуются крупными золото-медно-порфировыми месторождениями в связи с поздней завершающей фазой плагиогранит-порфиров островодужного магматизма. Это же дуги могут вмещать ранние колчеданно-золото-медно-цинковые (Сурумбаеский уровень).

3. Показано, что позднекаледонская металлогеническая эпоха характеризуются, во-первых, внутритрокеанической скользящей пространственно-временной рифтогенно-островодужной петрометаллогенической зональностью колчеданного рудообразования в обособившихся от палеозойского океана палеобассейнах, во-вторых, окраинно-континентальной скользящей пространственно-временной рифтогенно-островодужной петрометаллогенической, ярко выраженной во внешнем обрамлении Жонгаро-Балхашского герцинского палеоокеана, в-третьих, латеральной пространственной окраинно- и внутриконтинентальной петрометаллогенической зональностью островодужного типа в Кокшетау-Степняк-Улытау-Бетпакдала-Северо-Тянь-Шанской докембрийской континентальной области. В аспекте выявленных типов петрометаллогенической и магмометаллогенической зональности определяются новые подходы в металлогеническом анализе и прогнозе.

Установлено, что поздний гранитизационный этап позднекаледонской металлогенической эпо-

хи сопровождается редкометально-редкоземельными месторождениями (Сырымбет, Донецкое) на северо-западе Кокшетауского массива в связи средне-верхнедевонскими калиево-плюмазитовыми лейкогранитами. Северо-Западное часть Кокшетауского массива очень перспективны на крупные месторождения Sn, W, Ta, Zr, TR. Здесь возможны месторождения золота, урана, россыпное орудонение редких металлов, редких земель, золота, инфильтрационно-седиментный уран.

4. Впервые в мировой металлогении обращено внимание на существование в геологической истории земли специфических металлогенических эпох с особым типом геодинамики, магматизма, рудообразования и петрометаллогения. В Казахстане этим металлогеническим эпохам относятся раннегерцинская ( $D_3-C_1$ ) и раннемезозойская ( $P_1-T$ ) имеющие планетарное проявление и сопровождаемые крупными и уникальными месторождениями нетрадиционной петрометаллогении. Это эпохи кратковременные с продолжительностью 30-35 млн.лет, но вмещающие крупные месторождения черных, цветных, благородных, редких металлов, алмаза нектинентального типа.

5. Показано, что позднегерцинская металлогеническая эпоха не имеет ранней океанической базальтоидной металлогении и с ней ассоциируют только орогенно-континентальные петрометаллогенические комплексы, а именно калиево-плюмазитовые лейкогранитные редкометальные с легкими лантанидами гипабиссальной фации, серебряно-золотые вулканогенно-гидротермальные андезитоидно-дацитопалипаритово-гранитоидные малых глубин, молибден-медно-порфировые габбро-диорит-монцитонитоидные гипабиссальные (актогайской уровень) и субвулканические (коныратский). Обращено внимание на развитие петрометааллогенической и магмо-металлогенической зональности от молибден-медно-порфирового во фронтальной внутренней зоне верхнепалеозойского вулканического пояса, серебряно-золотого в центральной, редкометального в северо-западной и западной тыловой и удалённо-тыловой на докембрийско-каледонском фундаменте, редкоземельно-циркониево-ниобиевого с танталом и оловом в северо-восточной краевой на стыке с Зайсанской и Чингиз-Тарбагатайской складчатой области.

В Зайсанской области рудоперспективными петрометаллогеническими комплексами являются рибекитовый щелочногранитный редкземельно-тантал-ниобий-циркониевый гипабиссальный

верхнеэспинского типа и западно-калбинский пегматитовый, апогранитный кварцево-жильно-грейзеновый олово-тантал-борилий-литий-цезиевый с вольфрамом и редкими землями мезоабиссальной фации. В Мугоджарской области рудоперспективный комплекс представлен Борсыксай-Карасыр-Уймола-Кызылсайском нефелинсиенит-щелочносиенит-щелочногранит-лейкогранитным редкоземельно-тантал-ниобий-циркониевым гипабиссальной фации в пограничной полосе Восточно-Мугоджарского докембрийского антиклинория и Денисовско-Иргизского герцинского синклинория.

6. Выявлены типы петрометаллогенической (магмо-металлогенической) латеральной и вертикальной зональности, определены их ареалы проявления, возрастные интервалы, геодинамическое содержанное и прогнозно-металлогенические параметры.

7. Впервые в мировой металлогении обоснован уран-золотой парагенез в островодужной системе позднекаледонского геодинамического цикла, раскрыта генетическая причинно-следственная связь урана и золота, выявлены рудоконтролирующие и рудолокализирующие факторы, позволяющие наметить рудоперспективные участки для геологоразведки.

8. Установлены новые рудолокализирующие и рудоконтролирующие структуры колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая, что позволено выделить рудоперспективные участки для геологоразведки.

9. Обоснованы золотоносные перспективы северо-западного и юго-восточного продолжений Акбакайской золотой зоны на основе нового подхода о развитии под Акбакайской зоной ордовикского островодужного золоторудного субстрата степнякского типа.

10. Установлено, что Южно-Кендыктасский золотой пояс является частью Степняк-Бетпакадала-Кендыктас-Согаты-Кетменской островодужной золоторудной системы. В этом поясе проявлен верхнедевона-нижнекаменноугольный когадыр-умуртайской золото-платиноидно-медно-никелевый комплекс в связи с расслоенными интрузиями пикрит-дунит-перидотит-нитрит-габбро-диоритового строения, наложенный на ранее островодужное золото.

**Провести прогнозно-металлогеническую оценку промышленных месторождений черных металлов Казахстана (хром, железо, марганец) на базе нового поколения моделей их формирования и размещения.**

Приведено описание разработанных и внедренных в производство и в учебные пособия для ВУЗов новое поколение моделей формирования и размещения главнейших промышленных месторождений хромитов, железа, марганца, хризотил-асбеста, талька и ассоциирующих с ними руд титана, полиметаллов, платиноидов, установлены закономерности их размещения в пределах рудных поясов, зон и бассейнов.

По петрологии и рудогенезу метаморфогенного оруденения в ультрабазитах получены следующие результаты (хромиты):

1. На базе достоверных данных региональной геологии и глубинного строения Сакмарско-Уралтауского офиолит-гипербазитового пояса Мугоджар установлена трехступенчатая геодинамика становления базит-ультрабазитовых массивов кемпирсайского комплекса с выделением среди них автохтонных концентрически-зональных гипабиссальных гарполитовых плутонов и метаморфогенной природы бескорневых альпинотипных приповерхностных протрузий. Показано, что метаморфизм и пород и руд базит-ультрабазитовых массивов являются не возрастным проявлением, а обусловлены петро- и тектонофациальными приразломными преобразованиями.

2. В Сакмарско-Уралтауском офиолит-гипербазитовом поясе Мугоджар платиноносные богатые хромитовые руды крупных месторождений являются остаточными метаморфическими образованиями, тесно сгруппированных хромшпинелидовых нодулей в протрузивно-реститовую стадию формирования гипабиссальной Кемпирсайской автохтонной интрузии; алмазоносные эклогиты относятся к продуктам ультраметаморфизма титаномagnetитовых пироксенитов и перидотитов Мамытской приповерхностной протрузии. В Джетыгаринско-Аккаргинском гипербазитовом поясе Зауралья хризотил-асбестовые и тальковые промышленные месторождения возникли в результате контактового метаморфизма антигортитовых серпентинитов, прорванных орогенными гранитоидными интрузиями и их дайками.

3. Системно изложена пространственно-временная геохимическая зональность по циклам, стадиям, фациям контактового и гидротермального метаморфизма и финального динамометаморфизма с сопутствующим им метаморфогенным оруденением хромитов, платиноидов и алмазоносных рутиловых эклогитов массивов кемпирсайского комплекса, по которым на микроминеральном и геохимическом уровнях рассмотрены возможные причины проявления орудене-

ния. Приведена всесторонняя оценка возрастающих фаций регионального и локального метаморфизма пород и руд, в которых наряду с анализом изменения вещества по классическим поликомпонентным фациям метаморфизма впервые выполнена сравнительная корреляция их с альтернативными монокомпонентными углеродистыми мегафациями по новой шкале метаморфизма авторов.

По месторождениям железа в островодужных системах.

1. Дизайн размещения и классификации скарново-магнетитовых месторождений Казахстана таков. Все известные скарново-магнетитовые месторождения докембрийского возраста относятся к магнезиально-скарновой формации. В Главном железорудном поясе карбоновой островодужной зоны Валерьяновской структурно-формационной зоны Торгайского прогиба по минеральным типам и фациям руд и околорудных пород выделяются месторождения трех формаций: магнезиальноскарновая во фронтальной зоне (Качарское, Коржинкольское, Кожайское), апомагнезиальноскарново-известковоскарновая в прифронтальной зоне (Соколовское, Сарбайское, Елтайская и Адаевская группы), и известковоскарновая в прикорневой и корневой (Глубоченское, Алешинское, Ломоносовское, Талкульское, Сорское, Шагыркольское, Бенкалинское) зонах скарново-рудной колонки с вертикальным размахом оруденения 3000м. В кронах ореолов околоскарновых пород месторождений фронтальной и прифронтальной зон скарново-магнетитовой колонки развиты апогабброидные руды диоксид-скаполит-титаномагнетитового типа. Особый генетический тип среди месторождений магнезиальной формации во фронтальной зоне скарново-магнетитовой колонки составляют рудные штоки и штокверки гигантской Кожа-Коржинкольской воронки взрыва, впервые установленной в пределах островодужной зоны. Месторождения известковоскарновой формации составляют доминант глубоко эродированных прикорневых скарново-магнетитовых зон, сохранившиеся в переходной коре подавляющей части огромной палеозойской территории Казахстана. Месторождения корневой скарново-магнетитовой зоны бенкалинского типа также ассоциируются с известковыми скарнами медно-порфировой, полиметаллической и редкометальной специализации в зрелой континентальной коре, которая наиболее полное развитие получила в верхнепалеозойских орогенных областях Центрального

Казахстана и Средней Азии. Наконец, месторождения всех трех формаций независимо от возраста и формационной принадлежности подразделяются на два минеральных типа: собственно скарновый (Жолдыбайское, Аккудукское, Качарское, Соколовское, Сарбайское, Глубоченское, Ломоносовское, Адаевское, Ирисуйское, Атансорское, Кентюбе и др.) и гидросиликатный (Каратасское, Бапы, Коржинкольское, Кожайское, Шагыркольское, Западная залежь Сарбайского и др.).

2. Месторождения бурожеlezняковой формации платформенного чехла Торгайского прогиба являются регенерированными отложениями мартитовых руд зон окисления коренных скарново-магнетитовых и титаномагнетитовых месторождений. По генезису они отнесены к прибрежно-дельтовому типу мел-олигоценного моря, в котором выделены рудные бассейны аятской дельтово-эстуариевой фации трансгрессивной стадии и руды в руслах и озерно-болотных водоемах лисаковской дельтово-речной фации регрессивной стадии.

3. В пределах палеозойских островодужных зон Казахстана при доминирующей роли высокотемпературных метасоматических процессов в формировании скарнов и руд четко выделяется контактовый метаморфизм прогрессивной стадии, гидротермальный метаморфизм регрессивной стадии и финальный динамометаморфизм. Активный контактовый метаморфизм с образованием скарноидов, роговиков и мраморов проявляется в магматическую стадию внедрения орогенных гранитоидных батолитов и его апофиз в энзиматическую среду островодужных зон. Гидротермальный метаморфизм происходит при смене режима раннещелочной стадии формирования скарнов и магнетитовых руд кислотной стадией приконтактного выщелачивания, обусловленной высвобождением углекислого газа замещенных известняков и насыщением отработанных гидротермальных растворов угольной кислотой. Динамометаморфизм тесно связан с геодинамической активизацией в рудных поясах, которые оказались в зонах тектонического смятия сочлененных складчатых систем, шовных зонах столкновения литосферных плит, межкупольных зонах меланжа растущих ГГК и завершаются подобные тектонические катаклизмы качественно новыми метаморфогенными образованиями вплоть до аллохтонных апоскарновых алмазоносных эклогитов.

4. Метаморфизм претерпели и молодые по возрасту оолитовые бурожеlezняковые руды ме-

зозой-кайнозойского платформенного чехла Торгайского прогиба. Степень метаморфизма в них проявился в виде восстановления донных осадков гидрооксидов железа до закисной фации оолитовых железняков, сульфидов и метаморфогенного глауконита под влиянием транс- и постмагматических растворов мезозойской тектономагматической активизации траппов Торгайского прогиба, сопутствующего разложения и углификации обильных растительных остатков во вмещающих толщах с выделением окислов углерода и сопутствующей смены окислительной среды до восстановительной, которая возростала во времени по мере накопления и увеличения мощности и возраста мезозойских отложений и глубины захоронения рудных горизонтов. В результате олигоценые донные отложения гидрооксидов железа русловой фации лисаковской субформации составляют гидрогетитовый минеральный тип оолитовых железняков, а меловые закисные руды лиманной фации аятской субформации слагают гетит-лептохлорит-сидеритовый тип руд с включениями сульфидов и прослойками метаморфогенного глауконита. В целом же все существующие месторождения оолитовой бурожелезняковой формации независимо от возраста, включая докембрийские и степени их метаморфизма до оолитовых магнетитов изначально являлись мелководными донными осадками гидрооксидов железа.

5. С учетом установки о ведущей роли воды и углекислоты при метаморфизме по Д.С. Коржинскому, проведена систематизация продуктов метаморфизма в скарнах и рудах как по традиционным поликомпонентным и полиминеральным фациям метаморфизма, так и по альтернативным монокомпонентным углеродистым мегафациям, новая шкала которых охватывает все породы и полезные ископаемые ЗК, включая мезозой-кайнозойские платформенные их отложения.

По итабиритовым поясам и связанным с ними месторождениями марганца.

1. Изначальное образование марганца итабиритов, привнесенного как и железо, происходило на фронте гранитизации и выщелачивания первичных (инициальных) базальтоидов ЗК при росте гранитоидных куполов и отложенного в межкупольных впадинах катазоны Улутауского массива с последующей ступенчатой миграцией в мезозону и рудоотложением в составах вторичных итабиритов каледонид, герцинид и киммерид.

2. На примере каледонского Ерементау-Чу-Илийского субмеридионального рудного пояса установлены генетические особенности коренных железомарганцевых и полиметаллических месторождений контактово-метаморфизованного типа, в которых скарноиды и вторичные итабириты формировались на фронте гранитизации опережающих трансмагматических флюидов с последующим внедрением пострудной палингенной гранитной магмы, обусловившей контактовый метаморфизм пород и руд автохтонных полиметалльно-железомарганцевых месторождений Бурлутасского типа.

3. Стратиформные аллохтонные месторождения Главного полиметалльно-железомарганцевого дискретного пояса Казахстана размещены в узлах пересечения молодых субширотных тектонических зон пояса с древними субмеридиональными рудными поясами, где формировались в процессе деструкции коренных месторождений и сноса аллохтонных рудоносных продуктов прибрежных кластогенных оползней и глубоководных турбидитовых потоков в возникшие трюги и грабены с образованием месторождений тасобинского, джездинского, атасуйского и никопольско-мангыстауского типов.

4. Генопары авто- и аллохтонных итабиритов Ащитасты-Тасобинской группы каледонских месторождений, Найзатас-Джездинской групп и Косагалы-Атасуйской герцинических месторождений Центрального Квказахстана, Бескемпир-Мангыстауской группы киммерийской группы Западного Казахстана относятся к гидротермально-кластогенно-турбидитовому типу. На всех возрастных рудоносных уровнях Ишим-Улытауского пояса системно установлены генетические типы и фации метаморфизма итабиритов и джезпилитов.

***Изучение и потенциальные перспективы золотого-редкометалльно-редкоземельного оруденения древних комплексов и кварцевого сырья.***

Увеличение спроса на золото, редкие земли, тантал и ниобий требует расширения и возобновления геологоразведочных и научно-исследовательских работ по восполнению и созданию минерально-сырьевой базы этих металлов в Республике. В связи с этим целью исследований являлось изучение перспектив выявления в древних комплексах (Мугоджары, Улытау, Кокшетауский срединный массив) месторождений золота, редких земель, тантала и ниобия новых нетрадиционных типов (железистые кварциты, коры выветривания, альбититы и др.).

Анализ приведенных в отчете геологических материалов наглядно показывает, что перспективы Казахстана на выявление новых и нетрадиционных типов месторождений золота, тантала, ниобия и редких земель, в древних комплексах, остаются достаточно высокими. Общей особенностью для Мугоджар, Улытау, Кокшетауского срединного массива является слабая геологическая изученность выявленных объектов. На данных территориях целесообразна постановка поисково-оценочных и научно-исследовательских работ.

В западном Казахстане (Мугоджарах) широким распространением пользуются золотоносные коры выветривания. Выделяются две региональные структуры развития золотоносных кор выветривания – Балкымайский грабен (палеорифт) протяженностью более 100 км в пределах Восточно-Мугоджарского антиклинория и Иргизский синклинорий.

В *Северном Казахстане* (Джетыгаринский рудный район и Кокшетауский срединный массив) выявлены целый ряд проявлений и месторождений золота, связанных с золотоносными корами выветривания, развитых по первичным рудам.

В *Кокшетауском срединном массиве* золотоносные коры выветривания установлены на Васильковском, Орловском, Александровском (Шлыгинском), Матсор, Наталгинском, Новоднепровском, Райгородке и др. Кроме того, при изучении оловянного месторождения Сырымбет, в рудах было обнаружено сопутствующее золото в сульфидах. При изучении урановых месторождений были высказаны представления о пространственном совмещении месторождений урана и других металлов – вольфрама, олова, золота, локализованных, в так называемых, структур «несогласия». Все это позволяет рассматривать Кокшетауский срединный массив как один из перспективных и слабо изученных на золото регионов.

В Улытау-Арганатинском поднятии (Центральный Казахстан) установлены следующие рудные формации золота:

- близповерхностная золото-кварцево-сульфидная;
- золото-кремнисто-кварцито-сульфидная;
- золотоносные кварциты (россыпная);
- золото-железистая (итабиритовая).

Степень изученности выделенных рудных формаций довольно низкая. Наиболее изучена близповерхностная золото-кварцево-сульфидная

формация, которая является наиболее распространенной и представлена одиночными и сближенными кварцевыми жилами с сульфидами различной протяженности и мощности.

Золото-углисто-глинисто-кремнисто-черносланцевая формация характеризуется низкими концентрациями золота (участок Байконур).

Формация железистых кварцитов на золото изучена слабо. Имеющаяся информация по данной рудной формации показывает, что золоторудные объекты находятся в узлах концентрации интрузий основного и среднего состава и железистых кварцитов, т.е. золотое оруденение является регенерированным и концентрируется в структурных ловушках (Балбрауы, Керегетас и др.). Сами железистые кварциты не несут промышленных концентраций золота. При промышленном освоении железистых кварцитов Центрального Казахстана имеются все предпосылки для промышленного освоения и добычи железистых кварцитов (запасы, содержания железа, обогатимость руд и развитая инфраструктура и т.д.). Поэтому сонахождение в них или совместное нахождение с ними золоторудной минерализации могут представлять промышленный интерес.

*Тантал, ниобий, редкие земли.* В Мугоджарах установлены следующие геологопромышленные типы тантал-ниобиевого и редкоземельного оруденения: тантал-ниобиевые и редкоземельные коры выветривания развиты по щелочным гранитам, сиенитам, альбититам и т.д., редкоземельные пегматиты, россыпи (морские, озерные). Редкоземельные пегматиты ассоциируются с нижнекаменноугольными интрузиями гранитоидов. Промышленная оценка их не проводилась.

На *Кокшетауском срединном массиве* широко распространены редкометалльные (Ta, Nb, Tr, Sn) коры выветривания, которые приурочены к Володарской и Шат-Заградовской рифтогенным структурам. Редкометалльные граниты представлены гранитоидами орлиногорского и дальненского (шок-карагайского) комплексов средне-верхнедевонского возраста. Их размещение контролируется системой региональных разноориентированных разрывных нарушений. Большинство наиболее значимых проявлений тантало-ниобатов, в т.ч. Сырымбектское рудное поле выявлено в областях контакта гранитоидов со стратифицированными толщами карбонатосодержащих пород, гнейсами, углефицированными сланцами.

*Улытау-Арганатинское поднятие* можно рассматривать как комплексную редкометалльно-редкоземельную провинцию. Северная часть

зоны (Арганатинское поднятие) является преимущественно редкоземельной провинцией, протягивающейся в меридиональном направлении на 150 км. Редкие земли установлены в корах выветривания, руды по составу близки к рудам Куьдыбайского месторождения.

Кварцевое сырье в Казахстане распространено во всех регионах. В настоящее время кварцевое сырье используется не только для плавки кварцевых стекол, но и для микроэлектроники, и для производства поли- и монокристаллического кремния – выпуска кремниевых пластин для солнечных электростанций. Последние две отрасли являются основными потребителями кварцевого сырья. Поэтому не только учет, но и расширение запасов этого сырья является актуальным сегодня и на перспективу.

В работе приводится описание всех кварцевоносных районов Казахстана, с известными на сегодняшний день месторождениями кварцевого сырья, представленные гидротермальными кварцевыми жилами и кварцевыми ядрами пегматитовых тел, обнажающихся на поверхности земли. Приведены данные запасов кварцевого сырья.

#### **Условия формирования и оценка перспектив редкометалльного оруденения Казахстана (вольфрам, молибден).**

**Вольфрам** – один из распространенных редкометалльных элементов на территории Республики. Выделяются три промышленно-генетических типа вольфрамовых месторождений – штокверковый, стратиформный и скарново-грейзеновый. Приводится детальная характеристика каждого типа – связь с рудоносными интрузиями, глубина формирования оруденения, зональность руд, практическая значимость и др. вопросы.

Основу минерально-сырьевой базы вольфрама представляют штокверковые месторождения, составляющие 91,3 % от общих балансовых запасов вольфрама Республики. Вторыми по значимости являются стратиформные месторождения, по запасам и содержанию полезных компонентов стоящие в одном ряду с аналогичными объектами мирового значения – США, Канады, Австралии. К третьему типу отнесены скарново-грейзеновые месторождения Катпарского рудного поля в Центральном Казахстане.

Для каждого из трех генетических типов вольфрама выделены перспективные рудные зоны, рудные поля, отдельные рудопроявления.

**Молибден** – единственный востребованный редкометалльный элемент в Казахстане. Из семи

генетических типов редкометалльных месторождений Республики основным в концентрации молибдена является кварцево-жильный тип и его морфологическая разновидность – штокверковые месторождения, в них сконцентрировано 92,9 % балансовых запасов молибдена Казахстана. Основной представитель – месторождение Коктенколь, гигант мирового масштаба и около 20 средних и мелких месторождений в Центральном Казахстане.

Вторыми по значимости являются скарново-грейзеновые месторождения, представленные месторождением Катпар. Это сложные в генетическом отношении образования с совмещенными процессами скарнирования и грейзенизации. Руды сложные по составу – вольфрам-молибден-висмутовые с сопутствующей медью. Это перспективный генетический тип, его значимость определяется катпарским рудным полем и перспективными проявлениями в Успенской рудной зоне.

В целом, Республика обладает значительным потенциалом на вольфрамовые и молибденовые руды, который определяется, прежде всего, штокверковыми месторождениями, в которых сконцентрировано более 90 % от общих балансовых запасов вольфрама и молибдена Казахстана. Освоение этих гигантов сдерживается из-за отсутствия технологии обогащения руд и низких содержаний основного компонента. Пример зарубежных аналогов свидетельствует о том, что такие месторождения могут обрабатываться даже при низких содержаниях, при разработанной технологии обогащения руд.

Заслуживают самой высокой оценки стратиформные вольфрамовые месторождения, по содержанию полезного компонента и запасам стоящие в одном ряду с мировыми аналогами Канады, США и др. стран. Одни объекты разведаны и подготовлены к освоению, другие остаются недоразведанными, а перспективы остальных заслуживают проведения поисково-оценочных работ. Оценка этого генетического типа – первоочередная задача геологической службы Казахстана.

#### **Карта золотоносности Казахстана.**

Комплекс проведенных научных исследований по обоснованию современных проблем минерального сырья и перспективной оценке развития минерально-сырьевой базы Казахстана по этому виду полезных ископаемых дали следующие результаты:

1. Составлена карта размещения прогнозных ресурсов и запасов на сводной прогнозно-метал-

логенической основе в масштабе 1:1 000 000 с легендой, основывающейся на выделении металлогенических зон, рудных районов, рудных узлов и рудных полей и месторождений на принципах геодинамической эволюции их формирования. На карте также нашли отражение региональные зоны тектоно-магматической активизации, контролирующей размещение рудных узлов с уникальными запасами (Васильковское). Анализ карты показывает, что наиболее перспективными в резком увеличении запасов все еще остаются известные промышленно освоенные месторождения и рудные поля, на долю которых находится 70,2% прогнозируемых запасов. На площадях этих рудных полей (Бакыршык, Жумба, Кулунжун, Аксу, Бестюбе, Жолымбет, Акбакай, Житикара, Варваринское и др.) необходимо создание современных крупномасштабных (1:1000 – 1:10 000) геолого-генетических и объемных моделей с целью основания детальных геологоразведочных работ и полной ревизии промышленной значимости всех типов руд (в том числе забалансовых, ранее считавшихся некондиционными).

2. Разработать универсальную компьютерную программу обработки всех признаков благороднометалльного оруденения с полной математической моделью ведущих геолого-промышленных типов месторождения золота с целью повышения эффективности прогнозных исследований. На основе создания такой программы будет произведен выбор разноранговых эталонных объектов с учетом параметров интенсивности проявления или информационного веса тех или иных рудоконтролирующих факторов, являющихся основой прогноза. Эталонный объект по своим параметрам должен состоять из определенного множества признаков объектов, составляющих закономерный ряд родственных по геолого-генетическим особенностям месторождений.

3. Необходимо коренным образом пересмотреть результаты минералогических, геохимических и технологических исследований, базирующихся на устаревших лабораторных методиках и анализах, и создать современную аналитическую базу. Так, применяемый в настоящее время основной метод определения содержания золото-пробирный анализ в зависимости от типов руд и фазового состава золота, занижает истинное содержание золота от 1,5-2 до 30 и более раз. Наблюдается также большой разброс (от 1-3 до 300-470 раз) значений содержаний золота разными аналитическими методами.

Создание универсальной минералого-геохимической (аналитической) базы определения всех фазовых форм золота в рудах различных геолого-промышленных типов месторождений является основой создания совершенных технологий полного извлечения золота из руд.

4. Новые данные фундаментальных исследований по микро- и наноминералогии открыли новые возможности увеличения запасов золота в рудах, а также в коренном усовершенствовании технологии его извлечения. Установлены, что микро- и наночастицы золота развиты не только в месторождениях углеродистых, сульфидных и близповерхностных золото-серебряных формаций, но и широко представлены в рудах среднеглубинного золото-сульфидно-кварцевого типа, ранее считавшегося относительно легко обогащаемыми рудами. Установлено, что «невидимого» золота в кварце больше чем в других минералах. В связи с этим, встает вопрос о степени вскрытия такого золота при технологии извлечения и однозначно объясняет причину ухода в хвосты значительной части золота.

5. В составе проведенных работ составлены конкретные рекомендации по проведению детальных геологоразведочных работ. Они включают необходимость принципиальной оценки золотосодержания колчеданных месторождений Рудного Алтая и Центрального Казахстана, проведения детальных работ на рудоносных вулканотектонических структурах Северного Прибалхашья, коровых объектах Семипалатинского Прииртышья и Тургая и крупнообъемных россыпных месторождениях с мелким и тонким золотом, так называемого дальнего переноса и переотложения (рр.Ертіс, Есиль и др.) и конусов выноса (Куршим, Шар и др.).

Приведенные в отчете по фундаментальным исследованиям данные имеют принципиальное значение и могут быть заложены в основу форсированного развития золотодобычи в Казахстане.

#### ***Минерагения и оценка перспектив базит-гипербазитовых комплексов Казахстана.***

Минерагения базит-гипербазитовых массивов очень разнообразна. С этими массивами связаны месторождения меди, никеля, хрома, железа, титана, платиноидов, талька, хризотил-асбеста и других полезных ископаемых. Кроме этого, сами породы интрузивов являются полезным ископаемым – облицовочные камни. Целью проведенных исследований являлись медно-никелевое и титан-магнетитовое оруденение, как нетрадици-

онные промышленно-генетические типы месторождений меди, никеля и титана для Казахстана.

Перспективы обнаружения медно-никелевых месторождений в Казахстане связаны с небольшими массивами базит-гипербазитового состава, прорывающим осадочные породы, обогащенные серой, характеризующимися пониженными кларками меди и никеля.

В Казахстане кроме небольших месторождений Камкор и Южный Максут известен ряд рудопроявлений (Кенши, Тасты, Медное, Уртынжал), которые требуют оценки их промышленного потенциала.

Все магматические промышленные месторождения титаномагнетитовых руд пространственно и генетически связаны исключительно с базит-ультрабазитовыми интрузиями. Массивы, в которых заключено промышленное оруденение, характеризуются хорошей дифференцированностью (габбро, габбро-нориты, нориты, габбро-диабазы, габбро-анортозиты, пироксениты и др.). Они залегают в форме лополитообразных или чаще плитообразных (трещинных) тел, приуроченных к зонам глубинных разломов.

До настоящего времени в Казахстане не было известно ни одно промышленное месторождение титаномагнетитовых руд. С открытием Тымлайского месторождения появилась перспектива открытия объектов этого типа в Казахстане, что существенно укрепит сырьевую базу титана.

**Изучить на микро- и наноуровне формы нахождения благородных, редких и рассеянных элементов в рудах месторождений «черносланцевого» типа Казахстана и оценить их перспективы на платиносность.**

Месторождения золота «черносланцевого» типа на данный момент считаются основным резервом золота для многих стран Мира, в том числе и Казахстана. Это определяет актуальность проведения научно-исследовательских работ с целью исследования на микро- и наноуровне форм благородных, редких и рассеянных элементов. Этот аспект определяется необходимостью разработки новых технологий по извлечению полезных компонентов из тонкодисперсных руд, характерных для месторождений «черносланцевого» типа.

До сих пор не вполне ясно, в каком состоянии золото и другие благородные металлы распределены в сульфидах и других неорганических минералах, не говоря уже о формах их нахождения

в углеродистых соединениях и минералах углерода. Эта проблема имеет существенное значение как для понимания процессов формирования данных месторождений, так и для эффективного извлечения благородных металлов из руд месторождений «черносланцевого» типа.

Использование микро- и наноминералогии позволило автору получить новую информацию о вещественном составе продуктивных рудных минеральных ассоциаций золоторудных месторождений «черносланцевого» типа, что особенно касается форм распределения золота и платиноидов как в сульфидах, так и в углеродистом веществе.

Наши исследования определили большое разнообразие форм, размеров и состояний золота и других благородных металлов, как в сульфидах, так и в углеродистом веществе.

Важной особенностью кристаллохимии золота является то, что оно относится к элементу с сильной тенденцией к эндокриптии – вхождение микроэлементов в структуры минералов с помощью присущих им дефектов. Такими дефектами являются вакансии в кристаллической решетке, с которыми связываются наибольшие пределы вхождения золота (до  $10^{-2}$  мас. %). Нами зафиксированы микронные размеры золотин, развитых в дефектах зонарных пиритов в центральных зонах с пузыристой микроструктурой.

Другое перспективное направление в геохимии и кристаллохимии золота является изучение состояния и состава поверхностных неавтономных нанофаз на кристаллах – хозяинах (сульфидах), их поглотительной способности в отношении золота и других металлов. Эти неавтономные фазы (НФ) сформированы не в процессе зарождения и роста сульфидов, а в процессе взаимодействия компонентов системы с поверхностью уже существующей фазы в пределах 100-300 нанометрового окисленного слоя, где пределы вхождения золота примерно на два порядка величины превышают «истинную» изоморфную емкость кристаллов концентраторов.

Были выявлены из НФ арсенипиритов, пиритов и шунгитов наноминералы благородных и других металлов из руд месторождений Бакырчик и Большеви:  $PtS_2$ ,  $PdS_2$ ,  $PtAs_2$ ,  $Pt_5Ti_3$ ,  $Pt_2Y$ ,  $Pt(AsS)_2$ ,  $CoPt$ ,  $Pt_{16}S_7$ ,  $K_2PdO_2$ ,  $Na_2PdO_2$ ,  $Na_2Pd_3O_4$ ,  $OsS_2$ ,  $(Os, Ru)AsS$ ,  $AlPtC_{0,5}$ ,  $FePtC$ ,  $Cr_{2,4}Pt_{1,7}C_{1-x}$ ,  $AgAuS$ ,  $AuCl$ ,  $AuO$ ,  $AuSb_{2AgFe_2S_3}$ ,  $Ag_7AsS_6$ ,  $Ag_2AsS_2$ ,  $AgCl$ ,  $AgClO_4$ ,  $AgAsS_3$ ,  $AgFe_2O_3$ ,

$\text{Ag}_4\text{SeS}_3$ ,  $\text{Ag}_{1-x}\text{S}_8$  и другие, которые почти всегда сопровождаются пирротинном и теннантитом (наоуровень).

В шунгите рудной и околорудной зоны выявлены микроагрегаты благородных металлов, сопровождающиеся пирротинном и тетраэдритом, и комплексом «чуждых» компонентов – редких и рассеянных элементов. Последние представлены микроминералами с резким нарушением стехиометрии и наличием примесей искажающих формулы минералов. Здесь же присутствуют «фантаститы», состоящие из смесей серебра, таллия, йода, олова, висмута, индия, галлия и др. (микроуровень).

Микронозерновые благородные металлы развитые в шунгите, в основном – самородные. Платина чистая или с примесью Ti, Fe, Sn, Cu. В агрегате микрослоя встречаются хлор, бром, йод и ртуть. Золото в этом слое высокопробное или с примесью серебра (электрум) или меди (купроаурит), отмечено палладистое золото (порпечит). Серебро самородное и с примесью меди и золота.

Отмечая переход поверхностного нанослоя (на сульфидах) в микрослой (более окисленное фазовое состояние) следует выделять тесноту их связей с углеродистыми соединениями. Нанослой кристаллизовался в многофазных системах в присутствии примесных компонентов (Cu, Zn, Pb, As, K, Ti, TR, W, Sn, V, Ta, Nb, Jn, Ga, J, Br, Cl и др.) и характеризует геохимическую обстановку минералообразования с участием углеродистых соединений.

Следует обратить внимание на то, что кластерные наноминералы, развитые в НФ сульфидов и переходящие в области развития шунгита, «занимают» различные структурные наноформы, представленные нанотрубками, наночастицами с фуллеренообразными структурами, сочетанием нанотрубок с фуллереноподобными разностями, «слипшимися» агрегатами с микросферической огранкой и другими.

Из минералов благородных металлов, заполняющих нанотрубки и наночастицы с фуллереноподобной структурой особое место занимают сульфиды, арсениды:  $\text{PtS}_2$ ,  $\text{PdS}_2$ ,  $\text{PtAs}_2$ ,  $\text{PdAs}_2$ ,  $\text{Pt(AsS)}_2$ ,  $\text{AgAuS}$ , и карбиды:  $\text{Fe}_3\text{PtC}$ ,  $\text{Cr}_2\text{Pt}_2\text{C}$ . В сферических наночастицах с фуллереноподобной структурой встречены соединения вольфрама, в том числе дисульфид вольфрама ( $\text{WS}_2$ ).

Фуллереноподобные углеродистые структуры представляют собой углеродистую пленку, завер-

нутую в объемную форму с признаками гексагоидодекаэдра (фуллерен). Встречаются фуллереноподобные углеродистые структуры в виде толстой пленки, завернутой в конус, в котором наблюдаются ячейки с гексагональным мотивом огранки с включением большого разнообразия нанопаз, в том числе  $\text{Pd}_4\text{Si}$ ,  $\text{Pt(AsS)}_2$  и  $\text{AuCl}$ .

В заключении следует отметить, что наиболее крупное золото и серебро встречается в сульфидах как эндокриптное, занимающее дефекты кристалла – хозяина, обычно «самородное» или твердые растворы с серебром. Затем эти металлы вместе с платиной, палладием и осмием встречаются в нанослое сульфидов и в сопутствующем шунгите в химически связанном состоянии с S, Fe, As, O, C. Платина, серебро и золото самородное микронных размеров имеют масштабное развитие в углеродистом веществе (шунгите) рудных и околорудных зон месторождений. Приведенные данные требуют перестройки технологии передела руд на извлечение не только тяжелых фракций, но и легкой (обогащенной углеродистым веществом).

Научная новизна и достояние наноминералогии месторождений «черносланцевого» типа, в первую очередь, состоит в том, что наноминералы благородных металлов включены или развиты на поверхности специфических наноструктур: нанотрубок (углеродистых и неуглеродистых), фуллереноподобных структур (ограниченных и неограниченных), переходных структур между выше названными, «слипшимися» агрегатами и другими сложными наноструктурами.

Актуальность наших исследований вытекает из трех проблем.

Первая – в Мире развито большое количество месторождений «черносланцевого» типа, которые фактически до сих пор не имеют эффективную технологию обогащения и извлечения благородных металлов.

Вторая – определение форм, размеров и состояния нахождения рудных элементов в сульфидах и углеродистых соединениях является основой для создания новой технологии извлечения.

Третья – аналитические данные определения благородных металлов и, особенно платиноидов, в черносланцевых средах весьма затруднительны и мало достоверны, что подчеркивает большую значимость применения нано-микроминералогических исследований как для технологических, так и минерагенических работ.

Имеющиеся лабораторные исследования по созданию новой нанотехнологии обогащения и извлечения тонкодисперсных руд «черносланцевого» типа (с учетом авторского патента 2003 г.) показали возможность извлечения нано- и микрорформных компонентов благородных металлов с высоким, зачастую ураганным содержанием: по золоту на порядок выше, по серебру на два порядка выше, чем в исходных рудах.

Этот порядок определяется:

первое — большинство элементов благородных металлов находится в наноразмерном состоянии и, второе — они тесно связаны не только с сульфидами но и в значительной мере с углеродистым веществом, с которым многие технологии ведут «истребительную войну».

К практической стороне исследований следует отнести то, что золоторудные месторождения Бакырчикского, Боко-Васильевского и Северо-Казахстанского (Кварцитовые Горки) районов приобрели статус золото-платиноидных. Обнаружено большое разнообразие редких и редкоземельных нано-микроминералов, которые ждут своей оценки с позиции возможной попутной извлекаемости и промышленной ценности.

**На основе современных компьютерных технологий провести петрохимическую идентификацию магматических комплексов Казахстана и создать геодинамические модели эволюции его рудоносных структур.**

Созданы петрохимические модели рудоносных Жалаир-Найманского, Сарытумаского, Текелийского палеорифтов, Тастауской глубоководной впадины, среднедевонского Кастекского, раннекарбонового Кетменского и позднепермского Бозмойнакского рифтов Южного Казахстана. Определены их границы, направления, времени образования, характер магматизма, структурные и петрохимические факторы контроля оруденения, позволяющие наметить конкретные перспективные участки для поисковых работ.

В Жалаир-Найманской зоне это щелочно-ультраосновные тела с высоким содержанием титана в составе массивов Андасай, Байгара, Джамбульский, Каратальский, аналогичные массивам гипербазитов, вмещающим оруденение на месторождении Тымлайского рудного узла.

В Сарытумской палеорифтовой зоне перспективны региональные и локальные разрывные структуры, контролирующие размещение рудных тел месторождения Бурултас, баритовых и марганцевых месторождений.

В Текелийской палеорифтовой зоне подлежат освоению рудоносные глубокие горизонты месторождений и тектонически перекрытые девоном рифтовые углеродистые и карбонатные толщи нижнего палеозоя.

В Кастекском палеорифте благоприятным поисковым признаком является наличие даек, секущих подвулканическую зону девонского пояса.

В Кетменском карбоновом рифте перспективны на медное и полиметаллическое оруденение субширотные пологие ослабленные зоны, секущие базальтовые туфы и туффиты, края жерловин и субвулканических тел и карбонатные отложения визейско-серпуховского возраста.

Пермский Бозмойнакский рифт контролирует размещение золотоносных линейных тел трахириолитов, параллельных его границам и являющихся весьма перспективными (месторождение Безымянное, Аршалы и др.). Полого погружающаяся к востоку кровля Восточно-Кетменского гранитного массива и его надинтрузивная часть перспективны на редкометалльно-редкоземельное с золотом оруденение. Эта территория очень слабо изучена в связи с недоступностью по ранее существовавшим требованиям пограничного режима. В настоящее время она открыта и заслуживает детального изучения. На сопредельной территории Киргизии этот тип оруденения образует крупные промышленные концентрации.

**Системно-рудноформационный анализ территории Южного Казахстана.**

Дана авторская трактовка фундаментальных понятий и принципов Общей теории систем, а также основных направлений системных исследований, получивших наименование в плане геологических дисциплин как «концепция нового униформизма». Доказывается, что системные исследования в плане изучения природных явлений и событий должны состоять из трех направлений, имеющих единую прогностическую цель и общее концептуальное основание — идею симметрии. *Первое — классификационное (генетическое и функциональное) направление:* биматричная систематика исследуемых событий (онтологическая и гносеологическая). Фундаментом данного направления является *метод матричной систематики* (ММС). Разработанная автором специально для решения прогнозных задач унифицированная классификационно-системная матрица «Уникласс», отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм существования и функционирования любых фундаментальных

Систем — *прямую и обращенную периодичность* внутрисистемных свойств, являет собой методологический фундамент системных исследований и концепции «нового униформизма». В своих конкретных приложениях матрица «Уникласс» представляет геометрическую интерпретацию теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструмент для их эффективного ретроспективного анализа и прогноза. Концептуальное, философско-методологическое, физико-математическое обоснование и принципы метода матричной систематики изложены в более ранних публикациях, где иллюстрируется фундаментальными примерами построения матричных классификаций химических элементов и рудных формаций, сейсмостектонических событий, плит-тектонических террейнов и тектоносферных геотектоногенов, рифтогенного и коллизионного вулканизма, кластогенных и хемогенных геологических формаций, магматических формаций, геохимии ландшафтов. Инвариантом всех матричных классификаций является общий алгоритм организации, существования и функционирования природных Систем как микромира, так и макромира — *прямая и обращенная периодичность внутрисистемных функциональных свойств*.

*Второе — картографическое направление:* картографическое представление исследуемых системных событий — районирование. Оно выполняется согласно родовой и уровневой позиции исследуемой системы в едином ансамбле позиционных природных систем (сейсмостектоническое, геотектоническое, геоморфологическое (оро-гидрографическое), структурно-формационное, петро-металлогеническое, климатическое, ландшафтно-геохимическое районирование). *Третье — функциональное направление:* системно-феноменологический анализ исследуемых событий — также в соответствии с конкретной Системой, а именно: сейсмологический, геодинамический (рифтогенно-коллизионный и седиментогенно-складчатый), тафро-орогенический и кластогенно-литологический, рифтогенно- и коллизионно-вулканический и хемогенно-литологический, петрохимический, рудно-формационный, ландшафтно-геохимический анализы, выводы по которым имеют объективный ретроспективный либо прогнозный характер. Все указанные три направления отражают знаменитую гегелевскую диалектическую триаду: «тезис — антитезис — синтез». Таким образом, операционный комплекс прогнозных процедур функционального направления предполагает синтез классификационного и

картографического направлений системных исследований, имеющих общее концептуальное основание — идею полной симметрии. Так, например, синтез матричной систематики сейсмостектонических событий и геотектонического районирования и есть сущность системно-сейсмостектонического анализа как эффективного инструмента долгосрочного прогноза катастрофических и разрушительных землетрясений. Аналогично — синтез матричной систематики рудных формаций и геотектонического районирования и есть сущность *системно-рудноформационного анализа (СРФА)* как эффективного инструмента прогнозно-металлогенических построений. Раздел завершается перечнем авторских публикаций по тематике системных исследований.

*Во втором — методическом разделе* последовательно по отдельным главам изложены конкретные авторские разработки по биматричной систематике рудных формаций, принципы геотектонического районирования, иллюстрируемые конкретной схемой районирования Казахской «складчатой» страны и, наконец, собственно *методика системно-рудноформационного анализа* горнорудных районов как эффективного инструмента прогнозно-металлогенических построений.

*В третьем — завершающем разделе* даны предварительные результаты впервые выполненного системно-рудноформационного анализа с представлением прогнозно-минерагенических построений по конкретным рудным районам рассматриваемой территории. Последовательно изложены результаты СРФА по Коксу-Текелийскому горнорудному району, Тайсоган-Актогайскому, Акбакай–Ботабурумскому, Чу–Кендыктасскому рудным районам и Каратауской металлогенической провинции. Составлен сводный каталог перспективных объектов и поисковых площадей с указанием предполагаемого ранга и прогнозных ресурсов минерального сырья, а также рекомендации по видам и объемам поисково-оценочных работ. Авторы надеются, что выполненные фундаментальные исследования станут прецедентом более широкого внедрения методологии системных исследований в практику научно-исследовательских и геолого-поисковых работ.

Авторы прекрасно осознают, что широкая аудитория геологов, воспитанная на традиционной формальной интерпретации геологического строения регионов, их геолого-формационных и сугубо отраслевых металлогенических особенностей воспримет буквально «в штыки» инноваци-

онную попытку системной интерпретации геологических проблем. Всем специалистам следует считаться с велением времени — для эффективного решения любых научных проблем необходимо масштабно и широко привлекать методологию системных исследований.

### **Шунгиты Казахстана и золы ТЭЦ.**

Определено многообразие состояний шунгитов как класса пиробитумов. Кериты, антраксолиты, шунгиты и графитистые сланцы составляют природный ряд пиробитумов в мере дегидрополиконденсации углеродистой фазы или потери углеводородами водорода. Кериты и антраксолиты богаты УВ и представляют природное сырьё для тоннажного извлечения широкого списка полициклических УВ, в которых может быть заинтересованы фармакология, производство красителей для полиграфии и текстильной промышленности; химия полимеров; тонкие химические технологии и т.д. Шунгиты — это песчаники, алевролиты, карбонаты — с углеродистым заполнением в пористости, потерявшим полностью водород. Углеродистая фаза представлена графитоподобной сеткой. Сетка отличается от графитовой наличием множества пятиугольных, и иных атомных ячеек, что её пространственно хаотично искривляет. Обрывки сетки в сближении на наноуровне сшиваются химическими боковыми ?-связями в агрегативные хлопья. Это является структурным мотивом углеродистой фазы как шунгита. Пространственно искривлённые, но сшитые обрывки сетки образуют рыхлые объёмные агрегаты, обеспечивающие шунгиту уникальные адсорбционные способности. Адсорбируется всё из ближайшего окружения, в том числе атомы и соединения металлов и неметаллов, углеводороды, вирусы, бактерии и нечистоты из сточных вод. Металлы, попавшие в пространство хлопьев, связываются прочными карбидными связями, почему золото на месторождении Бакырчик на 40% уходит в хвосты. Имеются сведения о платиноносности шунгитов, но это как их типоморфное свойство не подтверждается. Шунгиты могут нести любую металлическую нагрузку в своей адсорбционной ёмкости, в зависимости от природной ситуации в их геологической истории. Под этим имеется в виду возможность попадания участков нефтематеринской и уже метаморфизованной толщи в условия гидротермальной и вообще любой формы минерализации. Ярким примером является группа рудных объектов Текели, где крупное полиметалличес-

кое месторождение наложилось на углеродистую толщу текелийской свиты в антраксолит-шунгитовом состоянии. В шунгитах Текелийского месторождения отмечаются содержания платиноидов до 40 г/т. Отсюда возникает представление о платиноносности шунгитов вообще. Были выполнены капиталоемкие тематические работы по платиноносности шунгитов Казахстана, не давшие обнадеживающих результатов.

Структурный мотив шунгитового углерода в виде пространственно искривлённой сетки способствует в некотором маловероятном приближении (1 : 1000000) достигать искривления до схлопывания в сферу. Такие углеродные сферы известны как фуллерены. Их наличие является типоморфным свойством шунгитов вообще. Фуллерены появляются уже в керитах, наименее метаморфизованных пиробитумах. При оценке 1 : 1000000, в переходе к объёмам, ( $v 1000000 = 100$ ), один кластер фуллерена диаметром 7? в среднем может приходиться на объём  $100 \times 100 \times 100^3$  углеродистой фазы и создавать средние содержания в породе  $n \cdot 10^{-4} \%$ . Близкие к этому содержания нами получены для руд Текели.

Напротив, неискривлённые фрагменты шунгитовой сетки, где отсутствуют ячейки, отличающиеся от шестиугольных, представляют собой графит, который присутствует уже в керитах (Мизерная М.А., 2002) и его содержания нарастают по мере метаморфизма.

Шунгиты несут большое количество всех металлов, адсорбированных ещё в диагенетической фазе образования нефтепродуктов, но и значительно позже. В ходе метаморфизма металлы связываются в углеродистой фазе вначале в металлоорганические, а ближе к шунгиту — перестраиваются в карбидные соединения. Тем самым химическая прочность их связей повышается (Бакырчик). В технологиях извлечение металлов возможно, а в комплексном переделе и рентабельно в условиях экстремальных методов (извлечением царской водкой, цианидами, выжиганием углерода и т.д.). Это предполагает, например, возвращение к переделу хвостов Бакырчикского горнорудного предприятия.

При комплексном переделе шунгит как обычный песчаник или известняк, но пропитанный углеродистой фазой, на 70 — 99% состоящий из матрицы, силикатной, или карбонатной, оставляет эту фазу для отходов. Но этот материал может быть полностью использован как компонента в цементном производстве. При налаженных от-

ношениях шунгитовый передел может стать безотходным.

**Зола ТЭЦ** значительно сложнее по качественному составу, чем шунгиты, и их передел может быть рентабельным только в комплексном представлении. Если технологически разобрать золу на составляющие компоненты, то, в зависимости от природных источников сжигаемых углей, выделится до нескольких десятков продуктов, представляющих значительный коммерческий интерес. Попытки утилизировать золу в направлении одного какого-либо продукта, или способа использования, до настоящего времени нигде в мире ещё не привели к успеху. Но зола состоит из компонентов, известных в горнорудной промышленности по природным источникам, получение которых налажено издавна. Это железная руда, представленная в золе магнетитом и мартитом в магнитной фракции (до 2%). Может извлекаться магнитной сепарацией; ряд компонентов, аналоги которых на ГОКах извлекаются обычной флотацией: корунд, карборунд, графит, стеклоуглерод, силикатные сферы, каолин и т.д. Металлы в золах содержатся в более высоких

концентрациях, чем в шунгитах. Как продукты сгорания золы являются результатом обогащения в пропорции к коэффициенту зольности исходных углей, тогда как содержания в шунгитах близки к содержаниям в углях. Поэтому извлечение металлов из зол более рентабельно, чем из шунгитов, хотя возможно по одинаковым технологиям. По нашим данным, содержания платиноидов в золах от Экибастузского разреза, устойчиво держатся суммарно около 1 г/т., при этом Pt – 0/6 г/т. (содержания платины, учитываемые кадастром от 0.1 г./т.) Зола также содержит широкий список углеводородов, подобно шунгитовым. Они являются уже продуктами синтеза в пламени топок из недогорающего угля в восстановительной зоне факелов. Их список представлен, как и в шунгитах, сотнями названий, но отличается по качественному составу за условия синтеза.

Перечисленные и другие компоненты золы составляют в сумме 20 – 25% её массы. 75% – представленные в основном силикатной фазой, полноценное сырьё для цементного производства. Передел золы, как и передел шунгитов, можно довести до безотходного производства.

УДК 546.59:92;553.086

Л.Г. МАРЧЕНКО

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО-ПЛАТИНОИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЧЕРНЫХ СЛАНЦАХ

Қара тақтатастағы асыл металдар кенорнындағы көміртектен мен кен құрамбөліктерінің байланыс заңдылықтары көміртекті заттармен байытылған магматогенді флюидизат ағымымен қосакталған осы кенорындарының генетикалық үлгісіндегі метамоматозасының өзіндік қайта құрылуындағы жетекші рөлін куәландырады.

Закономерности связей рудных компонентов и углерода на месторождениях благородных металлов в черных сланцах свидетельствуют о ведущей роли в генетической модели этих месторождений специфического восстановленного метасоматоза, сопровождающего потоки магматогенных флюидизатов, обогащенных углеродистым веществом.

The regularities of connectionies of ore minerals and the carbon in precious metals deposits in black schistes are testifying about leading role to origin model of these deposits are specific carbonic metasomatic, that was conducted the streams of magmatogenic fluidizates, enriched carloneceous matter.

Месторождения с тонковкрапленным золотом, локализованные в черных сланцах, становятся ведущим типом промышленных месторождений золота. В перспективе именно эти месторождения станут одним из основных источников золота, поэтому разработка геолого-генетической модели их формирования является весьма актуальной.

Образование комплексных месторождений золота и платиноидов в черных сланцах тесно связано с рифтовыми процессами, зонами глубинных разломов, деструкцией земной коры, способствующих формированию огромных масс пылевидного вещества (диспергированные частицы) и одновременному поступлению из глубин земли и осаждению эндогенного углерода и других молекул, прежде всего благородных металлов. На заключительных, коллизионных надвиговых этапах рифтообразования для локализации таких месторождений большую роль играют взрывные явления, восстановленный тип метасоматоза, потоки специфических рудоносных флюидизатов, обогащенных углеродистыми соединениями.

Изучение металлогении черных сланцев начинается, в первую очередь, с геохимической специализации вмещающей среды (литолого-парагенетических ассоциаций пород). Затем прово-

дится определение минералого-геохимической сущности окolorудных изменений (метасоматитов) и развития магматических и магматогенных образований и других признаков, как путь решения важнейших генетических аспектов рудообразования в черных сланцах.

В Казахстане имеется тринадцать стратоуровневой углеродистых формаций, содержащих различные генетические типы золотого стратиформного оруденения. На золото геохимически специализируются терригенно-углеродистые формации с количественным возрастанием контрастности содержаний в толщах палеозоя сравнительно с толщами докембрия (табл. 1). Ассоциации золота с мышьяком характерны почти для всех корреляционных зависимостей золотоносных формаций, в том числе для руд и флюидизатов (табл.2). Терригенно-углеродистые формации (калбинская, буконьская и другие) характеризуются, кроме золото-мышьяковой, золото-серебро-мышьяково-сурьмяной ассоциацией. Карбонатно-терригенно-углеродистые формации, кроме золото-мышьяковой, имеют золото-медную и золото-редкометалльную ассоциацию (шарыкская свита). Распределение золото-полиметаллической и золото-редкометалльной ассоциаций в терригенных и карбонатно-терригенных углеродистых формациях отражает вертикальную гео-

<sup>1-5</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Таблица 1. Состав и контрастность концентрирования геохимических ассоциаций золота и других рудогенных элементов в углеродистых формациях

Тип формации	Местное название формации, месторождения	Возраст	Количество проб	Контрастность ассоциаций			
				* КК>100	КК=10-100	КК=5-10	КК=1-5
Терригенно-углеродистая	Калбинская	C <sub>1</sub>	126	Au, As	Bi, Sb	W	Ag, Mo, Pb
	Буконьская	C <sub>2</sub>	90	Au	As	Ag	Zn, Cu, Pb, W, Mo, P, Co
	Бакырчик		Au	As	W	Zn, Ag, Mo, Cr, Cu, Pb, Ni, Co	
	Васильевское	O <sub>1-2</sub>	39	Au	As	Mo	
	Щербактинская		40	Au, As, Bi	Sb, As, Pb		W, Zn, Cu
	Чокпар	R <sub>1-2</sub>	428		Au		Ag, Pb, Mo, Cu, Bi, Zn, As, P
	Кокджотская		137	Au	Ag		Cu, Zn, Mo
	Бесагаш		202	Au		Ag	Pb, Cu, Zn, Mo, Bi
	Карашат		116	Au		Ag	
	Аралтау	O <sub>3</sub>	42	Au	-	As, W	Sn, Cr, Pb, Zn
Андеркенская	73		-	Au	As	Bi, Ag, Mo, Cu, W, Sn, Zn, Pb, Ag, Cu, Mo	
Терригенно-карбонатно-углеродистая	Шарыкская	R <sub>2</sub>	65	-	-	Au	Mo, Cu, Zn, Co, Pb
	Шованская	R <sub>1-2</sub>	17	Au	Bi	As, Sb	W, Ag, Pb
	Кайнарская	R <sub>3</sub>	127	Au	Bi, As	Sb, Cu	Ag, W, Zn, Pb
	Огызтауская	O	329	-	Bi, Pb, As	Ag, V, Mo	Au, Zn, Sn, Cu, P, Ni
	Киинтасская	O	323	-	Bi, Au, As	Pb, V	Mo, Zn, Sn, Cu, Ni

• Примечание: в расчетах учтены неизменные породы и метасоматиты, КК-коэффициент контрастности (отношение концентрации элемента к фону или кларку)

Таблица 2. Корреляционные геохимические ассоциации парагенных лито-магматических металлогенических пар

Местное название формации (состав)	Состав породных пар	Продуктивные геохимические ассоциации с золотом										Геохимические ассоциации без золота					
		Золотая	Золото-редкометаллическая	Золото-мышьяковая с серебром	Золото-полиметаллическая	Золото-сурьмяно-мышьяковая	Золото-медно-молибденовая	Золото-сидерофильная	Редкометаллическая	Полиметаллическая	Сидерофильная	Медно-молибденовая	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
Калбинская (терригенно-углеродистая)	Углеродистые туфопесчаники и туфоалевролиты	-	-	Au-Ag	Au-Pb-Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Теже породы оруденелые	-	Au-W	Au-As •	Au-Cu-Zn	-	-	-	Sn-Ag-Mo	Cu-Zn	Co-Ni	-	-	-	-	-	-
	Кварцево-жильные руды	Au •	-	-	-	-	-	-	Bi-Sb	-	Ni-Co-V	-	-	-	-	-	-
Буконская (вулканогенно-терригенно-углеродистая)	Дайки среднего состава	Au •	-	-	-	-	-	-	Bi-Sn	-	V-Cr-Ni	-	-	-	-	-	-
	Углеродистые туфосланцы оруденелые	-	Au-W-Sn	Au-As-Ag •	-	-	-	-	Mo-P	Pb-Co	Cr-V-Ni	-	-	-	-	-	-
	Сульфидно-вкрапленные руды	-	Au-W-Sn	Au-As •	-	-	-	-	W-Mo	-	-	-	-	-	-	-	-
Флюидизаты-брекчии оруденелые	Флюидизаты-брекчии оруденелые	-	-	Au-As •	-	-	-	-	Sn-Mo	Cu-Pb-Zn	-	-	-	-	-	-	-

продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Щербактинская (терригенно-углеродистая)	Углеродистые песчаники слабоизмененные	-	Au-Mo	Au-Ag-As•	Au-Pb-Zn	-	-	-	-	-	Co-Ni	-
	Интенсивно измененные углеродистые песчаники и кварцевожильные руды	-	Au-Sn	Au-Ag-As•	Au-Pb•	Au-As-Sb	-	-	Sn	-	-	-
	Диорит-порфиры	-	-	Au-As•	-	-	-	-	-	Pb-Zn-Ag	Mo-V	-
	Доломит-углеродистые сланцы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ni-Co-Cr-V	Cu-Mo
Шарыкская (терригенно-карбонатно-углеродистая)	Углеродистые сланцы	-	Au-Mo•	Au-As•	-	-	-	-	V-Mo	-	Ni-Co-Cr-V	Cu-Mo
	Березитизированные метасоматиты	-	Au-Sn-Mo•	-	-	-	Au-Cu-Mo	-	V-Mo	Zn-Co	-	-
	Березиты и руды	-	Au-Mo•	-	-	-	Au-Cu-Mo	-	V-Mo	Co-Ni-V	-	Cu-Mo
	Углеродистые флюидизаты	-	-	-	-	-	-	-	Bi-W	Zn-Ag (Pb)	Co-Cr-Ni-V	-
Кайнарская (терригенно-вулканогенно-углеродистая)	Сланцы углеродистые	-	-	-	-	-	-	-	Bi-W	-	Cr-V-Ni-Co (Ag)	-
	Березитизированные оруденелые сланцы	-	-	-	Au-Pb•	-	-	-	Bi-W	-	Cr-V-Ni-Co (Ag)	-
Киинтаская (вулканогенно-кремнисто-углеродистая)	Окварцованные и оруденелые углеродистые алевросланцы	-	-	-	-	-	-	-	Bi-Sn	Pb-Zn	Cr-Mn	Cu-Mo
	Сульфидно-вкрапленные и кварцевожильные руды	Au	-	-	-	-	-	-	Sn-Bi	Pb-Zn (Co)	Cr-Mn	Cu-Mo

Примечание: • - продуктивные ассоциации, количество анализируемых проб соответствует данным табл. 1

химическую зональность золоторудных объектов: первая находится на верхнем уровне, вторая — на нижнем. В вулканогенно-кремнистой формации выявляется сидерофильная и полиметаллическая парагенетические ассоциации, а золотая — вторична и не коррелируется ни с одной из выше-названных ассоциаций (огизтауская формация), (табл. 1,2).

Месторождения золота в черных сланцах представлены гигантами: Бакырчик (Казахстан), Кумтор (Киргизия), Мурунтау (Узбекистан), Сухой Лог (Россия), Карлин (США) и др. Все они имеют связь с глубинными разломами, мантийными флюидами, восстановленным метасоматозом и другими факторами эндогенного происхождения.

На месторождениях «черносланцевого» типа развиты углеродистые метасоматиты, охарактеризованные автором еще в 80-е годы (1984, 1985, 1989). Они проявлены очень широко и имеют свой состав, меняющийся по вертикали [7]. Углеродсодержащие метасоматиты рудных полей могут проявляться как всей колонной, так и частично, что определяет масштабы оруденения на глубину, уровень формирования или эрозионный срез месторождений. Тесная ассоциация золото-сульфидной рудной минерализации с углеродистым веществом и значительные содержания золота и рудогенных элементов в углеродистых соединениях подтверждают правильность выделения золото-сульфидно-углеродистой рудной формации. Рудные зоны Бакырчикского рудного поля ассоциируются с метасоматитами развитыми по вертикали (сверху-вниз): углеродистые аргиллизиты (шунгит-битумоиды-каолинит-гидрослюда), углеродистые серицитолиты (шунгит-битумоиды-кварц-серицит), углеродисто-сланцево-карбонатные (шунгит-битумоиды-серицит-флогопит-брейнерит-доломит), углеродсодержащие слюдиты (шунгит-битумоиды-флогопит-серицит). Аргиллизиты занимают верхние уровни и совмещены с богатыми рудами месторождений Сухой Лог и Бакырчик, флогопит-серицитовые метасоматиты занимают более глубокие уровни Бакырчика и в основном развиты среди богатых руд месторождений Большевик (Бакырчикское рудное поле) и Кумтор.

Для объектов Бакырчикского района характерен парагенезис шунгита с рудными и нерудными минералами: арсенопирит, пирит, кварц, гидрослюда, каолинит, доломит, брейнерит, сидерит, антимонит, блеклые руды. В околорудной и надрудной зонах основной минеральный пара-

генезис меняется на шунгит, доломит, кальцит, кварц. Шунгит концентрируется в надрудной зоне. Минерал меняет свои свойства, что отражается на увеличении степени упорядоченности его строения от надрудной к внутренней зоне. Изотропный шунгит надрудной зоны с повышенной твердостью до 5 баллов сменяется во внутренней зоне сажистой разновидностью с твердостью 1 балл и яркой анизотропией.

Количество битумоидов в шунгите в том же направлении уменьшается от 0,1 до 0,001%, но валовое содержание битумоидов, наоборот, растет от надрудной к внутрирудной зоне, что свидетельствует о наличии эпибитумоидов. В богатых золотом рудах общее количество битумоидов достигает 30-40% от общего количества углеродистого вещества. Такие руды совмещены с углеродистыми серицитолитами и кварц-флогопит-серицитовыми метасоматитами (табл. 3). Для рудных тел характерно преобладание спиртобензольной фракции битумоидов, а в надрудной зоне — хлороформенной фракции. Углеводороды сульфидных (рудных) ассоциаций имеют преобладающее содержание карбонильных и карбоксильных соединений, которые в бессульфидных и малосульфидных (надрудных) ассоциациях развиты меньше. Эти данные свидетельствуют о том, что окисление рудного флюида сопровождалось распадом нестойких золотосодержащих металлоорганических соединений (МОС). О существовании окисленного распада МОС говорят факты сохранения стойких к окислению МОС Fe, Mg, Ba, K, Na, Ca и наличие золотоносных сульфидов, самородного золота в тонком срастании с твердым углеродистым веществом, а также повышенные содержания золота в спиртобензольной фракции битумоидов и шунгитах (табл. 3). В 1994 г. С. Н. Варшал экспериментально показал, что благородные металлы входят в структурно-химическую связь с углеродом в составе кислородсодержащих функциональных групп, чем подтвердил наши данные.

Кварц — неотъемлемая часть всех разновидностей метасоматитов, количественно растет в брекчиевых и жильных телах, где он имеет микроструктуры планарного и псевдозонарного строения. В таких кварцах встречаются микрозерна когенита и алмаза. Жильные тела серицит-кварц-шунгитового состава секут дайки диабазов и аплитов.

Изотопные исследования на месторождениях Западной Калбы проводились в разные годы. По данным Н.М. Заири [3], рудовмещающие уг-

Таблица 3. Зональное изменение содержания золота в битумоидах, шунгитах и сульфидах (г/т). Месторождение Большевик

Характеристика пород, зон	Золото в руде, породе	Золото в битумоидах		Золото в шунгите	Золото в сульфидах
		Хлороформ БА	Спиртобен з.БС		
1. Богатые руды, углеродисто-серцитовые метасоматиты	52,0	0,15	0,56-0,75	147,5	270,0
	20,0	0,20	0,80	112,6	230,0
	17,0	0,80	1,50	117,9	
	27,0	0,30	0,80	174,2	90,0 -380,0
2. Руды, углеродисто – брейнерит – серцитовые метасоматиты	10,0	0,99	1,11	100,0	100,0
	7,6	0,90	1,70	75,8	75,0
	17,0	0,28	1,50	50,8	24,0
3. Околорудная зона, серцит – шунгит – анкеритовые метасоматиты	-	0,35	0,08	3,5	-
	-	0,40	0,29	2,5	-
4. Надрудная зона, рассланцованные алевропесчаники и сланцы с линзами шунгита	-	0,08	0,62	2,3	-
	-	0,12	0,10	1,4	-

леродсодержащие породы на месторождении Бакырчик имеют изотопию углерода ( $\delta^{13}\text{C}$  -14... -31 ‰). Шунгиты характеризуются широким диапазоном изменчивости изотопии углерода ( $\delta^{13}\text{C}$  от -22 до +18‰). С. Новообразованные карбонаты имеют значения изотопии углерода ( $\delta^{13}\text{C}$  -2.5...-10‰) и кислорода ( $\delta^{18}\text{O}$  +12...+18‰), с глубиной устанавливается тенденция к утяжелению изотопа серы  $\delta^{34}\text{S}$  пирита и арсенопирита (от -4...-6‰ на горизонте 0,5 км до 0,0‰ на горизонте 1,5 км). Исследован изотопный состав серы арсенопирита, пирита и антимонита месторождения Суздальское [4], значения  $\delta^{34}\text{S}$  пирита ранней продуктивной ассоциации составляет 0,0...-3,3‰, игольчатого и призматического арсенопирита укладываются в интервал -1,2...-3,2‰. Эти данные указывают на преимущественно мантийный источник основного объема углерода и серы при незначительном участии легкой коровой серы. В рудной зоне Боко-Васильевского поля значения изотопа  $\delta^{34}\text{S}$  меняются от +2...+12‰ в кварцевых жилах и кварцевых штокверках, а в прожилково-вкрапленных и вкрапленных рудах -12...0‰ [2, 4].

На Уральской Мраморной зоне смятия развиты золоторудные минерализованные зоны с кварцевыми жилами и линейными штокверками, которые контролируются ореолами углеро-

дистого метасоматоза. Золото тонкодисперсное, микронное и ассоциирует с теллуридами, твердыми битумами и неблагороднометалльными самородными металлами. Содержание самородного золота в штокверковых зонах проявления Водораздельное 100 г/т. Изотопный состав углерода в слюдиристо-углеродисто-кварцевых метасоматитах Водораздельного ( $\delta^{13}\text{C}$  -19,3-19,8‰) [1].

На Мурунтау, кроме геолого-геофизических данных по Кызылкумскому рудному району, в пользу глубинного происхождения рудоформирующих флюидопотоков свидетельствуют газожидкие включения и изотопные характеристики рудного Pb (Е.П. Бертман, 2003). В золотоносном кварце выявлены высокотемпературные включения, обогащенные  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  и жильный шеелит. Определена тесная корреляция Au с калием, что подчеркивает существование на Мурунтау специфического калиево-углеродистого процесса (Graupner, 2003, Drew, 1996). На глубинный источник углеродистого вещества в этом районе указывал также А.А. Маракушев [6].

Выявленные газовые включения в эндогенных черных сланцах Приморья близки к газам кимберлитов, охарактеризованы как восстановленные, что коррелируются с наличием в акцессорных самородных металлов и карбидов свободного углерода в метасоматитах графит-ильмени-

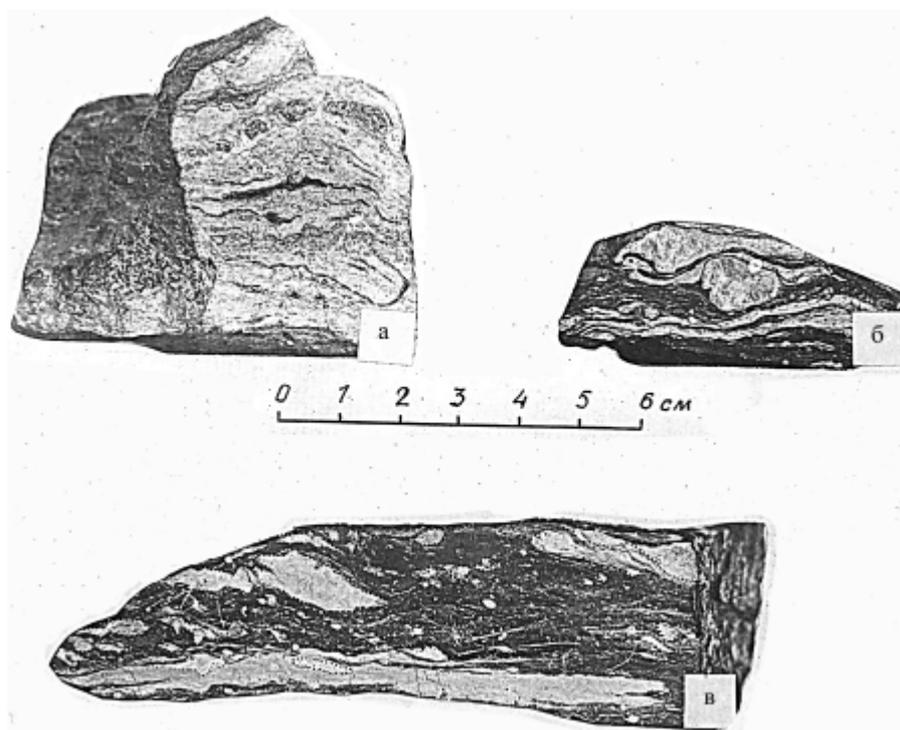


Рис.1. Образцы. Гибридные, флюидальные лавобрекчии. Месторождение Васильевское

тового состава. «Формация эндогенных «черных сланцев» представляет собой особый тип углеродистых метасоматитов, развивающихся вдоль зон смятия и рассланцевания тонкообломочных терригенных и карбонатных пород, в цементе трубок взрыва, среди вулканитов, которые бывают, затронуты процессами углеродистого метасоматоза. Углеродистое вещество – эндогенный графит и шунгит, атраксолит и углеводороды ассоциирует с переменным количеством ильменита, сульфидов, карбонатов и сопровождаются акцессорными самородными металлами, карбидами, металлоорганическими соединениями и интерметаллидами. Изотопия свободного углерода метасоматитов (на примере Приморья) близка к значениям углерода мантии (по данным Л.Т. Носика)».

Для углерода мантии значения  $\delta^{13}\text{C}$  близки к  $-23\%$ .

О глубинном источнике углерода на рассматриваемых объектах золото-сульфидно-углеродистой формации свидетельствуют: в первую очередь, данные изотопии углерода, во – вторых – высокотемпературные газопо- жидкие включения в кварце, обогащенные  $\text{CO}$  и  $\text{CH}_4$ , в третьих – тесная корреляция золота и сопутствующих рудогенных элементов с жидкими углеводородами и калием, в – четвертых – широкое развитие самородных металлов, обычно характерных для

флюидных фаз базит-гипербазитового магматизма: Cr, Ti, Mn, Zn, Cu, W и др. На Сухом Логе установлены самородные металлы, кроме Au, Ag, Pt, Cr, Fe, W, Ti, Pb, Sn, Cu и их сростания.

Эндогенные флюидные системы Земли на рубеже нижнего и верхнего архея были восстановленными, а на рубеже позднего архея в общепланетарном масштабе произошла инверсия флюидного режима с восстановленного на окислительный. И с этого времени восстановленные флюиды проникали в земную кору дискретно, только вдоль зон глубинных разломов [5].

О глубинном источнике углерода априорно свидетельствуют региональные факторы: рудоносные черные сланцы во многих районах развиты вдоль крупных глубинных разломов, в прогибах, региональных зонах сдвига (зонах смятия). Затем многие рудные объекты, в том числе, «черносланцевые» имеют видимые или невидимые связи с глубинными базит-гипербазитовыми или офиолитовыми комплексами. Об этом также свидетельствует значительное развитие в рудно-минеральной ассоциации редких земель.

На золоторудных месторождениях «черносланцевого» типа определены особые разновидности магматогенных пород – флюидизатов, обогащенных черным углеродистым веществом. Выделение этого типа флюидизатов сопряжено с большой трудностью распознавания. Во-первых,

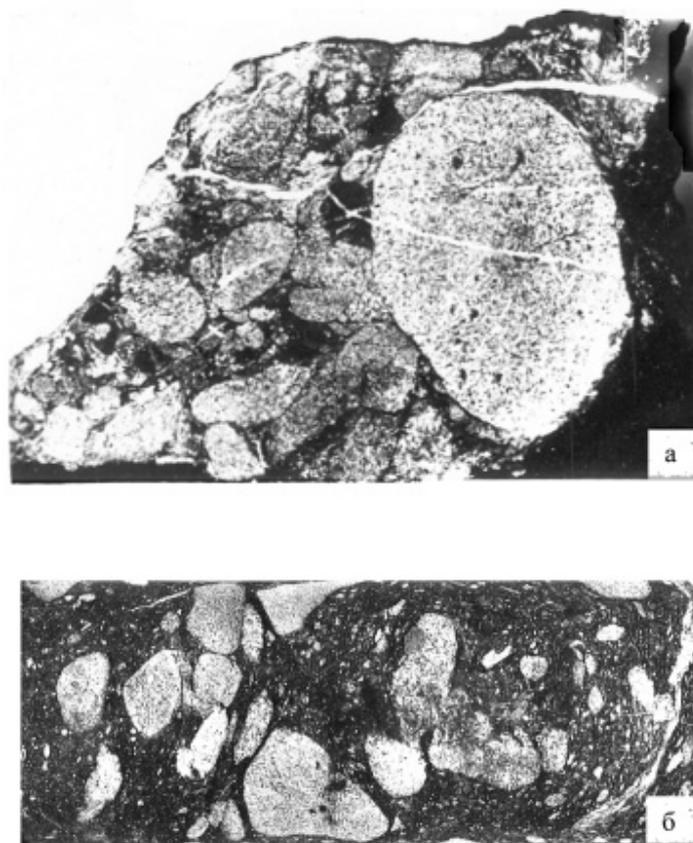


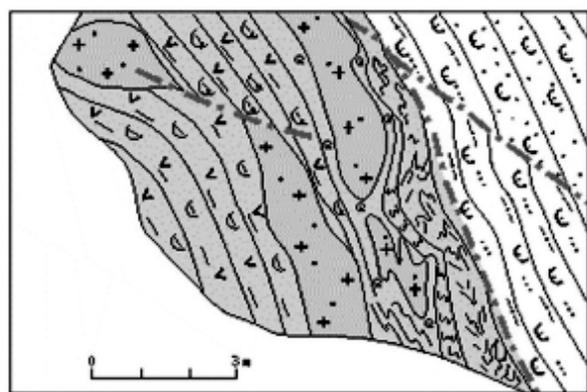
Рис.2. Углеродистые флюидизаты – крупнообломочные брекчии. Месторождение Бақырчик

многими исследователями признается только биогенная природа углеродистого вещества и, во-вторых, структуры брекчии «затушеваны» метасоматозом и интенсивным смятием.

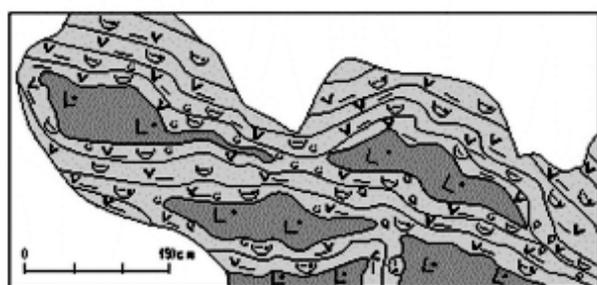
Углеродистые флюидизаты описаны автором статьи на Боко-Васильевском и Бақырчикском золоторудных полях, где они названы гибридными взрывными брекчиями и битуминизированными лавобрекчиями [7], (рис.1). Углеродистые флюидизаты на Васильевском золоторудном месторождении развиты в зоне надвига и представлены мощной полосой (70-100 м), подсеченной на глубине скважинами и фиксируемой в разведочной шахте. Для пачки битуминизированных гибридных лавобрекчий характерно линейно ориентированное сложение с элементами чередования брекчий с флюидално-обломочной, пузыристой и линзовидной текстурами (рис.1). Преобладают обломки андезито-базальтового состава, плюс обломки диабазового (подстилающие толщи) и вулканомиктового (перекрывающие толщи) состава. Размеры обломков меняются от подошвы к кровле пачки (от 50-100 мм до 0,5-0,005 мм), что картируется как смена по верти-

кали грубообломочных лавобрекчий, слабо обогащенных углеродистым веществом, аргиллизитоподобными черными туффизитами, обогащенными углеродистым веществом, серицитом и тонкозернистым кремнеземом. В туффизитах редко встречаются обломки лав и карбонатов. Крупные обломки – линзовидные, шнуровидные, псевдослоистые, полосовидные ориентированы согласно с общим направлением флюидалности обломочных лав. Мелкие обломки сильно сплюснены, редко имеют изометрическую форму. В крупнообломочных брекчиях обнаружены конкрециевидные скопления (20-70 мм) доломитового состава, сплюсненные и вытянутые. Интенсивное тектоническое смятие вместе с гидротермальной деятельностью затушевывает первичный состав и текстуры углеродистых лавобрекчий и определяет пятнистые, слойчатые, линзовидно-полосчатые и сланцеватые текстуры.

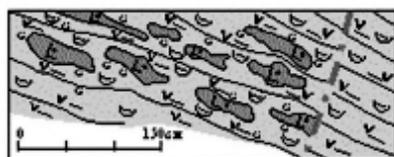
Эксплозивные углеродистые брекчии развиты на большинстве месторождений Бақырчикского золоторудного поля [7], (рис2). Они не имеют видимых переходов в магматические фации и представлены в основном слепыми телами, ис-



Карьер №6, западная стена



Карьер №1, северная стена



Блок II-B, рудоспуск из орта №13, гор. 383



Рис. 3. Зарисовки. Эксплозивные углеродистые флюидизаты. Месторождение Бакырчик

- 1 - гранит-порфиры; 2 – диабазовые порфиры;
- 3 – аргиллитовые туффизиты; 4 – алевритовые туффизиты; 5 – переслаивание туффоженных песчаников и алевролитов; 6 – туффоженные песчаники; 7 – кливаж; 8 – мелкая складчатость;
- 9 – кварцевые прожилки;
- 10 – тектонические нарушения

чезают за пределами рудного поля. Брекчии «втягивают» субвулканические габбро-диабазовые тела рассекаются дайками диоритовых и диабазовых порфиритов и сиенито-порфиров (рис.3). По структуре делятся на макробрекчии: глыбово-конгломератовые, псефито-псаммитовые и микробрекчии: псаммито-алевролитовые и алевро-пелитовые. Микробрекчии составляют цемент в макробрекчиях и самостоятельные обособления, заключающие линзы и пласты макробрек-

чий мощностью от 5 до 50 м. В составе округлых, реже угловатых обломков преобладают (60-80%) базальтовые и андезитовые порфиры, дацитовые порфиры, гиалокластиты. Крупные обломки в большей степени раскристаллизованы, чем мелкие. В микробрекчиях обломки сплюснуты и представлены разложившимся стеклом и криптозернистым кварцем. Присутствуют обломки кварцитов, алевролитов, туфопесчаников, туфов, туффитов – инородные обломки перекрывающей и подстилающей свит. В цементе большое количество углеродистого вещества, серицита, гидробиотита, меньше альбита, карбоната, хлорита. В туффизитах (алевро-пелитовых брекчиях) развиты текстуры микровнедрений, псевдоритмичности и комковатости. Микроритмы – микрослойки шунгитового, шунгит-кварцевого, шунгит-карбонатного, карбонатного (сидерит, антраконит, доломит) состава, мощностью от долей мм до первых см. Углеродистое вещество в цементе брекчий обособляется в виде гнезд, линз, конкреций (3-50 см) и в сростании с кварцем и карбонатом. В кварце широко развиты импактные микроструктуры. Рудная минерализация представлена золотоносными сульфидами, развитыми как по цементу, так и по обломкам андезитового и базальтового состава. Руды часто повторяют изометричную форму брекчий. Очень характерны повышенные содержания золота в глыбовых обломках витрокластитов, менее золотоносны скопления шунгита.

Происхождение углеродистых флюидизатов, как и классических флюидизатов – кимберлитов – связано с глубинными флюидными потоками, порождающими взрывные структуры. В кимберлитах тонкая сыпь шунгита определяется во флюидных включениях оливина и граната. В углеродистых флюидизатах шунгит развит в цементе обломков брекчий в связующей массе обломков витрокластитов и пикритов. Углеродистые флюидизаты сменяются в рудной зоне углеродистыми метасоматитами, часто фиксируются в последних как реликты и не развиты за пределами рудной зоны.

Специфический рудный флюид с взрывами сопровождал проход флюидизатов в рудоконтролирующие структуры. Этот флюид, вероятно, был одним из дифференциалов мантийного флюида, обогащенного углеводородами, который в процессе метастабильного подъема по глубинным разломам в первую очередь конденсировал металлоорганические соединения и имел высокие кри-

тические температуры. А так как углеводороды при определенных условиях сами способны детонировать, то этот процесс приводил к образованию explosивно-брекчиевых потоков во флюидизированном состоянии и обогащенных углеводородными соединениями в квази-жидком или твердо – жидком виде.

Взрывные структуры порождаются рудоносными флюидными потоками. Флюидные потоки обогащены пылевидными наночастицами и крупными обломками различного генезиса. Результатом взрывных событий являются и флюидизаты, обогащенные золотом, углеродистыми соединениями и кварцем с импактными микроструктурами и с включениями карбидов, тонких алмазов черного цвета.

В этих породах имеются значительное количество редкоземельных и редких микроминералов и наноминералов, что само по себе может служить диагностическим признаком их глубинного происхождения.

Н.В. Петровская (1967) одна из первых среди основных признаков систематики золоторудных месторождений выделила минеральную продуктивную ассоциацию, включающую следующие минеральные типы: золото-пирит-арсенипиритовый, золото-полисульфидный, золото-теллуридный. Все эти минеральные типы характерны и для золоторудных месторождений «черносланцевого» типа. Наличие в тесном парагенезисе этих минеральных ассоциаций углеродистого вещества (рис.4) позволило автору статьи предложить именовать её как «углеродисто-мышьяково-золоторудная формация» (Марченко Л.Г., 1980), в которую были включены различные минеральные типы. Для Бакырчикского рудного района был выделен кварц-пирит-арсенипирит-углеродисто-золотой минеральный тип. В дальнейшем продуктивная ассоциация стала называться золото-сульфидно-углеродистой. В 90е годы на многих золоторудных объектах «черносланцевого» типа в составе продуктивной ассоциации были обнаружены платиноиды, тесно ассоциирующие в основном с углеродистым веществом. (А.Ф. Коробейников, 1994).

Проведенные в последние годы электронно-микроскопические исследования монопроб золотоносных сульфидов и сопутствующего шунгита (при увеличении 80000 на просвет с применением микродифракции) определило большое количество золота, серебра и платиноидов, не только в сульфидах, но и в углеродистом веществе.

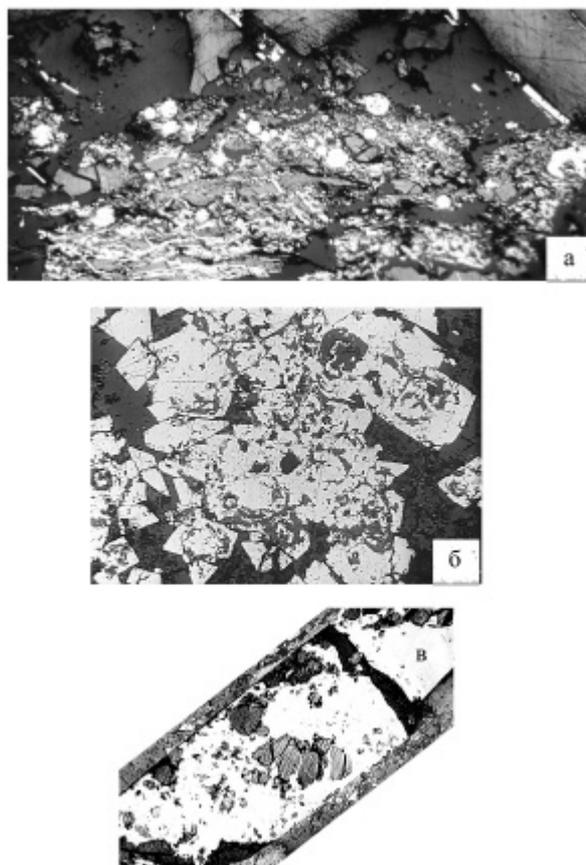


Рис. 4. Хаотическое прорастание (синхронное) шунгита и сульфидов. Рудная зона месторождения Большевик (а,б). Взаимопрорастание арсенипирита и шунгита. Месторождение Бакырчик (в)

А зондовые исследования выявили большое разнообразие агрегатов самородного золота и платиноидов в шунгите в тесной ассоциации с редкими и редкоземельными микроминералами. Эти данные позволили автору изменить название продуктивной минеральной ассоциации на – золото-платиноидно-сульфидно-углеродистую ассоциацию.

Многими исследователями предполагается, что золото находится в сульфидах в виде механической примеси – собственно металлической (И.И. Плаксин, 1958; А.И. Гаврилов, 1971; Б.И. Бадалов, 1972; Н.В. Петровская, 1973; А.И. Гаврилов и др., 1982; Е.П. Миронов, 1988). Однако, другие авторы полагают, что золото входит в кристаллическую структуру сульфидов («изоструктурное», «изоморфное» золото) преимущественно в анионной, в меньшей степени катионной формах (В.Н. Коробушкин, 1970; М.М. Старова, 1972; Е.П. Миронов и др., 1987, А.В. Генкин и др., 2002). При этом катионная форма обуслов-

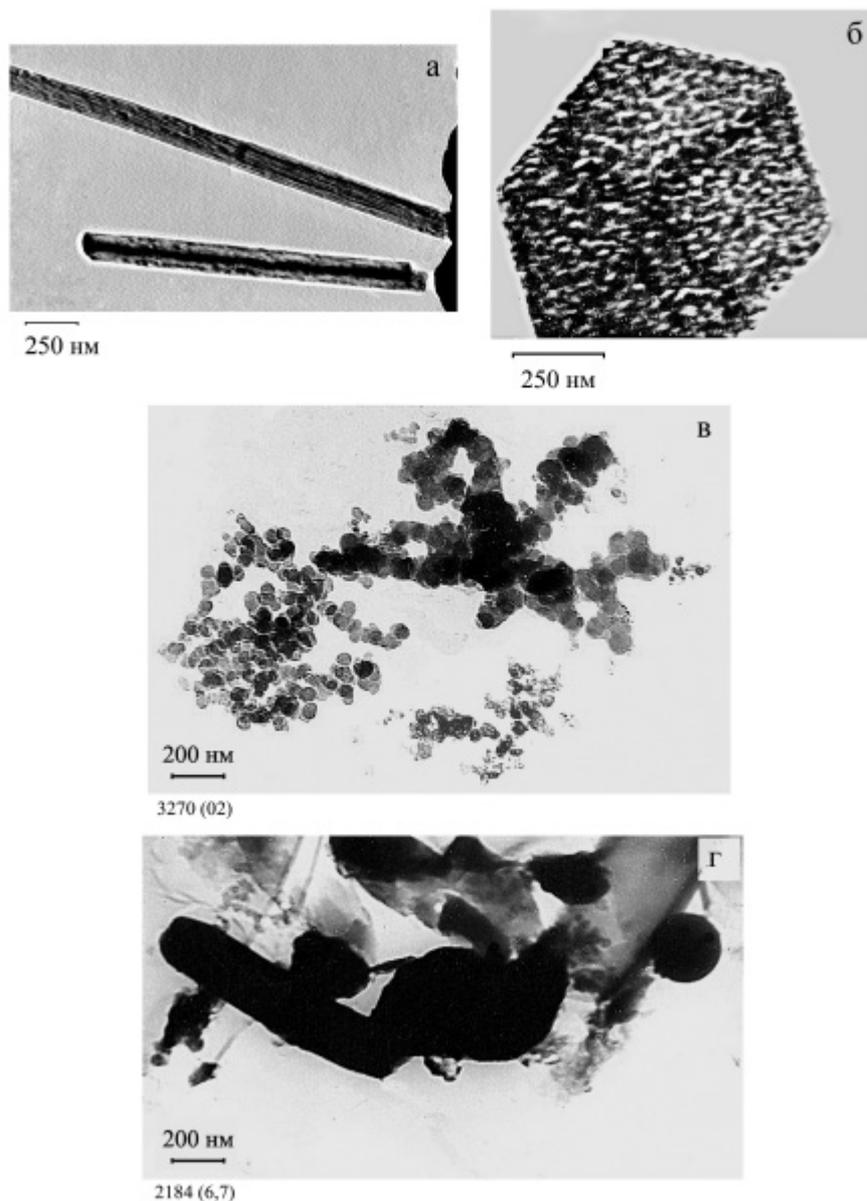


Рис. 5 Наноструктурированные образования несущие наноминералы благородных металлов и редкоземельных элементов (а,б) – Бакырчик, в – Кварцитовые Горки, г - Васильевское (микрофото на просвет):

а - кристаллы удлиненной формы (нанотрубки) игольчатого типа размером до 100 нм с уплотнениями вдоль оси удлинения ~5 нм. Микродифракционная картина (МДК) представлена рядами рефлексов и может быть отнесена к марказиту –  $\text{FeS}_2$  - (ASTM, 3-799) в смеси с сульфосолю серебра и мышьяка – биллингслеит  $\text{Ag}_7\text{AsS}_6$ - (ASTM, 11-1334) и арсенида платины – спериллита –  $\text{PtAs}_2$  - (ASTM, 9-482); б - наноструктурированный кристалл (фуллереноподобный) с гексагональным мотивом огранки, состоящий из полупрозрачных частиц размером ~20 нм. Микродифракционная картина (МДК) представлена широким набором рефлексов и может быть отнесена прежде всего к петровскиту –  $\text{AgAuS}$  - (ASTM, 19-1146) и  $[\text{FeAs}_4\text{O}_{12}]$  - (ASTM, 33-643) и  $\text{O}_2\text{AsF}_6$  - (ASTM, 16-771)]; в - скопление агрегатов, составляющие дендриты («осьминоги») из полупрозрачных фуллереноподобных округлых частиц размером 20–40 нм, более крупные – 60–80 нм. МДК представлена небольшим набором колец, которые можно отнести к  $\text{Pd}_4\text{S}$  (ASTM 10-335); г - крупные плотные частицы – укороченные нанотрубки различной формы, в поперечнике до 200 нм. В их окружении наблюдаются как мелкие **плотные** частицы размером 10–20 нм, так и полупрозрачные графеноподобные пластинчато-чешуйчатые. МДК снята с различных участков и представлена небольшим набором рефлексов и может быть отнесена к смеси фаз:  $\text{CuPrS}$ - Hauslaite (29-574),  $\text{PrS}_{1,7}$  (16-466),  $\text{AuO}$  (23-278),  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$  (12-412),  $\text{PtCl}_2$  (16-64),  $\text{AuPr}$  (19-529),  $\text{Pd}_2\text{Sb}$  (23-36),  $\text{Pd}_6\text{As}$  (26-118),  $\text{Pt}_5\text{Ti}$  (18-979),  $\text{Pr}_2\text{Co}_{17}$  (19-388),  $\text{Au}_6\text{Pr}$  (26-1128)

лена изоморфным замещением атомов железа, а анионная — атомов серы, мышьяка или других «элементов-проводников» (В.Н. Войцеховский и др., 1975, В.Л. Таусон и др., 1996).

Наночастички минералов благородных металлов были выделены электронно-микроскопическими исследованиями на просвет из золотоносных арсенопиритов, мышьяковистых пиритов и шунгита. Они представлены большим разнообразием наноминералов благородных металлов (табл. 4), а в углеродистом веществе проводились дополнительные исследования на электрозондовом микроанализаторе Superprobe 733 JEOL (Япония). В шунгите наряду с сульфидами, арсенидами платины, палладия, серебра и осмия, широко развиты мономинералы карбидов благородных металлов. Все эти наноминералы, приуроченные к приповерхностной части сульфидов и переходящие в области развития шунгита [8,9], занимают «различные наноструктурированные формы, представленные нанотрубками, наночастицами с фуллереноподобными структурами, сочетанием нанотрубок с фуллереноподобными разностями, «слипшимися» агрегатами с микросферической огранкой [7], (рис.5).

Мкмразный платиновый агрегат (зондовые исследования) представлен в основном самородной платиной, нередко с примесями железа, титана, олова, меди (микрослой). Большинство благородных металлов в нанослое арсенопирита, пирита и шунгита представлены кластерами сульфидов и сульфосолей. В нанослое, тяготеющем к участкам развития углеродистого вещества, обнаружено еще большее развитие микроформ благородных металлов. Для большого количества благородных металлов в нанослое, особенно для платины и золота химически связанное состояние элементов, характерное для нанослоя сменяется, в основном, самородным — металлическим. Золото высокопробное с примесью серебра (электрум) или меди, встречается золотистая медь, палладистое золото (порпецит).

На месторождениях благородных металлов «черносланцевого» типа нами определено большое разнообразие минеральных форм благородных металлов, их состояние на нано-микроуровне и различные формы связи с углеродистыми соединениями:

- наиболее крупное золото и серебро встречается в сульфидах как эндокриптное, занимаю-

щее дефекты кристалла-хозяина. Они обычно самородные или твердые растворы;

- золото и серебро вместе с платиной, палладием и осмием, как наночастички встречаются в нанослое сульфидов и сопутствующего шунгита в химически связанном состоянии с серой, железом, мышьяком, кислородом, углеродом;

- платина, серебро и золото наночастички — самородное имеет масштабное развитие в шунгите рудных и окисленных зон (табл 4).0

Электронно-микроскопические исследования продуктов извлечения и монофракций сульфидов и углеродистого вещества в продуктивной ассоциации способствовали определению следующего сценария переноса и накопления рудных компонентов на золото-платиноидных месторождениях «черносланцевого» типа:

1. Золото и другие элементы благородных металлов удерживались во флюиде кислородсодержащими (карбонильными и карбоксильными) углеводородами, количество которых увеличивается в сторону богатых (сульфидных) руд (данные ИКС). Эти углеводороды являются составной частью спиртобензольных эпитумоидов, имеющих содержания золота в пределах 3-4 г/т. Эксперименты С.М. Варшала подтвердили способность кислородсодержащих углеводородов удерживать через кислород золото и другие компоненты. Мысль высказываемая многими исследователями (Т.В. Кузьмина, Л.П. Плюснина, 2006), о том, что в основном металлоорганические соединения переносят золото и платиноиды, сомнительна по причине их высокой деструктивности, что было отмечено данными ИКС по исследованию эпитумоидов месторождения Бакырчик (Л.Г. Марченко, В.Н. Ищенко, 1989). Эксперименты Т.В. Кузьминой и Л.П. Плюсниной (2004, 2006), основанные на хемосорбции золота и платиноидов на разных фракциях углеродистого вещества, привели к выводу — «при росте температуры фракционирования содержание платины в углеродистом веществе жидкой фракции уменьшается, а в твердой — растёт, что свидетельствует о разном характере комплексобразования в них платины». По нашему мнению, уменьшение содержаний платины и золота в жидкой фракции с одновременным ростом в твердой фракции (шунгите) свидетельствует лишь о деструкции металлоорганических соединений, т.е. расплавившиеся металлоорганические

Таблица 4. Микро- и наноформы благородных металлов в тонкодисперсных рудах месторождений бакырчического района

Минерал-носитель (хозяин)	Золото	Платиноиды	Серебро
I. Сульфиды: арсенопирит, пирит	М и к р о з о н а		
	1. Самородное, эндокриптное, электрум (Au, Ag);	Нет данных	1. Сульфидное и самородное, Ag <sub>2</sub> S, Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> (аргентит, прустит); кюстелит (Ag, Au, Cu).
	Н а н о з о н а (НФ)		
	2. Сульфидное из нанослоя, петровскит (AgAuS) с содержанием металлов на 2-3 порядка выше, чем внутри кристалла – хозяина;	1. Сульфидная и арсенидная из нанослоя, куперит (PtS <sub>2</sub> , PdS <sub>2</sub> ), сперрилит (PdAs <sub>2</sub> ), палладоарсенид (PdAs <sub>2</sub> ); содержание до 4% Pt в пирите;	2. Сульфидное из нанослоя, стернлергит (AgFe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> ), сульфосоль (AgAs <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), фторидное (AgAsF <sub>7</sub> ), девеллит и др. (Ag <sub>2</sub> AsS <sub>2</sub> ), (Ag <sub>7</sub> AsS <sub>6</sub> )
II. Углеродистое вещество 1. битумоиды;	М и к р о з о н а		
	1. Металлоорганическое с общим содержанием металла до 2-3 г/т;	Нет данных	1. Металлоорганическое с общим содержанием серебра до 2 г/т.
2. кератоген, шунгит;	М и к р о з о н а		
	2. Самородное, электрум (Au, Ag), купроаурит (Au, Cu), порпедит (Au, Pd)	2. Самородная, чистая, железистая - поликсен Pt(Fe), с примесью Ti, Cu, Zn, Sn	2. Самородное, чистое, с примесью Au, Cu, Zn.
	Н а н о з о н а		
	3. Сульфидное и оксидное петровскит (AgAuS), AuO, апростибит (AuSb <sub>2</sub> )	3. Сульфидное (и сульфосольное), арсенидное, карбидное PtS <sub>2</sub> , PtAs <sub>2</sub> , Pt <sub>2</sub> Y, платаргит Pt(AsS) <sub>2</sub> /, Fe <sub>3</sub> PtC, Cr <sub>2</sub> Pt <sub>1,7</sub> , AlPt <sub>3</sub> C <sub>0,5</sub> , эрлихманит (OsS <sub>2</sub> ), Pd <sub>16</sub> S <sub>7</sub> ,	3. Ксантоконит (Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> ), AgAs <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , AgCl, агвиларит (Ag <sub>4</sub> SeS).

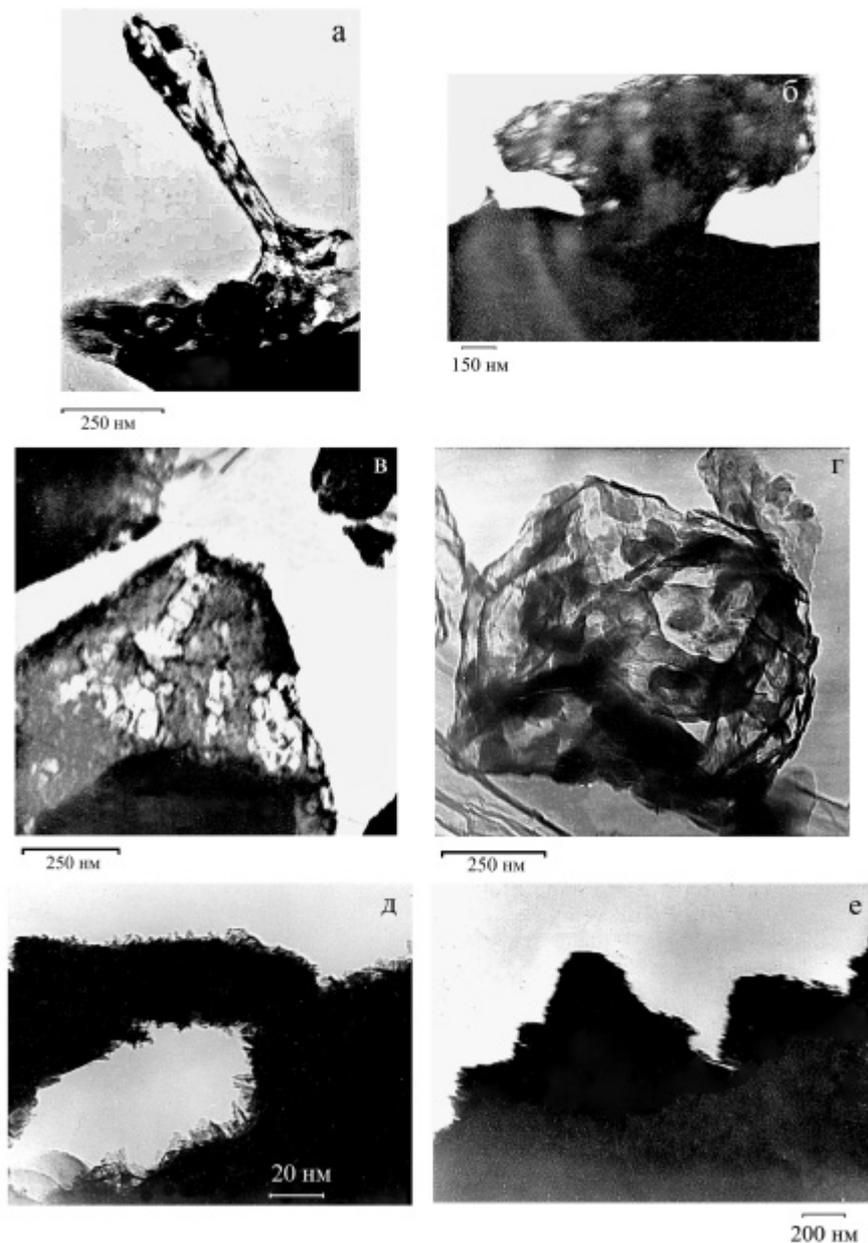


Рис. 6. Углеродистые наноструктурированные образования

а, б - фуллереноподобное вещество в квазижидком фазовом состоянии; в - «фуллерен» – форма объемная, углеродистая, фуллереноподобная, полая, полупрозрачная структура микронного размера с признаками гексагондодекаэдра, на поверхности которой развиты графитоподобные пластинчатые плотные кристаллы с гексагональным межплоскостным расстоянием для  $d_1 = 3,47 \text{ \AA}$ ;  $d_2 = 2,09 - 2,12 \text{ \AA}$  - (графитоид); г - «вулкан» - форма полупрозрачная, конусообразная, углеродистая, толстая пленка, в участках разрушения которой наблюдается ячеистое строение с размером ячеек первые нанометры с гексагональным мотивом огранки. По краям ячеек развиты плотные мелкие частицы, представленные набором рефлексов, которые относятся к смеси большого разнообразия минеральных наночастиц, в том числе, к сперрилиту  $\text{PtAs}_2$ , платарситу  $\text{Pt}(\text{AsS})_2$  (ASTM-33-979) и хлориду золота  $\text{AuCl}$ ; д - интерметаллиды платины и палладия, агрегат, составленный мелкими эластичными чешуйками, завернутыми в конусы, размером 4-10 нм. Микродифракционная картина представлена большим набором рефлексов, располагающихся по кольцам, которые могут быть отнесены к смеси фаз:  $\text{Pt Zn}_3$  (ASTM 23-1131);  $\text{Pt Cl}_2$  (ASTM 16-64);  $\text{Pt Ti}$  (ASTM 19-895);  $\text{AlNi}$  (ASTM 2-416);  $\text{Pd}(\text{Bi}, \text{Sb})_2$  (ASTM 29-232); е - край агрегата с частицами 10-20 нм. Микродифракционная картина представлена рефлексами и может быть отнесена к смеси фаз:  $\text{EuNd}_2\text{S}_4$  (ASTM 29-603),  $\text{AuEr}$  (ASTM 26-705),  $\text{Au}_3\text{RuAg}$  (ASTM 23-642),  $\text{PrCoO}_3$  (ASTM 25-1067)

соединения отдают своё золото и платину твердому углеродистому веществу, которое удерживается им хемосорбционными связями.

2. Металлофуллерены и фуллерены имеют исключительные миграционные свойства, их стабильность зависит от окислительно-восстановительной среды и они могут быстро разрушаться в присутствии кислорода и света, что мы наблюдаем на формах наноструктур «Кобра» и «Гриб», насыщенных наноминералами. Это всплески фуллереноподобного вещества в квазижидком состоянии (под воздействием луча электронного микроскопа; (рис. 6 а-б).

3. Явное участие фуллеренов в переносе полезных компонентов фиксируется в процессе экспериментов по извлечению их из руд с золото-платиноидно-сульфидно-углеродистой ассоциацией. Происходит подъем фуллеренового вещества в паробразном состоянии, перемещающего на своей поверхности компоненты в самородном и интерметаллическом состоянии.

4. Участие графена в рудопереносе фиксируется в концентратах обогащения (рис. 6 д, е), где на агрегатах золота и платины, покрытых графеновой пленкой, удерживаются мельчайшие конусовидные нанотрубочки, насыщенные интерметаллидами золота с редкими землями. Очень крупные графеновые пленки выстраивают микронного размера структуры типа «Фуллерен» и «Вулкан» (рис. 6 в, г), развитые на месторождениях Бакырчикского района и более мелкие – на месторождениях Кварцитовые Горки и Васильевское, сопровождаются графеновыми нанотрубками, несущими наноминералы благородных металлов и редких земель в виде интерметаллидов.

Таким образом предлагается новая флюидогенная геолого-генетическая модель месторождений золота и платиноидов в углеродистых формациях, главными элементами которой, являются:

- рудоносные флюидные потоки в зонах глубинных разломов, создавшие а) геохимически активную вмещающую среду (терригенно-углеродистые формации), в) инъекционные углеродистые флюидизаты взрывной природы, г) восстановленный углеродистый метасоматоз;

- важным компонентом систематики месторождений «черносланцевого» типа является золото-платиноидно-сульфидно-углеродистая парагенетическая ассоциация. На основании комплекса минералогических исследований углеродистое вещество антраксолит-шунгитового ряда концентрирует золото и платиноиды в количествах, представляющих практический интерес;

- нетрадиционным агентом переноса и накопления благородных металлов в золото-платиноидно-сульфидно-углеродистой продуктивной ассоциации являются наночастицы углеродистого вещества, представленные фуллеренами, металлофуллеренами и графенами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Азовская О.Б. и др. Углеродистый метасоматоз и золотое оруденение зоны мезо-кайнозойской активизации на Среднем Урале. В сб. «Актуальные проблемы рудообразования и металлогении». Акад. Изд-во «ГЕО». Новосибирск. 2006. С. 12-14.

2. Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф. Метасоматоз и благороднометалльное оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы. Томск: ТПУ, 2009, 206 с.

3. Заири Н.М., Глухов А.П., Васюта Ю.В. Изотопно-геохимические модели золоторудных месторождений // Советская геология. 1987. № 6. – С. 101-108.

4. Ковалев К.Р., Калинин Ю.А., Наумов М.К. и др. Золотоносность арсенопирита золото-сульфидных месторождений Восточного Казахстана // Геология и геофизика. 2011. № 2. С.225-242.

5. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза. Геология рудных месторождений, т. 43. № 4. 2001. с 291-307.

6. Маракушев А.А., Хохлов В.А. Петрологическая модель формирования золоторудного месторождения Мурунтау (Западный Узбекистан). Геология рудных месторождений, т.34. № 1. 1992. с 38-57.

7. Марченко Л.Г. Микро-наноминералогия золота и платиноидов в черных сланцах. Монография. ОФ «Агентство «Интерпресс-Казахстан». г. Алматы, 2010, 146 с.

8. Таусон В.Л. Эндокриптия: современное содержание понятия и методы исследования // Геохимия. 1999. № 6. с 665-668.

9. Таусон В.Л. и др. Поверхностные неавтономные нанофазы как индикаторы процессов рудообразования. Тезисы. Материалы научной конф. посвященной памяти Ф.И. Вольфсона. Ноябрь 2007. С. 9-12.

УДК 553.98.04(574)

*С.М. ОЗДОВ*

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ КАЗАХСТАНА

Қазақстан әлемдегі мұнай өндірудегі көне аудандардың бірі болғанымен, сол уақытта іске аспаған ірі көмірсутек болжамдық ресурстарына ие. Мұнайгаз геологиясында жаңа мәліметтер бойынша толық зерттеулер жүргізілген және стратиграфиялық диапазонда жеке кешендердің генерациялық шамасын қарастырылуына ұқсас, бассейндердің шөгінді қабаттарының жиналу ерекшеліктері, мұнайгаздылық қабаттарды анықтауға мүмкіндік берді және көмірсутектің генерация аймақтары белгіленеді.

Являясь одним из старейших нефтедобывающих районов мира, Казахстан обладает в то же время крупнейшими нереализованными прогнозными ресурсами углеводородов.

Проведенные детальные исследования по новейшим данным нефтегазовой геологии и особенности накопления осадочных толщ бассейнов в совокупности с рассмотрением генерационного потенциала отдельных комплексов в стратиграфическом диапазоне, позволили выяснить нефтегазоматеринские толщи углеводородов.

Being one of the oldest oil-extracting areas of the world, Kazakhstan possesses at the same time the largest non-realised undiscovered potential resources of hydrocarbons.

The carried out detailed researches on the newest data of oil and gas geology and feature of accumulation of sedimentary thicknesses of pools in aggregate with consideration generation potential of separate complexes in стратиграфическом а range, have allowed to find out oil and gas forming thicknesses and to plan zones of generation of hydrocarbons.

**Прикаспийский бассейн.** В настоящее время оценить общую величину генерационных возможностей подсолового разреза и выделенных материнских комплексов в частности, на большей части внешней и внутренней зон северного борта Прикаспийской впадины можно только приблизительно. Это обусловлено недостаточной изученностью площадного распространения материнских пород. Основной объем бурения был сосредоточен в пределах поднятий и выступов фундамента, которые являются зонами аккумуляции, или в зонах бортовых уступов разного возраста, с которыми связано образование органогенных (рифовых и других) структур. Вероятные нефтегазоматеринские комплексы, в отличие от таких обстановок, как правило, связаны преимущественно с устойчиво прогибающимися зонами.

Основные генерационные комплексы пород могут быть связаны с унаследовано развивающимися прогнутыми зонами, располагавшимися между устойчиво поднятыми блоками, где накапливались глинисто-карбонатные комплексы в условиях полуизолированных водоемов с застойными водными режимами, благоприятными для

накопления и сохранения органического вещества. В связи с этим, характер площадного распространения вероятных материнских комплексов может быть установлен пока только на основании геолого-геофизических данных. Однако, возрастной интервал вероятных материнских пород определяется достаточно уверенно, они связываются преимущественно со среднедевонским и отчасти верхнедевонским комплексами. Относительно распространения этих комплексов в центральные части Прикаспийского бассейна в настоящее время могут быть сделаны только предположения на основании геофизических материалов.

По данным Э.С. Воцалевского величина углеводородного генерационного потенциала отложений среднего девона, по данным анализа Рок-Эвал, составляет от 0,16 до 30 мг/г, в среднем – 5,8 мг/г, что позволяет рассматривать породы в качестве высокопродуктивных, обладающих высоким генерационным потенциалом. В отложениях позднего девона верхний предел генерационного потенциала ниже – 23 мг/г, однако средняя продуктивность нефтематеринских пород

<sup>1-5</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

выше - 7,6 мг/г. Каменноугольные и пермские образования обладают значительно меньшим потенциалом, лишь один образец из турнейских глинистых отложений обладает продуктивностью до 16,6 мг/г, в остальных случаях эта величина не превышает 1 мг/г, несколько выше эти величины в нижнепермских отложениях до 2 - 3 мг/г. В среднем величина генерационного потенциала для пород каменноугольно-нижнепермского возраста составляет 2,5 мг/г.

Суммарная мощность нефтематеринских отложений в среднедевонском комплексе изменяется от 150 до 330 м, составляя в среднем 250-300 м, среди пород верхнего девона нефтепроизводящие породы предположительно имеют меньшее распространение, их суммарная толщина колеблется от 0 до 260 м, в среднем принимается 80 м.

По показателю генерационного потенциала девонские отложения сопоставимы с известными нефтематеринскими породами и можно полагать, что скопления углеводородов в верхнепалеозойских подсолевых отложениях северного борта Прикаспия были образованы за счет генерационного потенциала преимущественно девонских отложений (средний - верхний девон).

В восточной части Прикаспийской впадины по результатам исследования биомаркеров установлено присутствие двух групп нефтей, что дает основание говорить о существовании двух основных нефтематеринских комплексов.

В северной части Темирского массива верхнедевонские породы перекрыты карбонатами позднего везе. Южнее (площади Кумсай и Сев. Бозоба) на верхнедевонских карбонатах залегают серпуховские известняки с гамма-активной пачкой (20м) туфогенных глин в основании. Общая мощность вскрытых карбонатных отложений среднего - верхнего девона от 1170 м до 700 м.

Отсутствие аналитических данных по девонским отложениям в этой зоне не позволяет судить однозначно о них, как о нефтематеринских породах. Тем не менее, маломощные отложения девонского возраста, вскрытые скважиной Восточный Акжар, 5, представленные темноцветными карбонатно-терригенными образованиями, имеют содержание органического углерода от 0,3 до 1,2 % и концентрацию растворимой части РОВ от 0,005 до 0,025 %. В пределах данной структуры они обладают небольшой мощностью и говорить о каком-либо генерационном потенциале не приходится. Однако, распространение этих ком-

плексов на восток и увеличение мощности в северо-восточном направлении дают основание предполагать, что эти породы обладали значимым генерационным потенциалом в Темирской зоне.

Анализ всех имеющихся материалов дает основание говорить, что наиболее вероятными материнскими породами для нефтей «карбонатного» типа могут являться породы среднего(?) - верхнего девона, сложенные преимущественно различными известняками с прослоями мергелей и глинистых пород. Области возможного распространения материнских пород этого возраста ограничивается районом Темирского свода. В эйфель-нижнефранское время в зоне Темирского массива мощность преимущественно карбонатного по составу комплекса составляла от 500 до 1300 м, причем наибольшие мощности смещены к Кенкиякскому (Темирскому?) разлому.

В Жанажол-Торткольской зоне происходит фациальное замещение карбонатного комплекса мощной терригенной толщей верхнедевонско-ранне-визейского возраста. К востоку, в Примугоджарье, на Изембетской складке этот комплекс был выделен Р.Г. Гарецким (1962) как изембетская серия. В формационном отношении он близок граувакковой зилаирской серии Урала.

Мощность сероцветной терригенной толщи верхнего девона на Изембетской структуре достигает 1540 м. Нижнекаменноугольные отложения имеют мощности до 1500 м. В составе этих отложений выделяются горизонты с преобладанием темных глинистых пород, обогащенных органическим веществом до образования тонких углистых прослоев. Эти породы формировались в мелководных морских условиях при наличии большого числа местных источников сноса. Турне - визейский комплекс сохраняет основные черты и имеет признаки граувакковой и угленосной формаций. В краевой приуральской части восточного борта комплексы позднего девона - раннего карбона характеризовались высокими скоростями накопления (более 85 м/млн. лет) и разубоживанием органической составляющей. В связи с изложенным они, по-видимому, не являлись производящим комплексом.

В пределах восточного склона Астраханско-Актюбинской зоны поднятий разновозрастные терригенные породы имели более тонкозернистый состав по сравнению с краевыми частями и меньшие мощности. Отложения турнейского яруса, вскрытые на площади Кожасай (скв. ПГС-1), прослеживаются по сейсмическим данным до

приосевой части Астраханско-Актюбинской зоны. Эти отложения представлены преимущественно терригенными образованиями - песчаниками, алевролитами, аргиллитами с редкими маломощными терригенно-карбонатными прослоями. В возрастном отношении они соответствуют верхней части изембетской серии.

Следует отметить породы нижнепермского возраста, которые обладают высоким генерационным потенциалом в Акжар-Коздысайской НГЗ. Содержание органического углерода в большинстве случаев превышает 1-2 %, достигая максимальных значений до 5-10 %. Такого типа породы обычно представлены тонким переслаиванием мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, с редкими терригенно-карбонатными прослоями.

По данным Рок-Эвал нижнепермские отложения большей части Маткен-Коздысайского НГР и особенно его северной и северо-восточной частей обладают значительным нефтегенерационным потенциалом. По ряду показателей они сопоставимы с отложениями среднего - верхнего девона северной бортовой зоны, обладающими высокими характеристиками, но имеют существенно более низкую термическую зрелость. Выход УВ при пиролизе достигает 37 мг/г породы. Водородный индекс в некоторых случаях имеет значения более 600, что отражает высокую продуктивность керогена в отношении генерации жидких УВ. Суммарный выход УВ при пиролизе составляет в среднем 4,6 мг/г породы.

Нижнепермский (докунгурский) нефтегазовый терригенный комплекс имеет региональное распространение, однако в разных частях Астраханско-Актюбинской НГО обладает различной продуктивностью и величиной генерационного потенциала материнских отложений. В пределах Темирского НГР и Жанажольской НГЗ сокращение мощностей нижнепермских отложений сопровождается возрастанием доли грубозернистых образований и снижением концентраций рассеянного органического вещества и соответственно величины генерационного потенциала.

В пределах юго-восточной части Прикаспийской впадины, в Шолькаринской, Тортайской и Ушмолинской НГЗ на многих локальных структурах в процессе поисково-разведочных работ в подсолевых отложениях были получены нефтегазопроявления и открыты незначительные по размерам скопления. В этом районе преимущественным распространением пользуются

нефти группы В, обладающие рядом отличительных признаков по сравнению с нефтями восточной бортовой зоны. Генетически они так же связаны с материнскими породами кластического состава.

К настоящему времени отложения позднего палеозоя здесь достаточно хорошо изучены бурением, вскрыты породы от девона до раннепермского возраста.

Данные по содержанию органического вещества в породах свидетельствуют, что в пределах северо-западного склона Южно-Эмбинского поднятия отдельные горизонты каменноугольного и раннепермского возраста, в частности терригенные отложения турнейского и визейского ярусов, аргиллиты среднего карбона и артинского яруса, имеют повышенные средние концентрации Сорг. (до 1.1 - 1.4 %). Карбонатные отложения среднекаменноугольного времени и позднего карбона - ранней перми имеют очень низкие средние концентрации органического углерода, что отражает практическое отсутствие у них генерационных возможностей, низким потенциалом обладают отложения верхнего девона.

В подсолевом разрезе Ушмолинской НГЗ глинистые породы, за исключением отдельных горизонтов раннепермского и раннекаменноугольного возраста, содержат невысокие концентрации органического вещества (в среднем менее 1 %). В составе рассеянного органического вещества велика доля гумусового ОВ, снижается доля аморфного сапропелевого материала. По направлению к Астраханско-Актюбинской зоне количество органического вещества в отложениях нижнего карбона несколько возрастает - до 1.5 % (Биикжал), хотя в целом породы и здесь имеют средний генерационный потенциал.

Данные анализа Рок-Эвал, полученные для образцов Ушмолинской, Шолькаринской, Тортайской и других зон юго-востока Прикаспия показали, что в целом подсолевые отложения имеют ограниченные возможности в отношении генерации УВ. Причем, менее благоприятны в этом отношении породы нижней перми. Суммарный выход УВ при пиролизе (S1+S2) в среднем составляет 1,2 мг/г, что отвечает уровню бедных нефтематеринских пород (площади Ушмола, Маткен, Улькентобе).

Породы каменноугольного возраста обладают несколько более высокими показателями, суммарный углеводородный потенциал изменяется от 0,7 мг/г до 19,1 мг/г, в среднем составляя

3,3 мг/г породы, что соответствует посредственному качеству материнских пород.

Таким образом, полученные данные позволяют говорить, что подсолевые комплексы каменноугольного и раннепермского возраста в юго-восточной части Прикаспийской впадины обладают, в целом, ограниченным по величине генерационным потенциалом, что обусловлено невысокими концентрациями и неблагоприятным составом органического вещества. Ограниченность ресурсов нефти и газа на этой достаточно обширной территории при обилии нефтепроявлений и небольших скоплений с нашей точки зрения обусловлены качественными и количественными характеристиками вероятных нефтегазоматеринских комплексов.

В пределах южной краевой части Прикаспийской впадины, где выделяется Каратон-Тенгизская НГЗ, вопрос о вероятных нефтематеринских комплексах может быть рассмотрен пока только с общих позиций. Он имеет важное значение, поскольку в этой части впадины расположены крупнейшие месторождения - Тенгизское и Астраханское, обладающие крупными запасами углеводородов.

В пределах Каратон-Тенгизской зоны наиболее древними образованиями, вскрытыми скважинами, являются верхнедевонские (фаменские) карбонатные породы, которые представлены органогенными и зернистыми шельфовыми известняками, реже доломитами. Породы нижнекаменноугольного возраста охватывают возрастной интервал турне - башкир и имеют преимущественно карбонатный состав. В пределах карбонатных массивов они представлены различными органогенными и органогенно-обломочными известняками, которые содержат незначительные концентрации рассеянного органического материала. Содержание Сорг., как правило, не превышает 0,2-0,3 %, и составляет в большинстве случаев 0,02-0,1 %. Концентрация битумоидов в карбонатных породах достигает 0,02-0,03 %, редко имеет более высокие значения. Исключение составляют отдельные маломощные прослои темноцветных глинистых пород, где содержание Сорг. возрастает до 0,5-1 %.

По обрамлению карбонатных массивов развиты склоновые образования нижнего- среднего карбона и ранней преми, представленные обломочными и тонкозернистыми глинистыми известняками, мощностью до 600 м, которые замещаются при удалении от карбонатных массивов

относительно глубоководными тонкозернистыми карбонатно-глинистыми породами, которые могут иметь более высокий генерационный потенциал. Установлено, что они не могли обусловить формирование таких скоплений, как собственно Тенгизское, так как не имели достаточного уровня зрелости в период формирования месторождений.

Следует так же учитывать малую вероятность латерального перемещения УВ при формировании этих скоплений. И хотя в настоящее время они достигли необходимого уровня зрелости для генерации УВ, учитывая особенности гидродинамических систем подсолевого палеозоя, они могли дать скопления преимущественно только в вышележащих породах, скорее всего, надсолевым комплексе отложений.

В Астраханской НГЗ выделяется визе-башкирский нефтегазоносный комплекс, который так же сложен преимущественно органогенными и органогенно-обломочными породами, различного фациального состава, среди которых нефтематеринские породы, обладающие высокими генерационными показателями, отсутствуют.

Существует ряд моделей, объясняющих формирование столь крупных по запасам скоплений.

С нашей точки зрения наиболее вероятными источниками УВ этих месторождений являлись подстилающие карбонатно-терригенные отложения среднего - верхнего девона, слагающие основания карбонатных массивов. Эти породы могут иметь литолого-фациальный состав и генерационный потенциал близкие одновозрастным образованиям, изученным в пределах северной бортовой зоны. Выполненными ранее работами было показано, что суммарный генерационный потенциал может даже превосходить аналоги в северной бортовой зоне за счет существенно увеличенных мощностей этих отложений, которые по геофизическим данным могут достигать 1000 - 1500 м.

Необходимо отметить, что в Тенгиз-Каратонской и других НГЗ, связанных с карбонатными массивами в южной, и особенно юго-восточной части впадины, наличие твердых битумов в породах-коллекторах, дают основание предполагать, что существовал еще один, более древний, скорее всего раннепалеозойский материнский комплекс, который вошел в зону активной генерации углеводородов еще в позднем палеозое, до того, как был изолирован Тенгизский резервуар. Первичная залежь вероятно была разрушена в

пост-башкирское - раннепермское время, когда Тенгизская ловушка находилась в аконсервационных условиях. Возможно, залежь была разрушена не полностью, но тяжелые нефти могли быть деасфальтизированы и термически изменены за счет поступления углеводородов в последующем из средне-позднедевонского комплекса.

Надсолевой комплекс отложений, включающий верхнепермские образования и породы мезозой-кайнозойского возраста, имеет значительно меньшее значение в процессах генерации углеводородов в Прикаспийской впадине. Относительно величины генерационного потенциала нефтегазоматеринских пород этого возраста существуют различные точки зрения, от полностью его отрицающих, до рассматривающих мезозойские отложения в качестве основной материнской толщи для надсолевых месторождений.

Отложения верхней перми и нижнего триаса, представленные преимущественно пестроцветными образованиями, в отношении генерации УВ оцениваются, как правило, отрицательно. Это подтверждается характером обогащенности этих пород органическим веществом. Содержание органического углерода в этих породах изменяется незначительно в верхнепермских породах - от 0.01 до 0.15 % (среднее 0.05 % по 10 определениям), в более широких пределах в нижнем триасе - от 0.01 до 8 %, составляя в среднем 0.4 %, что может свидетельствовать о практическом отсутствии генерационного потенциала у этих пород в большинстве случаев. Нерасчлененные отложения триаса, вскрытые на обрамлении соляных куполов, так же относятся к породам с весьма ограниченным потенциалом. Судя по количеству органического вещества низкими генерационными возможностями обладают породы нижнего мела.

Наиболее обогащены органическим веществом породы среднего - верхнего триаса и средней юры, количество органического вещества в которых достигает в среднем более 1,5 %. Породы триасового возраста с повышенным содержанием органического углерода в большей степени распространены в юго-западной части впадины, в том числе в западной части Междуречья Урал - Волга, где они часто представлены субаквальными мелководными, часто морскими образованиями. Такие отложения, например, вскрыты на площади Западный Сазанкурак, расположенной в межкупольной зоне, где их мощность достигает более 1500 м.

Таким образом, можно предположить весьма незначительное участие пород мезозойского возраста в формировании скоплений УВ в надсолевом комплексе. Эти процессы могли играть определенное значение лишь в южной и юго-западных частях Прикаспийской впадины и в них могли принимать участие только глинистые и, возможно, карбонатно-глинистые породы, имеющие весьма ограниченное распространение в пределах центральных частей межкупольных мульд. На большей части территории, востоке и юго-востоке Прикаспия эти процессы не имели существенного значения.

**Мангышлакский бассейн.** Совокупный анализ геолого-геофизических, геохимических и буровых данных позволяет высказать предположения о возможном распространении, стратиграфическом объеме и величине генерационного потенциала нефтегазоматеринских комплексов. Следует отметить, что до сих пор не выработаны общепринятые, обоснованные и убедительные представления об источниках углеводородов, направлениях миграции и условиях формирования месторождений Южного Мангышлака. Возраст предполагаемых нефтегазопроизводивших комплексов по представлениям различных авторов изменяется от юрского до верхнепалеозойского.

Наиболее важными критериями отнесения пород к категории нефтегазоматеринских является общее содержание органического вещества, его тип, уровень термической зрелости, которые определяют способность пород генерировать углеводороды. Содержание органического углерода отражает только общий возможный уровень потенциальных возможностей генерации углеводородов определенными осадочными комплексами. Более полная количественная характеристика может быть получена при анализе пород методом программируемого пиролиза (Рок-Эвал), который позволяет количественно определить остаточный генерационный потенциал пород, уровень их термической зрелости и тип рассеянного органического вещества.

Согласно данным по составу биомаркеров, среди изученных нефтей Мангышлака выделены две группы, образование которых связано с двумя различными предполагаемыми нефтематеринскими комплексами, первый из которых в возрастном отношении охватывает интервал от среднего триаса до нижней юры и представлен морскими и прибрежно-морскими глинистыми осадками среднего-позднего триаса и озерными

глинистыми отложениями ранней юры. Второй комплекс сложен прибрежно-морскими, озерными и аллювиально-дельтовыми алевролитоглинистыми образованиями средней юры.

Фациальные различия при рассмотрении разновозрастных образований, в целом, невелики. Наиболее существенные изменения фациальных обстановок наблюдаются в широтном направлении, что обусловлено распространением морских трансгрессий в восточном направлении, как в триасовом, так и в юрском периодах. Более значительные изменения отмечаются для юрского этапа, поскольку в структурно-тектоническом отношении впадина была дифференцирована в большей степени. Это могло обусловить появление различных подтипов нефтей, формировавшихся в западных и в восточных частях региона.

В пределах Жетыбай-Узеньской ступени наиболее обогащены органическим веществом отложения среднеюрского возраста и среднего - верхнего триаса.

В средней юре концентрации Сорг. достигают в отдельных случаях 10%, при средних значениях 1.2-1.3%, что соответствует среднему по величине генерационному потенциалу. Близкие величины отмечаются для среднего - верхнего триаса. Однако юрские отложения северной бортовой зоны не достигли необходимого уровня термической зрелости. Меловые, нижнеюрские и нижнетриасовые отложения в пределах Жетыбай-Узеньской ступени практически не обладают значимым потенциалом из-за очень низкого содержания органического вещества.

В погруженных зонах Южно-Мангышлакской впадины наблюдается близкая обогащенность пород органическим веществом. Наиболее высокие средние концентрации отмечены для пород средней юры и верхнего триаса, которые соответствуют породам со средней величиной генерационного потенциала.

Следует отметить, что такие же значения получены и для нижнемелового комплекса отложений, который обладает более высокими концентрациями Сорг. Образования среднего и нижнего триаса в минимальной степени обогащены органическим веществом. Интересно отметить, что в отложениях палеозойского возраста содержания органического углерода изменяются в широких пределах - от сотых долей процента до 2%. Такие концентрации Сорг. в палеозойских породах установлены на площадях Ащисор, Баканд, Сакудук, Кенестюбе, где средние значе-

ния составляют около 1%. Эти породы имеют высокую степень термической зрелости и поэтому обладают практически нулевым генерационным потенциалом.

Мезозойские отложения южного борта Южно-Мангышлакского прогиба содержат пониженные количества органического вещества. Здесь, как и в пределах других зон, наиболее высокие содержания свойственны среднеюрским образованиям, однако по абсолютной величине они не достигают значений, характерных для пород со средней величиной генерационного потенциала. Отложения нижнего мела и триаса здесь потенциалом практически не обладают.

Для зоны Песчаномыско-Ракушечного поднятия характерно несколько иное распределение органического вещества в породах. Здесь им наиболее обогащены отложения среднего триаса, в которых средние содержания достигают уровня более 2%, что соответствует породам с высоким генерационным потенциалом.

В отличие от других зон, породы верхнего триаса практически не обладают генерационными способностями, хотя в отдельных случаях Сорг. достигает значений более 2%, тогда как среднее значение не превышает 0.5%. Отложения средней юры имеют более низкие концентрации Сорг. по сравнению с центральной и северной бортовой частями Южно-Мангышлакского прогиба (около 1%). Наиболее низкие значения характерны для образований нижнего триаса и верхнего палеозоя.

Район Карагиинской седловины отличается наиболее высокими концентрациями Сорг. нижнеюрских отложений, здесь отложения обладают сравнительно высоким потенциалом (Сорг. среднее более 2%). Близкие значения имеют породы верхнего триаса. Для всех других стратиграфических уровней установлены низкие содержания органического вещества в породах.

По данным Рок-Эвал наиболее высоким генерационным потенциалом в пределах Южно-Мангышлакского прогиба обладают породы среднего триаса - количество углеводородов, освобождающихся при программируемом пиролизе, изменяется от 0.12 до 8.5 мг на грамм породы (для образца углистых пород среднего триаса Оймашинской площади - до 108 мг УВ/г породы), составляя в среднем 3.7 мг УВ/г. Верхнетриасовые и юрские отложения имеют близкие генерационные способности, при пиролизе проб верхнетриасового возраста количество

углеводородов колеблется в пределах от 0.34 до 7.34 мг УВ/г породы (среднее 1.9); для нижней юры - от 0.45 до 3.4 (среднее - 1.35 мг УВ/г), для средней - верхней юры - от 0.25 до 21.1 (среднее 2.72 мг УВ/г).

**Устюртский бассейн.** Различия в величине генерационного потенциала достаточно уверенно можно проследить по степени обогащенности пород органическим веществом (содержанию органического углерода в породах) с учетом его генетического типа, что является отражением благоприятных или неблагоприятных условий накопления исходного органического вещества с высоким или низким потенциалом.

Анализ обогащенности пород органическим углеродом, показал, что наиболее высокое среднее содержание органического вещества отмечается в отложениях средне- и раннеюрского возраста, которые достигают средних значений более 2% и 1.8-1.9% соответственно.

В породах, содержащих углистые прослои, содержание органического углерода может достигать 7.0 - 24.2 % (Баранова, Белов, 1973), что отмечается в зонах, которые являлись областями угленакопления. В первую очередь, к таким элементам может быть отнесена Центрально-Мангышлакская, где известны буроугольные месторождения юрского возраста, зоны Байчагырского выступа, Актумсукского поднятия. В этих зонах возрастание содержания органического вещества связано с процессами угленакопления.

Другой тип с повышенными концентрациями органического вещества отмечается в районах с прибрежно-морскими или озерными обстановками осадконакопления. В них возрастание доли органических остатков происходит преимущественно за счет увеличения количества аквагенного (сапропелевого или аморфного) органического вещества. Как правило, такие зоны связаны с устойчиво прогибавшимися центральными частями прогибов.

Как уже отмечалось, анализ фациального состава и условий накопления юрских отложений свидетельствует о возрастании роли континентальных обстановок в восточном направлении, что предопределяет снижение углеводородного генерационного потенциала в этом направлении. Барановой Т.Э. и Беловым Е.В. (1973) установлено значительное снижение битуминозности среднеюрских отложений до фоновых значений (первые сотые доли процента) в восточных частях Северного и Южного Устюрта (площади Те-

ренкудук, Аламбек, Байтерек, Кокбахты, Шахпахты и др.) и возрастание количества битумоидов в западных районах (Арыстановская, Каракудук и др.).

Общий уровень величин современных геотермических градиентов составляет (по данным Садыкова Ж.С. и др., 1977) для районов северо-западного обрамления Северо-Устюртской системы прогибов от 2.45 до 3.5 °С/100 м на глубинах от 0.5 до 4.0 км. С возрастанием глубины величина рассчитанных геотермических градиентов снижается, составляя в среднем 2.45 °С/100 м. В северо-восточных районах величина геотермических градиентов возрастает и достигает средней величины 2.9 °С/100 м. В юго-восточных районах Северного Устюрта (в пределах Узбекистана) величина геотермического градиента еще более возрастает до средней величины 3.45 °С/100 м.

Ограниченные геотермические данные по северо-западным районам Северного Устюрта позволяют отметить возрастание палеотемператур на близких глубинах от Прорвинской зоны Прикаспийской впадины к Кызан-Токубайскому валу (Горшков, Волкова, 1981).

В пределах площадей Култук и Мурынсор зафиксирован подъем палеоизотермы 90°С до подошвы нижнемеловых отложений, что свидетельствует об оптимальных геотермических условиях нефтеобразования в отложениях юры и верхнего триаса. Южнее, на площади Кырын, такой уровень палеотемператур отмечен для отложений на глубинах около 1500 м.

В депрессионных зонах восточной части Северного Устюрта можно предполагать близкую катагенетическую зональность мезозойских отложений, которая соответствует уровню главной фазы образования углеводородов на глубинах от 2000 - 2500 м до 4 км.

Таким образом, вероятные генерационные комплексы в разрезе осадочного чехла Северного Устюрта определяются с достаточно высокой степенью достоверности. Также достаточно надежно определяется положение и границы предполагаемых зон генерации, расположенных, главным образом, в пределах Култукского, Саамского, Кулажатского и Косбулакского прогибов. На достигнутом уровне изученности в качестве наиболее вероятного генерационного комплекса следует рассматривать только юрский, который в зонах прогибов вполне может генерировать жидкие и газообразные углеводороды. В пользу это-

го, в частности, свидетельствуют и исследования биомаркеров нефтей известных месторождений. Что касается остальных частей разреза осадочного чехла и, особенно, его доверхнепермской секции, то предположения о его генерационных возможностях находятся на уровне гипотез. При этом аналогия этих отложений с Прикаспием также весьма сомнительна для подавляющей части территории Северного Устья.

**Северо-Торгайский бассейн.** В пределах Северо-Торгайского бассейна проявления нефти, газа и битумов отмечены во многих пунктах и в довольно широком стратиграфическом диапазоне осадков. В основном они связаны с карбонатно-терригенными толщами верхнего палеозоя ( $D_3$  fm- $C_1$ ), но в ряде случаев были установлены среди эффузивных пород пермотриаса и рэт-лейаса (туринская серия), однако промышленные их скопления здесь пока не установлены.

Геохимическим исследованиям были подвергнуты в основном верхнепалеозойские отложения Северо-Торгайского бассейна и мезозойские - Жиланшикской ПНГЗ Центрально-Тургайского ПНГР.

Анализ концентраций органических веществ и битумоидов убедительно показывает, что часть осадочных пород верхнепалеозойского комплекса Северо-Торгайского региона может быть отнесена к разряду нефтегазоматеринских. Глубины погружения пород верхнего палеозоя составляют в целом 1,5-6 км, термо-барические условия которых благоприятствуют генерации как жидких, так и газообразных УВ.

**Южно-Торгайский бассейн.** Юрско-меловые образования, составляющие основную долю осадочных комплексов Южного Торгая, характеризуются достаточно высокими содержаниями органических веществ.

В юрских отложениях бассейна выделяется шесть свит: сазымбайская, айбалинская, дощанская, карагансайская, кумкольская и акшабулакская. Им свойственно разнообразие литологического состава (озерные осадки, периодически сменяющиеся аллювиально-дельтовыми и пойменными) с различным типом органических веществ - от гумусовых до сапропелевых.

Анализ результатов геохимических исследований показывает, что основные литологические комплексы обладают концентрациями ОВ, превышающими кларковые значения, что позволяет отнести их к разряду нефтегазоматеринских толщ (НГМТ). К таковым уверенно может быть отне-

сена юрская толща осадков, за исключением отложений акшабулакской свиты, и подавляющая часть меловых образований.

Однако, для реализации нефтегазоматеринскими толщами Южно-Торгайского ОБ своего генерационного потенциала необходимо их вступление в зоны повышенных температур и давлений, способствующих катагенезу ОВ с усилением процессов генерации УВ. По мнению большинства исследователей подобные условия катагенеза ОВ начинаются с погружения осадков на 1500-2000 м, где среднестатистические температуры и давления составляют соответственно 65-70°C и 150-200 атм. Анализ эволюции Южно-Торгайского ОБ свидетельствует о том, что в целом вся толща меловых и кайнозойских отложений не вступала в интервалы глубин с подобными термобарическими условиями. В силу этого, данные отложения, скорее всего, не могли участвовать в процессах генерации жидких УВ. В целом сходные условия катагенеза свойственны также образованиям акшабулакской свиты верхней юры. Кроме того, данная толща в целом не могла генерировать УВ в больших масштабах из-за очень низких концентраций ОВ. В наибольших масштабах и интенсивности процессы генерации УВ испытали отложения нижней половины кумкольской свиты и более глубокие секции разрезов юрских осадков, приведшие к формированию нефтегазовых скоплений промышленного характера.

Таким образом, в качестве наиболее вероятной генерационной толщи может быть обоснованно принята ниже-среднеюрская, обладающая наиболее высоким генерационным потенциалом.

Зонами генерации с учетом изложенных выше геологических параметров могли быть только грабен-синклинали, а основными зонами нефтегазонакопления - горст-антиклинали и внутриграбеновые поднятия.

Следует при этом признать главенствующую роль вертикальной миграции при резко подчиненной роли латеральной миграции при формировании месторождений.

Структурный контроль разнорангового нефтегазонакопления в пределах Южно-Торгайского бассейна просматривается столь же четко, как и в мезокайнозойских осадочных бассейнах Западного Казахстана.

Равнинный рельеф и полупустынный климат в сочетании с особенностями геологического строения района определяют в целом неблагоп-

риятные условия питания водоносных горизонтов и формирование подземного стока в юрско-меловых отложениях. В этой части разреза присутствуют напорные водоносные горизонты с замедленным стоком от краевых частей бассейна по падению пород. Основной областью питания является восточная краевая зона бассейна с удовлетворительными инфильтрационными возможностями, формирующая основной региональный сток. В то же время чередование системы грабен-синклиналей с горст-антиклиналями не позволяет говорить о непрерывном потоке вод из наиболее вероятной области питания. По крайней мере, в юрском комплексе очевидно наличие автономных замкнутых или полужамкнутых гидрогеологических систем с определенными гидрохимическими, температурными, гидродинамическими и другими аномалиями. Пластовые воды продуктивных горизонтов относятся к хлоридно-кальциевому типу. Минерализация их изменяется от 30,2 до 99,4 г/л. В пластовых водах отмечается повышенное содержание брома, стронция, лития.

**Шу-Сарысуйский бассейн.** Практически все исследователи рассматриваемого осадочного бассейна связывают генерацию углеводородных газов, конденсатов и присутствие капельной нефти с морскими и лагунными терригенно-карбонатными отложениями фамена - нижнего карбона.

Геохимическими анализами, выполненными в период проведения буровых работ, в указанных отложениях было установлено наличие органического вещества преимущественно гумусового и реже - гумусо-сапропелевого типа наряду с угленосными породами визейского яруса в север-северо-восточных районах Моинкумского прогиба и в Кокпансорском прогибе.

Наиболее полными исследованиями советского периода были работы группы Баспакова Д.А. (1976 г), выполненные в Казахском политехническом институте. На основании этих работ было показано, что в качестве генерационных комплексов бассейна можно рассматривать только морские и лагунные отложения фамена - турне - визе - серпухова.

Содержание органики в этих отложениях было неравномерным и в объеме на породу менялось от долей процента до 3,7%. Был также сделан вывод, что в Кокпансорском и Моинкумском прогибах генерация углеводородов могла происходить уже в позднем карбоне - ранней пер-

ми. Генерационный потенциал при этом оценивался, в основном, как низкий.

В 2003-2004 гг современные геохимические исследования в рамках совместных работ были выполнены компанией Exxon - Mobil и Казахстанскими специалистами по 419 образцам керна из 28 скважин, а также керна из обнажений девонских и каменноугольных комплексов. Охваченные исследованиями скважины располагались, главным образом, в Моинкумском, Кокпансорском и Тесбулакском прогибах. Проведенные работы фактически подтвердили высказанные ранее представления о верхнедевонских и нижнекаменноугольных морских и лагунных отложениях, которые можно рассматривать в качестве генерационных, хотя и преимущественно с низким генерационным потенциалом.

В то же время эти исследования существенно дополнили имевшиеся представления о генерационных возможностях осадочного бассейна. Так, все исследованные образцы показали высокий уровень термальной зрелости (газовое окно и выше) на относительно небольшой глубине, что может быть связано с высоким уровнем палеотемператур. Значения  $R_o$  % изменяется от 1,49 (производство газа) до максимального 3,3 (метанез).

Из 419 образцов только 40 имели значения  $C_{орг.}$  более 1% и только 2 образца имели  $C_{орг.}$  более 2%. Водородный индекс для всех образцов очень низкий и не превышает 75, что согласуется с отсутствием в бассейне жидких углеводородов.

В целом по результатам этих исследований бассейн оценивается, как «имеющий скудные положительные на газ термально зрелые материнские породы».

**Аральский бассейн.** Соображения об оценке перспектив нефтегазоносности базируются на аналогиях с сопредельными районами и комплексе критериев, контролирующих нефтегазообразование и нефтегазоаккумуляцию.

К числу важнейших критериев относятся наличие генерационных толщ (комплексов) и условий генерации углеводородов; параметры разрезов осадочного чехла, главным образом, условий седиментации пород и наличие резервуаров с флюидоупорами (покрышками); структурно-тектонические, контролирующие положение зон генерации и аккумуляции углеводородов, а также пространственное размещение месторождений нефти и газа; гидрогеологические, оказы-

вающие важное влияние на сохранность залежей с учетом параметров гидродинамических систем и их режимов.

С позиций оценки фактора наличия в разрезе чехла генерационных комплексов рассматриваемый бассейн можно оценивать в целом условно положительно, считая, что по аналогии с южными (Узбекскими) его частями к генерационным могут быть отнесены нижнеюрские и, в определенной мере, среднеюрские отложения. Условность таких соображений заключается в том, что предполагаемые участки наличия нижнеюрских пород в Казахстанской части бассейна, главным образом в Аральском прогибе, прогнозируются по сейсмическим данным и прямые сведения об их вещественном составе с характеристиками органической составляющей отсутствуют. Преобладание гумусового типа органики свидетельствует о высокой вероятности генерации углеводородных газов.

Таким образом, базовый комплекс критериев позволяет оценивать бассейн как благоприятный для поисков газовых месторождений. Прогнозируемый генерационный потенциал разреза в Казахстанской части бассейна исключает вероятность нахождения здесь крупных газовых месторождений.

**Сырдарьинский бассейн.** В пределах Сырдарьинского ОБ в процессе проведения нефтегазопроисковых работ производился отбор образцов керн для изучения литолого-стратиграфических особенностей, вещественного состава породных ассоциаций и оценки их нефтегазогенерирующих возможностей. В этом аспекте более изучен комплекс породных ассоциаций мезозойско-кайнозойских образований. Однако в пределах Сырдарьинской ПГО они признаны малоперспективными на поиски скоплений УВ. Значительно меньше образцов пород верхнепалеозойского комплекса подвергнуто геохимическим исследованиям. Вместе с тем, результаты геолого-поисковых работ показали, что квазиplatformенные образования имеют развитие в пределах Сырдарьинского бассейна и требуют дополнительного изучения.

Результаты геохимических исследований кернового материала палеозойских пород показали, что средние содержания в них органических веществ и битумоидов соответственно составляют: для пород нижнего-среднего карбона - 0,70 и 0,001 % (скв. 1-П); для пород серпуховско-башкирского возраста - 0,53 и 0,02-0,18% (скв. 2-П); для

фаменских пород - 0,69 и 0,002% (скв. 3-П и 2-П) и для средне-верхнедевонских от 0,04 до 0,85% и 0,0001-0,12% (скв. 3-П). Повышенные их значения характерны для темно-серых прослоев терригенных пород и пелитизированных карбонатов. Помимо этого, при микроскопическом изучении карбонатных пород в отдельных шлифах разреза скв. 2-П по трещинам и в рассеянном виде фиксировались битумоиды, что изредка просматривалось и при макроскопическом изучении керн. Нефтегенерационный потенциал Сырдарьинского осадочного бассейна еще не изучен.

**Зайсанский осадочный бассейн.** Анализ состава и геохимических особенностей осадочных комплексов верхнепалеозойского и мезозой-кайнозойского возраста свидетельствует, что к вероятно нефтегазоматеринским отложениям могут быть отнесены породы верхнекаменноугольного и пермского возраста, которые включают в себя горизонты горючих сланцев с высоким выходом углеводородов при нагреве.

Породы пермского возраста обладают высоким генерационным потенциалом, близким к потенциалу верхнепермских отложений Джунгарского бассейна.

Существенным отличием от последнего является более широкий стратиграфический диапазон отложений с горючими сланцами, небольшая мощность прослоев богатых органическим веществом и высокая доля в пермском разрезе грубообломочных пород с вулканогенными примесями. Результат таких отличий обуславливает более низкий суммарный нефтегазоносный потенциал пермских отложений Зайсанской впадины при наличии здесь нефтегазоматеринских пород с высокими генерационными способностями.

Основной зоной распространения нефтематеринских комплексов верхнего палеозоя является центральная часть Приманракского прогиба, где они достигли максимальных толщин, обладают благоприятным составом, испытали наибольшее погружение и не подверглись существенным перестройкам. В северном, восточном и западном направлениях мощности этих комплексов заметно сокращаются, а в краевых частях разрушены последующими эрозионными процессами.

Анализ геотермических параметров свидетельствует о том, что большая часть нефтегазоматеринских отложений достигла необходимого уровня зрелости для развития процессов генера-

ции углеводородов, которые могли начаться на рубеже «палеозой-мезозой», т.е. попадания этих отложений в зону «нефтяного окна».

Процессы генерации затихли в связи со снижением темпов прогибания бассейна на триас-юрском этапе и могли вновь активизироваться на кайнозойском этапе.

**Алакольский бассейн.** Геохимические исследования с целью прогноза нефтегазоносности впадины не проводились. Состав юрских отложений, изученных в обрамлении впадины, показывает, что они обладают промышленной угленосностью в пределах Алакольского угольного месторождения и в целом обогащены рассеянными и концентрированными формами органического вещества. Эти отложения, развиты главным образом в прогнутых зонах и могут рассматриваться в качестве потенциально нефтегазоматеринских. Однако даже в этих зонах глубины погружения их не превышали 1,5-1,8 км, в связи с чем они не могли достигнуть уровня зрелости активной генерации углеводородов (зоны «нефтяного окна»). Величина генерационного потенциала при этом не могла быть значительной, так как основная доля органических остатков представлена остатками высшей растительности. Гидрогеологические параметры в изученных бортовых частях впадины неблагоприятны. Так, палеозойские водоносные комплексы содержат здесь пресные инфильтрационные воды с минерализацией 1-2 мг/литр. Такой же уровень минерализации характерен для юрского, мелового и палеогенового комплексов, однако с увеличением глубин залегания минерализация возрастает до 20 г/л. Условия формирования подземных вод обуславливают формирование двух встречных потоков инфильтрационных вод в предгорных зонах Джунгарского Алатау и Тарбагатай, разгрузка которых происходит в зоне приподнятого залегания палеозойского фундамента в районе озер Алаколь и Сасыколь. В сторону наиболее глубоких частей впадины инфильтрационный поток разделяется за счет появления в разрезе глинистых разделов.

Таким образом, Алакольская впадина, образованная в результате опускания блока земной коры по Северо-Джунгарскому разлому, характеризуется относительно слабой структурной дифференциацией с неглубоким залеганием поверхности фундамента. Наиболее глубокие Южно-Алакольский и Восточно-Алакольский прогибы предположительно выполнены относи-

тельно слабо дислоцированными верхнепалеозойскими отложениями терригенного состава, входящими в состав промежуточного структурного этажа.

Юрские отложения не имеют сплошного распространения и прогнозируются в центральных частях и отдельных участках бортовых зон прогибов, а также в локальных углублениях рельефа палеозоя.

Кайнозойский платформенный чехол по мощности не превышает 2 км.

Совокупность геолого-геофизических, геохимических и гидрогеологических данных не позволяет отнести Алакольскую впадину к осадочным бассейнам с заметным нефтегазовым потенциалом.

Последний вывод относится также в целом ко всей Алаколь-Илийской перспективно-нефтегазоносной провинции.

**Балхашский бассейн.** Газопроявлений УВ при бурении скважин в Балхашском бассейне не отмечено. Водоносные горизонты палеогена и неогена, как показано выше, лежат в зоне свободного водообмена с дневной поверхностью. В отдельных изолированных линзах могли сохраниться «седиментационные» воды озерно-континентального происхождения. Водоносность отложений, условно относимых к верхнему мелу, не изучена. Резко сокращенная мощность мезокайнозойской толщи и гидрогеологические показатели практически исключают её из категории перспективных на нефть и газ комплексов [21].

Что касается верхнепалеозойских отложений, то эта проблема требует целенаправленной постановки геофизических исследований в комплексе с минимально необходимыми объемами бурения.

Балхашская впадина является бесперспективной для поисков нефти и газа в породах мезокайнозоя.

**Тенизский бассейн.** Геохимическое изучение пород показало, что в нижнекаменноугольных карбонатно-терригенных толщах Тенизского осадочного бассейна содержание органики изменяется в широких пределах от 0,14% в песчаниках до 2% в алевролитах и пелитоморфных известняках. В вышележащих красноцветах концентрации органических веществ значительно ниже кларковых. В сероцветах верхнего девона, преимущественно для терригенно-карбонатных разностей пород, среднее содержание органического вещества, главным образом, для пелитовых

ассоциаций составляет порядка 1%. Содержание битумоидов (по ограниченному количеству образцов) для предположительно нефтематеринских толщ верхнего девона - нижнего карбона составляет 0,01-0,1% и более. Иногда отмечаются отдельные участки интенсивного насыщения битумоидами в керне из кирейской и владимировской свит, хотя они и не содержат в своем объеме нефтематеринские породы. Последние предположительно могут присутствовать в девон-нижекаменноугольной секциях разреза.

**Западно-Илийский бассейн.** С учетом тектонических и литолого-стратиграфических особенностей Западно-Илийского ОБ и по аналогии с сопредельными территориями, схожими по геологическому строению и истории развития, в качестве наиболее вероятной генерационной толщи может быть принята мел-палеогеновая, сформированная на платформенном этапе развития, в наиболее благоприятных условиях для накопления ОБ. Однако, полученные по результатам исследований низкие концентрации ОБ в составе отложений свидетельствуют о том, что данная толща в целом не могла генерировать УВ в больших масштабах. Известно, что, для реализации генерационными толщами своего потенциала необходимо их вступление в зоны повышенных температур и давлений, способствующих катагенезу ОБ с усилением процессов генерации УВ. Анализ эволюции бассейна свидетельствует о том, что основная толща меловых и кайнозойских отложений, за исключением зоны генерации центральной части Алматинского прогиба не вступала в интервалы глубин с подобными термобарическими условиями.

**Восточно-Илийский бассейн.** Для получения геохимической характеристики условий накопления осадков в озере и преобразования при диагенезе содержащегося в них органического вещества (ОВ) были произведены химические исследования образцов пород, представляющих фации озера и русла. Результаты анализов показали, что все породы фации озера обогащены органическим материалом (растительный детрит и планктон), т. к. среднее содержание органического углерода (ОУ) в них не ниже 1,31%. Анализ некоторых образцов выявил наличие в них битумов. Предполагаемое их содержание в аргиллитах и алевролитах кольжатской свиты - более 0,012%.

В юрских отложениях ОБ сконцентрировано в угольных пластах, отличающихся выдержан-

ным строением на большой площади, и рассеяно в остальных породах, где его содержится в 2-10 раз меньше. В песчаниках и алевролитах озерной фации каирлаганской свиты, содержание рассеянного ОУ составляет от 2,26 до 2,87%. Алевролиты и аргиллиты жаркентской свиты насыщены обугленной органической массой, образующей в верхах разреза четыре угольных пласта. С этим периодом связано, по-видимому, общее опускание внутренней части Восточно-Илийской впадины и значительное расширение бассейна седиментации, где происходило накопление аргиллитов, глин, алевролитов и образование углей. Наименьшее содержание ОУ свойственно песчаникам фации русла - 0,02% - 0,66%, наибольшее количество рассеянного ОБ заключено в тонкозернистых породах фации озера (до 2%), в основной своей массе состоящей из растительных остатков. В этих породах люминисцентно-битуминологическим методом установлено наличие 0,015% битумов нефтяного ряда, а термография показывает присутствие битумного вещества с постоянной примесью в глинистой фракции аргиллитов, алевролитов и песчаников каирлаганской свиты.

Ориентировочные подсчеты показывают, что юрские отложения концентрируют в себе огромные массы ОБ, содержащегося в породах кольжатской, каирлаганской и жаркентской свит, преимущественно в угольных пластах, превышая в 2,5 раза содержание его в верхнетриасовых отложениях (Бувалкин 1964, 1974).

Озерные фации обогащены ОБ, в состав которого входят битумы. Возможность преобразования ОБ осадков пресных и солоноватых водоемов в битумы и углеводороды нефтяного ряда недостаточно изучена. Палеогеографические и геохимические исследования нижнемезозойских отложений Восточно-Илийской впадины дают некоторый фактический материал, позволяющий решить этот вопрос положительно. Накоплению битумов и углеводородов нефтяного ряда могла способствовать восстановительная обстановка, сохранявшаяся в среде осадков при диагенезе.

Генерационная способность меловых отложений крайне низка. Она подтверждается не только ничтожно малым (ниже кларкового) содержанием органического вещества, но и условиями седиментогенеза, где определяющую роль играла окислительная обстановка. От нижележащих отложений они отличаются хорошей сортировкой обломочного материала, представленного в основ-

ном кварцем. Эта особенность предопределяет высокие фильтрационные и емкостные свойства меловых пород, которые содержат напорные пресные воды (минерализация до 1 г/л), дебит которых при испытании превысил 70 л/сек. Роль флюидоупора выполняет толща глин и глинистых алевролитов палеогена.

Для большей части разреза палеогена и неогена палеогеографическая обстановка была неблагоприятной для накопления и сохранения органического вещества. Бурые и ржаво-бурые тона, являющиеся свидетельством высокого содержания окисных форм железа, олицетворяют окислительную среду седиментационного бассейна, способствовавшую быстрому окислению и разложению накопленного органического материала. В то же время, как и для среднеюрских разрезов, характерной особенностью палеогеновых и неогеновых отложений является частое и довольно ритмичное переслаивание галечников, песчаников, глин, алевролитов. По всему разрезу наблюдается двуединая взаимосвязь коллектор-покрышка. Коллектора представлены разнозернистыми песчаниками мощностью до 10 м. В палеогеновом разрезе они приурочены к эоцену и верхам олигоцена, в неогеновом - к средней части миоцена, в плиоцене наблюдаются по всему разрезу.

Таким образом, в палеогене и неогене широко распространены коллектора и покрышки, являющиеся неотъемлемыми элементами нетегазоносных комплексов пород.

Анализ результатов геохимических исследований показывает, что в пределах Жаркентского прогиба нижнемезозойские литологические комплексы обладают концентрациями ОВ, превышающими кларковые значения, что позволяет отнести их к разряду нефтегазоматеринских толщ (НГМТ). В качестве наиболее вероятных генерационных толщ могут быть приняты верхнетриасовая и юрская, обладающие наиболее высоким генерационным потенциалом, и в которых с учетом благоприятных структурно-литологических и термобарических условий могут происходить процессы генерации жидких УВ. Как известно, для реализации нефтегазоматеринскими толщами своего генерационного потенциала необходимо их вступление в зоны повышенных температур и давлений, способствующих катагенезу ОВ с усилением процессов генерации УВ. По мнению большинства исследователей подобные условия катагенеза ОВ начинаются с погружением

осадков на 1500-2000 м, где среднестатистические температуры и давление составляют соответственно, 65-70 градусов и 150-200 атм. Анализ эволюции Восточно-Илийского ОБ свидетельствует о том, что зонами генерации с учетом изложенных выше геологических параметров можно назвать наиболее погруженные части Жаркентского прогиба, а основными зонами нефтегазоаккумуляции - погребенные антиклинали в пределах его центральной части и моноклинали южного борта.

**Северо-Казахстанский бассейн.** В нефтегазональном отношении Северо-Казахстанский бассейн изучен очень слабо. Прямых признаков в процессе бурения здесь не отмечено. Кроме того, все скважины пройдены в прибортовых частях, где сокращены мощности как самого ортоплатформенного чехла, так и КПК или они отсутствуют полностью. Породы КПК вскрыты во внутренних частях Петропавловского прогиба на Яковлевской и Рязкинской площадях соответственно Р-5, лишь вошедшей в верхнюю секцию КПК, представленных красноцветными континентальными образованиями среднего карбона-нижней перми, и скв. Р-3, которая полностью прошла всю толщу среднего карбона-нижней перми и вошла в известняки верхнего девона-среднего карбона. Нефтепроявлений из палеозойского КПК получено не было. К тому же скважины по данному комплексу были заложены в неструктурных условиях.

Напротив, юрско-меловая толща обладает довольно хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами (ФЕС), а высокопроницаемые песчаные горизонты характеризуются водонасыщенностью с растворённым азотно-метановым газом. В ЛСК платформенного чехла минерализация подземных вод нарастает с глубиной от 10 до 25 г/л. Состав растворённого газа при этом также меняется от азотно-метанового до метанового. Тяжёлые гомологи присутствуют в количествах не превышающих 0,5%. Отсутствие явных признаков нефтегазоносности вскрытого разреза послужило причиной свёртывания, а в дальнейшем и прекращения нефтегазопоисковых работ в этом районе. Однако, возможное развитие в пределах Северо-Казахстанского ОБ палеозойских и мезозойских грабенов и рифтов как субмеридиональной, так и субширотной ориентировки, хорошие структурно-фациальные условия и относительная закрытость недр являются благоприятными факторами для формирования скоп-

лений УВ. Все это заставляет пересмотреть укorenившееся мнение о невысоких перспективах региона и предусмотреть проведение геологических работ на нефть и газ, базирующихся на сейсмических материалах, полученных на основе новейших методик.

**Прииртышский бассейн.** Как уже отмечалось выше, в пределах территории выделяются две области с различным возрастом консолидации фундамента, в связи с чем здесь формировались разновозрастные осадочные комплексы, которые могут рассматриваться в качестве потенциально нефтегазоматеринских толщ.

Для областей каледонской консолидации можно предполагать, что в палеозойской части разреза наиболее интересными в этом отношении представляются отложения верхнего девона и нижнекаменноугольные породы, имеющие локальное распространение в пределах мульд. В локальных мульдах на каледонском основании по геофизическим данным присутствуют осадочные комплексы суммарной толщиной до 2,0-2,5 км, в составе которых нефтегазоматеринскими могут быть тонкозернистые и глинистые породы, содержащие органическое вещество, состоящее преимущественно из остатков высокой растительности (кероген III типа). Не исключено, что в формировании РОВ принимает участие и сапропелевая органика, сложенная остатками водорослевого материала, особенно характерная для Российских районов юга Западно-Сибирской НГП.

Средние величины содержания органического углерода в тонкозернистых породах могут достигать 1,5-2,0%.

Наряду с палеозойскими отложениями в качестве возможных нефтегазоматеринских комплексов могут рассматриваться выделяемые по сейсмическим данным предположительно ниже-среднеюрские угленосные и субугленосные отложения и породы верхнеюрско-нижнемелового комплекса, в том числе аналоги баженовской свиты Западной Сибири. Степень преобразованности РОВ верхнепалеозойских комплексов в пределах зоны каледонид в большинстве случаев не превышает стадии жирных углей. Построенные геотермические модели для этих частей бассейна показывают, что этап генерации жидких углеводородов (фаза нефтяного окна) для пород нижнекаменноугольного возраста мог начаться только в мезозое (юра) и на протяжении третичного периода мог смениться процессами

генерации жидких и газообразных углеводородов. Что касается юрских отложений, то они до настоящего времени не достигли необходимого уровня зрелости ОВ для активной генерации углеводородов.

Высказанные соображения справедливы в том случае, если справедлива интерпретация «двухъярусного» заполнения мульд палеозойскими и юрско-нижнемеловыми отложениями.

Для зоны с герцинским фундаментом (восточная правобережная часть Павлодарского Прииртышья), возраст нефтегазоматеринских пород предполагается более молодым. Здесь отложения, обогащенные органическим веществом, отмечены в среднекаменноугольной толще, но наиболее насыщены органикой породы пермского возраста, где в составе ОВ преобладают остатки высшей растительности и развита угленосность. Нельзя не учитывать также отложения юрского возраста в пределах мульд, обогащенные ОВ. К северу от г. Павлодар отложения юры приобретают площадное распространение и могут иметь важное значение в процессах генерации углеводородов.

Анализ моделей геотермического развития мульд показывает, что верхнепалеозойские отложения здесь могли погрузиться в зону активной генерации жидких углеводородов к концу пермского - началу триасового периода.

Отложения верхнепермского и мезозойского возраста не достигли зоны генерации углеводородов. Высказанные соображения учитывались при оценке перспектив нефтегазоносности.

**Карагандинский бассейн.** В поднадвиговой зоне, образованной надвигом северного направления вдоль Спасского разлома ниже-среднедевонских эффузивов на толщии фаменско-нижнекаменноугольных карбонатно-терригенных пород, могут быть сформированы линейные антиклинали, потенциально выступающие в качестве ловушек для УВ. Девонско-каменноугольные толщии по интенсивности насыщения органическим веществом могут выполнять роль нефтематеринских пород, генерирующих УВ. Это в совокупности с наличием жидких битумов в угольных толщах указывает на перспективы нефтегазоносности данного бассейна.

Немало важным генерационным потенциалом обладают и сами угли. Согласно опубликованным данным, прогнозные ресурсы до глубины 1800 м оцениваются в 32 млрд. т. Хотя необходи-

мо учесть, что значительная часть этих запасов уже освоена. Следовательно, можно рассчитывать лишь на нетронутые останцы, области обвалов, нерентабельные для стандартного способа разработки пласты и забалансовые участки, что значительно снизит возможные запасы летучих УВ. При этом для интенсификации газовых эманий придётся применять вторичные способы воздействия на пласт (в частности при помощи горячего водяного пара). На современных глубинах разработки метаморфические газы угольных пластов в основном состоят из метана. С переходом разработки на большие глубины в составе метаморфических газов в ощутимых количествах появляются гомологи метана.

Скрытым генерационным потенциалом могут обладать юрские отложения. На это указывает низкое содержание закисного железа (от 0,14 до 5,28%) (иногда железо переходит в пирит, как в нефтеносных пластах) и сравнительно высокое содержание органического углерода (от 0,16 до 18,72%), что говорит о восстановительных условиях обстановки осадконакопления и высоком содержании рассеянного органического вещества. В виду того, что данные отложения наряду с углеродсодержащими толщами подверглись действию катагенеза, то нельзя исключить вероятность трансформации содержащегося в них РОВ в газообразные, а может быть и в жидкие УВ.

**Текесско-Каркаринский бассейн.** В геологическом строении Кегено-Текесской впадины (или Текесско-Каркаринский осадочный бассейн, наименование дается далее в тексте по речкам Каркара и Текесс) принимают участие отложения от верхнего палеозоя до современного отдела четвертичной системы включительно. Фундамент впадины и ее горное обрамление имеют сложное строение с участием древних образований докембрия, кембрийского, ордовикского, девонского, каменноугольного и пермского возрастов. Представлены они разнообразным по вещественному составу комплексом пород: метаморфических, вулканических, вулканогенно-осадочных, терригенных.

Обладающие высоким нефтепроизводящим потенциалом соленосные озерные глинистые фации иссыккульской свиты на крайнем востоке переходят в образования миоцена Текесско-Каркаринского бассейна.

Явными признаками нефтегазоносности бассейна являются: грязесолевой вулканизм, широ-

кое распространение битумных пород, асфальтитов, высокое содержание концентрации УВ в почвах, тяжелых газов и фенолов в водах.

Прямые признаки нефти на юге, севере и востоке бассейна делают Текесско-Каркаринскую площадь весьма привлекательной для поисков углеводородов. При проведении поисковых работ на площади установлены газопроявления, большинство их находится на наиболее изученной Шольдаырской структуре. Последняя представляет собой брахиантиклинальную складку размерами 35 x 6 км в надвиговой зоне Каркаринской впадины. Каркаринская впадина на западе сочленяется с Предтерской Иссик-Кульской впадиной. Особый интерес по данным исследований представляет толща тонкого переслаивания глинистых горючих сланцев, битуминозных известняков и мергелей мощностью более 120 м в нижней части толщи битуминозные сланцы неогена, сложенные темно-серыми мергелями и аргиллитами, издают запах жженой резины в свежем изломе. Содержание ОВ достигает 15-20%, углеводородных битумов нефтяного ряда - 0,12-0,72%.

Влияние верхнепалеозойского-нижнемезозойского нефтяного суббассейна на перспективы открытия углеводородов в Текесско-Каркаринском бассейне очень значительно. Отсутствие региональной покрывки над суббассейном и размывной характер его кровли способствовали перетоку УВ в перекрывающие образования кайнозойского суббассейна. Нижняя часть кайнозойского суббассейна, начиная с миоцена, представляет собой водоупор, выполненный мощной толщей глинисто-солевых образований. Более изученной по сравнению с Текесской впадиной, выглядит Каркаринская депрессия.

Коллекторы пермских отложений представлены конгломератами и песчаниками. Хемогенно-терригенная толща верхней перми характеризуется высокой битуминозностью - 0,04%. Толщи верхней перми-нижнего триаса могут быть оценены как возможно нефтегазопроизводящие.

Грязевые и грязесолевые вулканы, зарождение и развитие которых обуславливается преобразованиями нефтяных залежей под воздействием разрывной тектоники, известны во многих нефтедобывающих странах мира.

Важнейшим признаком грязесолевого вулканизма является диапиризм - явление подъема (по жерлам) высокопластичных пород (соль, гипс,

глина) сквозь более молодые слои вдоль осей антиклинальных складок. Грязевые вулканы и сопровождающие их грифоны способствовали образованию большого числа блюдобразных форм сопочных озер.

Шольдаырская брахиантиклинальная структура обладает типовыми признаками грязесолевого генетического образования и несет в себе прямые признаки нефтегазоносности.

Наличие генетической связи между нефтеобразованиями, диапиризмом и грязевулканизмом обуславливает необходимость внимательного отношения к геохимическому изучению вулканической деятельности. При этом особенно важное значение приобретает гидрогеохимическое опробование. Подземные воды, находившиеся в контакте с нефтяной залежью, приобретают особые ионно-минералогические свойства.

Корни вулканов, по-видимому, ограничиваются подошвой покровных, охраняющих от раз-

рушения продуктивные образования нефтематеринских толщ.

В Текесско-Каркаринском бассейне нижними флюидоупорами служат солевые образования верхней перми. Исходя из этого, глубинами проектируемых скважин необходимо обеспечивать доступ забоев к нефтематеринским породам верхнепалеозойских толщ.

Таким образом, получены результаты по уточнению геологических моделей упомянутых бассейнов, особенностей их нефтегазовых систем проведенного нефтегазогеологического районирования и количественной оценки содержания углеводородов. Проведенные исследования следует рассматривать, как результаты, раскрывающие геологическое строение бассейнов и дополнительные признаки нефтегазоносности, дающие возможность целенаправленно вести поисковые работы на открытие новых месторождений нефти и газа.

УДК 389:546.94(574)

*М.И. МАДИН<sup>1</sup>, Т.А. ОЗЕРОВА<sup>2</sup>, Т.Ж. НЕТАЛИЕВА,<sup>3</sup>  
Н.В. ОСТАПОВА<sup>3</sup>, А.Г. КЕНИШБАЕВА<sup>4</sup>, А. АКТАЕВ<sup>5</sup>*

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

Аммонийдың перренат құрамы мен осмий ерітіндісінің өлшем бірлігін және талдауды бақылауда қателіктерді жібермеуді қамтамасыз ету үшін жаңа стандарттық үлгілердің әрекеті жасалған, сондай-ақ қатты өнеркәсіп өнімдері мен сирекметалды өндірістегі технологиялық ерітіндідегі осмийді анықтаудың фотометрикалық әдісі стандартталып жетілдірілген.

В целях обеспечения единства измерений и контроля погрешности анализа созданы новые стандартные образцы предприятия состава перрената аммония и раствора осмия, а также усовершенствована и стандартизована фотометрическая методика определения осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах редкометалльного производства.

With a view of maintenance of unity of measurements and the control of an error of the analysis new standard samples of the enterprise of structure perrenate ammonium and an osmium solution are created, and also the photometric technique of definition of osmium in solid industrial products and technological solutions rare metals manufactures is improved and standardized.

Изучение литературных данных и выполнявшихся ранее многочисленных анализы по определению содержания рения и осмия показали, что указанные редкие элементы обнаруживаются во многих медных, медно-молибденовых, хромитовых, полиметаллических и других типах руд различных месторождений Казахстана в концентрациях от  $10^{-6}$  до  $10^{-3}$  % и выше для рения и  $10^{-8}$  ч  $10^{-6}$  % для осмия [1-3].

Наиболее характерным ренийсодержащим минералом рудных месторождений является молибденит, обладающий замечательной способностью аккумулировать рений из рудообразующих растворов. Рений установлен в молибденитах повсеместно в различных районах мира [4,5], причем концентрация его варьирует в значительных пределах, что делает рений важным индикатором условий образования этого минерала. Для Жезказганского месторождения было установлено, что рений обнаруживается во вкрапленных сульфидных рудах всех минералогических типов, в первую очередь, медных, а также сфалеритовых, галенитовых, борнитовых, халькопиритовых и халькозиновых рудах, а его количество увеличивается с ростом содержания основных рудных

металлов (меди, свинца, цинка), но прямой корреляции между ними не наблюдается. Высокие концентрации рения чаще всего устанавливаются в участках богатого оруденения. Максимальные содержания рения были обнаружены в богатых борнито-халькозиновых вкрапленностях (до 0,075 %). В бедных рудах повышенные содержания рения отмечаются реже, а во вмещающих породах этот элемент практически не обнаруживается [6,7]. В чистых минералах второй стадии оруденения рений обычно не устанавливается или содержится в редких пробах в незначительных количествах. Выполнение многочисленных анализов при контроле технологических процессов редкометалльной отрасли производства показывает, что концентрация рения в отдельных промышленных продуктах может изменяться от 0,5 мг/дм<sup>3</sup> до сотен кг/т (таблица 1).

Осмий, как элемент платиновой группы, встречается в богатых платиноидами рудах, однако его концентрация обычно мала и не превышает  $10^{-8}$  ч  $10^{-6}$  %. Одним из возможных источников извлечения осмия могли бы быть технологические пробы (концентраты, хвосты), получаемые при переработке хромитовых руд, однако

<sup>1-6</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Таблица 1. Содержание рения в технологических пробах

Наименование проб	Концентрация рения
Отработанная промывная кислота	0,60 мг/дм <sup>3</sup>
Исходная промывная кислота	200 мг/дм <sup>3</sup>
Фильтрат	700 мг/дм <sup>3</sup>
Маточник	10 г/дм <sup>3</sup>
Свинцовый кек	450 г/т
Черный осадок	90 кг/т
Комплексная соль	500 кг/т

выявленные максимальные концентрации осмия в исследованных образцах не превышают нескольких грамм на тонну [8]. При этом для извлечения осмия необходима разработка специальной технологии. Содержание осмия в большинстве типов руд Казахстана связано с концентрацией рения, долгоживущий радиоактивный изотоп которого <sup>187</sup>Re распадается на изотоп осмия <sup>187</sup>Os и д-частицу. Этот процесс непрерывно продолжается и приводит к накоплению радиогенного осмия, особенно, в геологических объектах с повышенным содержанием рения и большим абсолютным геологическим возрастом. В ходе переработки таких руд в отдельных технологических продуктах происходит накопление изотопа осмия <sup>187</sup>Os до сотых долей процента.

Рений и осмий входят в группу востребованных металлов. В настоящее время Казахстан является одним из крупнейших поставщиков этих металлов на мировой рынок, что делает актуальной задачу прецизионного определения концентраций рения и осмия в сложных по составу рудах и промышленных продуктах.

Получение точной и надежной информации о химическом составе веществ — задача, которая может быть решена только с привлечением различных физических и химических методов анализа. Отличительной особенностью большинства аналитических методов и приборов является относительность измерений, вследствие чего возникает необходимость калибровки аналитических сигналов по веществам с известным составом — стандартным образцам (СО). Отсутствие необходимой номенклатуры СО затрудняет получение достаточно надежной информации о химическом составе веществ и материалов.

Наличие СО состава продуктов, подвергаемых анализу, является важным фактором, влияющим на улучшение качества выпускаемой продукции. Однако, в основном, разработаны и созданы СО для полиметаллических, железных, марганцевых и золотосодержащих руд, а также

концентратов таких редких металлов, как вольфрам, олово, тантал, ниобий и другие. В то же время выбор стандартных образцов различного уровня для других типов месторождений весьма ограничен, и практически отсутствуют СО состава товарной продукции предприятий редкометальной промышленности.

В целях обеспечения единства измерений и контроля погрешности при изучении распределения рения и осмия и определения их концентрации в рудах и технологических продуктах необходимы не только СО состава веществ и материалов, но и стандартизованные методики выполнения измерений (МВИ). До проведения настоящих работ аналоги таковых отсутствовали на предприятиях и в отрасли республики, а также в странах СНГ.

Ниже изложены оптимальные пути и способы разработки и метрологической аттестации вновь создаваемых СО и МВИ содержания осмия и рения в продуктах редкометального производства.

Для выпуска соответствующих типов МСО, ГСО и ОСО в РК отсутствуют условия ввиду малого числа лабораторий, располагающих методами анализа рения и осмия, поэтому было экономически целесообразно и метрологически обосновано создание стандартных образцов предприятия (СОП), что согласуется с требованиями [9].

В 2005 году Институтом впервые был выпущен СОП состава перрената аммония, производимого РГП «Жезказганредмет», с целью его применения в заводской аналитической лаборатории [10]. Для этого были разработаны методологические принципы создания и аттестации СОП, усовершенствована методика определения следовых содержаний ряда примесных элементов [11], а также создано и внедрено программное математическое обеспечение работ по расчету метрологических характеристик.

В процессе создания СОП был подготовлен материал, усредненный методом кольца и кону-

са. В соответствии с требованиями [9] было проведено определение однородности материала СОП по элементам-индикаторам и установлены значения аттестуемых характеристик СОП, а также погрешности их определения. Методики выполнения измерений, используемые для определения концентраций аттестованных характеристик, изложены в [12]. Для определения содержания примесей в материале перрената аммония был также использован достаточно простой и надежный метод оптической эмиссионной спектроскопии [11], который эффективно используется для анализа чистых и особо чистых материалов.

Материал СОП был расфасован по 50 г в стеклянные сосуды с плотно закрывающейся крышкой и хранился при комнатной температуре в запаянной упаковке. Образцу был присвоен индекс АР-001-2005 – (аммоний рениевокислый). Стандартных образцов подобного состава в Казахстане и в странах ближнего зарубежья не существует.

В 2011 году в связи с истечением срока действия сертификата на СОП АР-001-2005 проведено исследование стабильности химического состава материала СОП для продления указанного срока [13]. Согласно [12] гарантийный срок хранения перрената аммония равен десяти годам с момента изготовления. Кроме того, в действующей на сегодняшний день нормативной документации нет изменений или требований, препятствующих дальнейшему применению СОП АР-001-2005. Следовательно, выпущенный в 2005 году СОП состава перрената аммония соответствует современным требованиям. Институт, как разработчик СОП, обеспечен средствами измерений и квалифицированным персоналом, способным провести исследования стабильности СОП АР-001-2005.

Стабильность химического состава материала СОП проверялась по стабильности содержания рения. Исследование стабильности материала СОП проводилось на основании сравнения архивных данных (2005 год) и современных результатов (2011 год) определения массовой доли рения в материале СОП АР-001-2005 состава перрената аммония 2005 года изготовления.

Определение содержания рения выполнялось по методике, изложенной в [12]. Анализ проводился с использованием шифрованных (дробных) навесок. Выполнялось 4 серии определений по пять пар проб в каждой.

По результатам проведенных исследований был подготовлен пакет документов по продлению

срока действия разработанного стандартного образца предприятия состава перрената аммония СОП АР-001-2005 (отчет, сертификат, паспорт и инструкция). ЮКФ РГП «КазИнМетр» выполнена метрологическая экспертиза представленных документов и выдано экспертное заключение на продление срока действия СОП. Образцу СОП АР-001-2005 (аммоний рениевокислый) был присвоен индекс АР-001П-2011.

Разработанный СОП предназначается для контроля точности результатов химического анализа перрената аммония на содержание основного компонента рения и элементов-примесей: алюминия, железа, калия, кальция, кремния, магния, марганца, меди, молибдена, натрия, никеля, серы, фосфора. СОП также применяется для аналитического сопровождения технологических процессов, контроля погрешности МВИ в процессе их создания и применения и других видов метрологических работ, связанных с экспериментальной оценкой состояния измерений. В частности, СОП состава перрената аммония будет использоваться для установления метрологических характеристик при разработке фотометрической методики измерения содержания рения в твердых промпродуктах и технологических растворах редкометалльного производства.

При металлургическом переделе отходов серноокислотного производства, как указывалось выше, происходит накопление очень редкого и ценного элемента осмия. Эти технологические продукты могут являться исходным сырьем при попутном извлечении осмия. В частности, в процессе получения рения в ряде промежуточных технологических продуктов, таких как маточник, осадок после промывки комплексной соли рения, черный осадок и др., установлены повышенные концентрации осмия, достигающие величин от 0,001 до 0,15 % [7,14]. С целью метрологического обеспечения контроля технологического процесса при получения осмия был разработан и аттестован стандартный образец предприятия (СОП) состава раствора осмия [15,16].

В процессе аттестации СОП его метрологические характеристики могут быть установлены следующими способами [9], из которых:

- использование МВИ, аттестованной в соответствии с требованиями [17,18], невозможно ввиду отсутствия таковой в реестре ГСИ РК;

- проведение экспериментальных исследований (в условиях одной или более лабораторий) или расчетно-экспериментальной процедуры приготовления СОП также требует использования

аттестованной МВИ либо ГСО (МСО) или аттестованной смеси (АС); в последнем случае необходима информация об оценке погрешности массовой доли осмия в исходном материале, что исключает возможность применения указанных способов;

- применение ГСО (МСО, ОСО), утверждаемых в соответствии с требованиями [19,20], является единственно возможным, поскольку такие типы СО выпускаются в дальнем зарубежье.

Нормируемыми метрологическими характеристиками СОП состава раствора осмия являются значение аттестуемого содержания осмия, его погрешность и срок годности, которые были установлены в процессе его аттестации при проведении экспериментальных исследований в условиях одной лаборатории [9] с помощью СО фирмы «Bernd Kraft GmbH» (ИСП-стандарт осмия), разрешенного к применению на территории РК в соответствии с нормативной документацией [20] и зарегистрированного в реестре ГСИ РК под номером KZ.03.02.00820-2009.

Для подготовки материала СОП состава раствора осмия была разработана методика, которая регламентирует процедуру приготовления раствора осмия, представляющего собой раствор четырехоксида осмия в 0,5 молярном растворе гидроксида калия.

От материала СОП и ИСП-стандарта осмия было отобрано и зашифровано по 20 навесок. Значения аттестуемых характеристик устанавливались, согласно требованиям [9], двумя квалифицированными сотрудниками, при этом каждый аналитик проводил две серии параллельных определений СОП и ИСП-стандарта осмия по пять пар проб в каждой серии.

Результаты определений (таблица 2) признаются удовлетворительными, если размах значений в  $k$ -той серии ( $k=1-4$ ) для образцов СОП и СО не превышает допустимого расхождения результатов параллельных определений

$$R_k = (C_{max} - C_{min})_k < 1,4 d_2,$$

и

$$R_B = (C_{Cmax} - C_{Cmin})_k < 1,4 d_2,$$

где  $C_{max}$ ,  $C_{Cmax}$  и  $C_{min}$ ,  $C_{Cmin}$  — наибольший и наименьший результаты для образцов СОП и СО, соответственно.

В таком случае вычисляются разности результатов определений  $i$ -той пары в  $k$ -той серии

$$E_{ki} = C_{ki} - C_{COki}$$

По результатам этих вычислений определяется значение аттестуемой характеристики СОП по формуле

$$A_{COП} = A_{CO} + E = 100,6.$$

Погрешность установления аттестованной характеристики СОП зависит от среднего квадратического отклонения полученных результатов  $S_\Sigma = 1,74$  и вычисляется по формуле

$$D_{A_{COП}} = K S_\Sigma,$$

где коэффициент  $K=1,91$  и зависит от характеристики погрешности используемого СО —  $D_{CO} = 3$  мкг/см<sup>3</sup>.

Следовательно, погрешность установления аттестованной характеристики СОП при  $P=0,95$  равна

$$D_{A_{COП}} = 1,91 \cdot 1,74 \approx 3,3 \text{ мкг/см}^3.$$

Таким образом, аттестованное значение массовой доли осмия в СОП состава раствора осмия составило 100,6 мкг/см<sup>3</sup> с погрешностью 3,3 мкг/см<sup>3</sup>.

Оценка стабильности материала СОП (или срока годности) проводится путем сравнения химического состава СОП, хранившегося в обычных условиях и в герметичной упаковке, в соответствии с требованиями [9]. Стабильность химического состава раствора осмия проверялась по стабильности концентрации осмия. В качестве образца сравнения использовался материал раствора осмия, изготовленный в 2003 году и аналогичный материалу разрабатываемого СОП состава раствора осмия.

Образцу был присвоен индекс СОП ОС-002-2009 (рисунок 1).

Созданный СОП применяется для аналитического сопровождения технологических процес-



Рис. 1. Стандартный образец предприятия состава раствора осмия ОС-002-2009

Таблица 2. Результаты установления значения аттестуемой характеристики СОП состава раствора осмия

№ пары в серии, $i$	Номер серии, $k$											
	1			2			3			4		
	$C_{1i}$	$C_{CO1i}$	$E_{1i}$	$C_{2i}$	$C_{CO2i}$	$E_{2i}$	$C_{3i}$	$C_{CO3i}$	$E_{3i}$	$C_{4i}$	$C_{CO4i}$	$E_{4i}$
1	101,5	100,0	1,5	102,3	96,5	5,8	100,5	102,5	-2,0	100,9	101,0	-0,1
2	102,9	98,5	4,4	98,2	100,0	-1,8	102,7	101,0	1,7	99,2	100,0	-0,8
3	100,9	99,6	1,3	98,7	100,0	-1,3	100,6	100,5	0,1	101,7	102,2	-0,5
4	101,7	97,5	4,2	99,7	97,6	2,1	99,5	102,0	-2,5	99,2	100,5	-1,3
5	101,5	97,4	4,1	98,0	97,4	0,6	98,7	101,5	-2,8	100,0	101,3	-1,3
$R_k(R_B)$	2,0	2,6		4,3	3,5		4,0	2,0		2,5	2,2	
$C_k(C_{COk})$	101,7	98,6		99,4	98,3		100,4	101,5		100,2	101,0	
$C_{COk}-A_{CO}$	-1,4	-1,7	1,5	1,0								

где  $C_{ki}$  – результат  $i$ -того ( $i = 1-5$ ) определения в  $k$ -той серии ( $k = 1-4$ ) содержания аттестуемого компонента в материале СОП;  $C_{COki}$  – результат  $i$ -того воспроизведения в  $k$ -той серии определений значения соответствующего аттестованного значения СО;  $R_k$  – размах результатов определений СО и СОП в  $k$ -той серии;  $A_{CO}$  – значение аттестованной характеристики СО.

сов, контроля погрешности МВИ в процессе их создания и применения, а также для других видов метрологических работ, связанных с экспериментальной оценкой состояния измерений. В частности, СОП состава раствора осмия использовался для

установления метрологических характеристик МВИ «Методика выполнения измерений массовых долей осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом».

Для выявления наиболее богатых осмием технологических продуктов, изучения его распределения в этих продуктах и попутного извлечения, а также в целях контроля погрешности измерений требуется использование стандартизированной МВИ [21, 22].

Для определения содержания осмия разработано достаточно большое число различных методов анализа.

В основе титриметрических методов определения осмия лежат процессы окисления – восстановления, но эти методы не избирательны и пригодны лишь для растворов, полученных после отделения осмия от других металлов. Наиболее интересны методы, в которых осмий (VIII) возможно титровать непосредственно в дистилляте, например, тиосульфатом натрия (в щелочной среде) или иодидом калия, бромистоводородной кислотой (в кислой среде). Однако высокая точность этих методов обеспечивается только при больших содержаниях осмия (больше 100 мг).

В свою очередь, спектральные (атомно-эмиссионные, атомно-абсорбционные, атомно-флуо-

ресцентные и др.) методы имеют низкие пределы обнаружения, но погрешность измерений, чаще всего, велика. Исключением являются современные методы анализа с возбуждением спектров элементов в индуктивно связанной плазме, для которой характерна высокая стабильность разряда и возможность определения очень низких концентраций. Недостатком указанного метода анализа можно считать затраты на дорогостоящее оборудование.

В аналитической практике для определения осмия часто используется фотометрический метод измерения массовой концентрации, основанный на образовании комплексного соединения осмия с тиомочевинной.

Этот простой, точный и экспрессный метод определения осмия является наиболее оптимальным для эффективного решения поставленной задачи. Кроме того, он отличается надежностью, достаточно низким пределом обнаружения и возможностью проводить определения в широком интервале концентраций от макроколичеств (0,01-0,15 %) до микроколичеств ( $10^{-6}$ - $10^{-8}$  %). К перечисленным преимуществам фотометрии следует добавить ее доступность.

Согласно [17] разрабатываемая МВИ должна обеспечивать выполнение измерений с погрешностью, не превышающей требуемой или приписанной характеристики. Способы оценивания характеристик погрешности могут быть выбраны исходя из состава конкретных анализируемых продуктов, используемых средств измерений, области применения МВИ и других факторов. Для подтверждения возможности выполне-

ния измерений по данной МВИ с погрешностью, не превышающей указанной в документе, регламентирующем МВИ, проводится метрологическая аттестация МВИ.

Метод сравнения с другой МВИ в данном случае не применим вследствие отсутствия такой методики в реестре ГСИ Республики Казахстан.

Применение способа варьирования навесок или разбавления пробы в сочетании с методом одно- и многократных добавок определяемого компонента требует использования в качестве добавки материала стандартного образца или аттестованной смеси, которые также отсутствуют в реестре ГСИ РК.

Чаще всего для выполнения аттестации используется способ с применением набора стандартных образцов.

Учитывая вышеизложенное, для установления метрологических характеристик МВИ наиболее подходящим и приемлемым является использование упомянутого выше ИСП-стандарта осмия, зарегистрированного в реестре ГСИ РК под номером KZ.03.02.00820-2009 и разработанного в Институте СОП состава раствора осмия. Оценка метрологических характеристик методики проводилась на основе внутрилабораторного эксперимента.

Создание МВИ, используемой в широком интервале концентраций осмия, предполагает как предварительное обогащение анализируемых образцов, так и разбавление их в случае очень высоких содержаний определяемого элемента. Наиболее приемлемым способом предварительного концентрирования в случае осмия является его дистилляция в виде четырехоксида. Анализируемые технологические продукты различаются по своему агрегатному и химическому составу, в зависимости от этого требуется та или иная химическая пробоподготовка. Для разложения твердых продуктов необходимо предварительное спекание, дальнейшая схема выполнения анализа (отгонка осмия и проведение измерений) одинакова для всех проб независимо от их агрегатного состояния, что позволяет определять концентрацию осмия во всех продуктах.

В соответствии с требованиями [17] была разработана программа метрологического исследования МВИ массовых долей осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом, содержащая сведения о виде и последовательности выполнения работ по метрологической аттестации.

Подготовка и проведение экспериментальных исследований в соответствии с программой включает следующие этапы:

- 1) выбор объекта анализа;
- 2) выбор метода анализа;
- 3) выбор диапазонов, по которым проводится метрологическая аттестация;
- 4) выбор средств и способов измерений;
- 5) установление погрешности измерений МВИ.

Программа учитывает современные требования к метрологическим характеристикам, изложенные в СТ РК [17-20], которые в свою очередь гармонизированы с международными нормативными документами ИСО.

Были также разработаны исходные данные по МВИ концентрации осмия, состоящие из перечисленных ниже пунктов.

А. Назначение МВИ, в том числе, актуальность и необходимость разработки МВИ.

Б. Требования к диапазону и погрешности измерений: МВИ должна определять массовую концентрацию осмия в интервале от 0,07 до 50 мкг/см<sup>3</sup> с погрешностью измерений согласно значениям нормативов повторяемости (сходимости) и промежуточной прецизионности (внутрилабораторной воспроизводимости). Указанные характеристики МВИ устанавливаются в процессе аттестации.

В. Выбор метода анализа: фотометрический метод анализа обусловлен простотой и универсальностью, а также надежностью и относительно высоким пределом обнаружения. Кроме того, фотометрический метод анализа позволяет проводить определения в широком интервале концентраций.

Г. Условия измерений: выбранный метод определения массовой концентрации осмия основан на получении окрашенного в красный цвет комплексного соединения осмия с тиомочевинной после отгонки осмия в виде четырехоксида. Предел обнаружения осмия 0,07 мкг/см<sup>3</sup>.

Предварительные исследования показали, что весь диапазон определяемых методикой концентраций от 0,07 до 50 мкг/см<sup>3</sup> можно разделить на семь поддиапазонов, в каждом из которых характеристики погрешности измерений МВИ постоянны. Для каждого выделенного поддиапазона был приготовлен образец для оценивания метрологических характеристик (ОО) с заданным содержанием осмия, равным среднему значению концентрации в этом поддиапазоне. Была разра-

Таблица 3. Погрешности приготовления образцов для оценивания

Концентрация осмия, мкг/см <sup>3</sup>	50	20	5,0	2,5	0,8	0,2	0,07
Погрешность, %	1,06	2,53	2,03	2,27	2,83	2,72	2,49

Таблица 4. Значения показателей повторяемости и воспроизводимости

Поддиапазон содержания Os, мкг/см <sup>3</sup>	Показатель повторяемости $r_{nm}$ , мкг/см <sup>3</sup>	Показатель воспроизводимости $R_m$ , мкг/см <sup>3</sup>
От 0,07 до 0,09	0,03	0,045
От 0,10 до 0,29	0,04	0,08
От 0,30 до 0,99	0,11	0,13
От 1,00 до 2,99	0,30	0,40
От 3,00 до 9,99	0,43	0,84
От 10,0 до 29,9	1,17	2,57
От 30,0 до 50,0	1,99	5,49

ботана процедура приготовления ОО с использованием материала ИСП-стандарта осмия KZ.03.02.00820-2009 и рассчитаны погрешности для каждого из них. Согласно паспортным данным содержание осмия в указанном СО составляет 1 г/л или 1000,0 мкг/см<sup>3</sup>, погрешность изготовления данного образца равна 3,0 мкг/см<sup>3</sup>. Полученные результаты сведены в таблице 3.

После выполнения аттестационных анализов проводилась оценка метрологических характеристик МВИ. Экспериментальные данные получены в условиях одной лаборатории путем варьирования всех факторов, формирующих промежуточную (внутрилабораторную) прецизионность. Однако, серии результатов единичного анализа выполнялись разными операторами в разное время, используя разные партии реактивов одного типа и разные наборы мерной посуды. Время проведения эксперимента занимало период, охватывающий такие изменения, как градуировка средств измерений, смена реактивов одного типа, изменение условий окружающей среды и т.д. Результаты единичного анализа  $X_{mi}$  внутри каждой серии были получены в условиях повторяемости (параллельных определений).

Оценка показателя повторяемости методики анализа выполнялась согласно [23]. На основании критерия Кохнера для всех значений выборочной дисперсии была проверена гипотеза о равенстве генеральных дисперсий. Так как значения дисперсий оказались однородными, по ним была проведена оценка среднего квадратического отклонения (СКО), характеризующего повторяемость (сходимость) результатов единичного анализа, полученного для содержания осмия в каждом из семи исследуемых ОО.

Найденные значения показателя повторяемости в виде предела повторяемости для разных концентраций анализируемого элемента приведены в таблице 4.

Оценка показателя воспроизводимости методики анализа проводилась также согласно рекомендациям [23]. Так как эксперимент проводился в одной лаборатории в условиях внутрилабораторной прецизионности, показатель воспроизводимости методики анализа в виде СКО вычисляется по формуле  $\sigma_{Rm} = kS_{Rm}$ , где  $k$  принимает значение от 1,2 до 2,0 и учитывает условия проведения эксперимента, в нашем случае  $k = 1,5$  (таблица 4).

Для оценки показателя правильности методики анализа была рассчитана оценка математического ожидания систематической погрешности методики анализа  $\Theta_m$  как разность между средним значением результатов анализа  $X_m$  и аттестованным значением  $m$ -того ОО  $C_m$  и по критерию Стьюдента определена незначимость оценки систематической погрешности на фоне случайного разброса результатов анализа. Следовательно, в условиях проведения эксперимента в одной лаборатории показатель правильности методики анализа рассчитывают по формуле

$$\Delta_{c.sm} = |\Delta_{c.nm}| = \Delta_{c.m} = 1,96 \sqrt{\frac{k^2 S_m^2}{L} + \frac{\Delta_{Om}^2}{3}} = 1,96 \sigma_{c.m},$$

где  $\Delta_{c.v.m}$  и  $\Delta_{c.n.m}$  — верхняя и нижняя границы, в которых не исключенная систематическая погрешность методики анализа (для содержания, соответствующего содержанию определяемого компонента в  $m$ -том ОО) находится с принятой вероятностью  $P=0,95$ . Результаты расчета показателя правильности методики анализа приведены в таблице 5.

Таблица 5. Значения показателей правильности и точности

Поддиапазон содержания Os, мкг/см <sup>3</sup>	Показатель правильности D <sub>с.м</sub> , в отн. ед.	Показатель точности D <sub>м</sub> , в отн. ед.
От 0,07 до 0,09	0,13	0,41
От 0,10 до 0,29	0,09	0,30
От 0,30 до 0,99	0,06	0,15
От 1,00 до 2,99	0,05	0,15
От 3,00 до 9,99	0,04	0,10
От 10,0 до 29,9	0,04	0,10
От 30,0 до 50,0	0,03	0,10

Таблица 6. Стандартная и расширенная неопределенности МВИ

Поддиапазон содержания Os, мкг/см <sup>3</sup>	Суммарная стандартная неопределенность u <sub>с.м</sub> , %	Расширенная неопределенность U, %
От 0.07 до 0.09	19	38
От 0.1 до 0.29	12	24
От 0.3 до 0.99	7	14
От 1.0 до 2.99	6	12
От 3.0 до 9.99	5	10
От 10.0 до 29.9	6	12
От 30.0 до 50.0	6	12

Показатель точности методики анализа, т.е. верхняя D<sub>от</sub> и нижняя D<sub>от</sub> границы, в которых погрешность результата анализа для содержания, соответствующего содержанию определяемого компонента в m-том ОО, находится с принятой вероятностью P=0,95 рассчитывается по формуле

$$\Delta_{от} = |\Delta_{от}| = \Delta_m = 1,96 \sqrt{\sigma_{Rm}^2 + \sigma_{с.м}^2} = 1,96 \sigma_m (\Delta),$$

где s<sub>Rm</sub> – показатель воспроизводимости методики анализа; s<sub>с.м</sub> – показатель правильности методики анализа (таблица 5).

Оценка стандартной и расширенной неопределенности МВИ была выполнена согласно рекомендациям [2-4]. Ниже перечислены факторы, влияющие на расчет стандартной и расширенной неопределенности методики измерения массовых долей осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом:

- а) взвешивание исходного химического препарата в ампуле, пустой ампулы, навески анализируемого вещества;
- б) учет степени чистоты исходного препарата;
- в) растворение исходного реактива в колбе вместимостью 1000 см<sup>3</sup>;
- г) отбор аликвотной части растворов пипетками вместимостью 5 и 10 см<sup>3</sup>;
- д) количественное переведение раствора осмия в колбы вместимостью 50 и 100 см<sup>3</sup>;
- е) приготовление образцов для оценивания (ОО);

- ж) построение градуировочного графика;
- з) выполнение измерения оптической плотности на фотоэлектроколориметре при анализе калибровочных растворов и ОО.

Согласно [24] стандартная неопределенность рассчитывается по типам А и В.

Исходными данными при вычислении стандартной неопределенности по типу А – u<sub>А</sub> являются результаты многократных измерений x<sub>1</sub>...x<sub>i</sub>...x<sub>n</sub>, где n – число измерений. Стандартную неопределенность единичного измерения вычисляют по формуле

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

где x<sub>i</sub> – результат i-того измерения, x – среднее значение из n=20 измерений.

В качестве исходных данных для вычисления стандартной неопределенности по типу В – u<sub>В</sub> используют данные поверки, калибровки, сведения изготовителя о приборе и т. п. Неопределенности этих данных обычно представляют в виде симметричных границ отклонения ±b значения величины от ее оценки

$$u_B = \frac{b}{\sqrt{3}}$$

На основании полученных данных рассчитана суммарная стандартная и расширенная неопре-

деленности методики выполнения измерений массовых долей осмия для каждого из поддиапазонов содержаний Os (таблица 6). При нормальном законе распределения возможных значений измеряемой величины коэффициент охвата  $k$  при вычислении расширенной неопределенности полагают равным 2 для доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

Таким образом, для обеспечения единства измерений и выполнения аналитического контроля технологического процесса в редкометальном производстве созданы стандартные образцы предприятия состава перрената аммония СОП АР-001П-2011 и состава раствора осмия СОП ОС-002-2009 и разработана «Методика выполнения измерений массовых долей осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом», зарегистрированная в реестре ГСИ РК под № КЗ.07.00.01152-2010 [25].

В дальнейшем предполагается проведение исследований по разработке методики выполнения измерений массовых долей рения в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Калинин С.К., Файн Э.Е. Распределение рения в природных объектах. Алма-Ата: «Наука», 1977.- 144 с.
- 2 Иванов В.В., Поплавко Е.М., Горохова В.И. Геохимия рения. М.: «Наука», 1980. - 288 с.
- 3 Козловская З.А., Митряева Н.М. Рений в некоторых медно-порфировых месторождениях Центрального Казахстана // Известия АН Каз. ССР.- 1961.- Вып. 1.- С.22-27.
- 4 Fleischer M. The geochemistry of rhenium with special reference to its occurrence in molybdenite. // Econ. Geol.-1959.-V. 54.- № 2.- С. 36-39.
- 5 Щербя Г.Н., Калинин С.К., Мухля К.А., Файн Э.Е. Содержание рения в молибденидах некоторых месторождений Центрального Казахстана. // Геохимия.- 1968.- № 9.- С. 57-65.
- 6 Сатпаева Т.А., Калинин С.К., Сатпаева М.К., Марзуванов В.Л. Особенности проявления рения в рудах Джекказганского месторождения. //Вестник АН Каз. ССР.-1962.-№ 12.- С. 27-32.
- 7 Разработать высокочувствительные спектрографические методы определения малых содержаний рения и осмия 187 с целью применения их для геохимических, геохронологических исследований и контроля технологических процессов на предприятиях цветной металлургии: отчет о НИР / ИГН АН Каз. ССР.- Алма-Ата, 1982.- 131 с.
- 8 Изучение распределения осмия по рудам и продуктам переработки на обогатительных фабриках ДГОК: отчет о НИР / ИГН. — Алматы, 2009.- 39 с.
- 9 СТ РК 2.43-2002 Разработка и утверждение стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов предприятий.
- 10 Мадин М.И., Озерова Т.А. Аналитическое обеспечение работ по изучению рения и осмия в рудах и технологических продуктах// В сб. статей «Геологическая наука независимого Казахстана: достижения и перспективы», посвященном юбилейной дате – 20-летию независимости РК. 2011. Алматы. С. 374-381.
- 11 Мадин М.И., Озерова Т.А. Атомно-эмиссионное спектрографическое определение элементов-примесей в перренате аммония. // Вестник КазНУ, сер. хим., № 3 (31), 2003, с. 220-222.
- 12 ГОСТ 31411-2009 Перренат аммония. Технические условия.
- 13 Мадин М.И., Озерова Т.А. О стабильности СОП состава перрената аммония// Материалы Международной конференции «Геология в XXI веке» («Сатпаевские чтения»). 2011. Алматы. С. 272-276.
- 14 Спектрографическое изучение рения, осмия и других элементов – спутников в рудах Джекказгана: отчет о НИР /ИГН АН Каз. ССР.- Алма-Ата, 1962.- 80 с.
- 15 Мадин М.И., Озерова Т.А. К методологии разработки стандартного образца состава раствора осмия / / Материалы Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения», посвященной 70-летию ИГН им. К.И. Сатпаева «Проблемы геологии и минерации в развитии минерально-сырьевых ресурсов». 2010.- Алматы. С. 453-456.
- 16 Мадин М.И., Озерова Т.А. Разработка стандартного образца предприятия состава раствора осмия. // Тезисы докладов на XIX Международной Черняевской конференции по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. 2010.- Новосибирск. - С. 207.
- 17 СТ РК 2.18-2009 Методики выполнения измерений. Порядок разработки, метрологической аттестации, регистрации и применения.
- 18 ГОСТ 8.010-90 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.
- 19 ГОСТ 8.315-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.
- 20 СТ РК 2.79-2004 Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов зарубежного выпуска. Порядок допуска к применению. Основные положения.
- 21 Мадин М.И., Калиева А.Б., Озерова Т.А. Создание стандартизированной методики определения осмия в технологических продуктах редкометального производства // Тезисы докладов на XIX Международной Черняевской конференции по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. 2010.- Новосибирск. - С. 208.
- 22 Мадин М.И., Неталиева Т.Ж., Озерова Т.А., Остапов Н.В. Определение содержания осмия фотометрическим методом // Материалы Международной конференции «Геология в XXI веке» («Сатпаевские чтения»). 2011. Алматы. С.276-280.
- 23 РМГ 61-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методики количественного химического анализа. Методы оценки.
- 24 РМГ 43 2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений».
- 25 Свидетельство № 442 О метрологической аттестации методики выполнения измерений массовых долей осмия в твердых промпродуктах и технологических растворах фотометрическим методом./Выдано РГП «Казахстанский институт метрологии» 22.07.10 г.

УДК 553.04

*Б.М. РАКИШЕВ<sup>1</sup>, И.И. УСОЛЬЦЕВ<sup>2</sup>, В.И. РОДНОВА<sup>3</sup>*

## ПРИМЕНЕНИЕ БАНКОВ ДАННЫХ ПРИ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Болашағы зор жана аймақтарды болжаудың тиімділігін пайдалану үшін бдағалы металдардың болжау ресурстары, геохимиялық ауытқулар, пайдалы қазбалардың белгілі базалық мәліметтер құрылымы талданды.

Проанализирована структура известных баз данных по полезным ископаемым, геохимическим аномалиям, прогнозным ресурсам благородных металлов для эффективности применения их при прогнозировании новых перспективных участков. На основе выделенных признаков описания создана структура базы данных для цели прогнозирования новых месторождений.

Structure of known data bases of mineral resources, geochemical anomalies and prognosis resources of precious metals was analyzed for usage them during prognostication of perspective sites. At the basis of delineated features structure of the data base was created.

Применение банков пространственно привязанных геологических данных при прогнозно-металлогенических исследованиях является общепринятой практикой в ведущих научных центрах Европы, России, Кореи, США и др. стран. Казахстан сильно отстает в этом направлении, из известных геологических баз данных, созданных для оценки прогнозных ресурсов, можно упомянуть только базы ГЕОИНЦЕНТРА, созданные по договору с Комитетом геологии и недропользования (МСБ благородных металлов, свинца, цинка и др.) в 90-х годах прошлого века. Поэтому работа, проводимая по данной теме лабораторией ИГН в 2009-2011гг, является чрезвычайно актуальной и востребованной.

За длительный период геологических исследований в Казахстане многими поколениями геологов накоплен обширный информационный материал. Современные компьютерные технологии дают возможность принципиально нового подхода для обработки и интерпретации данных. Возникла необходимость изучения внутренней структуры геологического информационного массива, методов его анализа и принципов построения на их основе моделей геологических процессов.

Одной из традиционных задач Института геологических наук им.К.И.Сатпаева является прогнозирование месторождений полезных ископаемых. Для информационного обеспечения реше-

ния данной задачи необходимо создание базы данных, основой которой является комплекс индикаторных модельных признаков, разработанный в результате анализа геологических и петролого-геохимических данных и адаптированный к требованиям современных геоинформационных систем (ГИС).

Для создания информативного Банка данных проведены сбор и обработка геологической информации по эталонным месторождениям, выбранным на основании ранее созданной классификации геолого-промышленных типов месторождений Казахстана (44 месторождения) /1/.

Выделяются следующие уже ставшие традиционными, направления прогнозирования полезных ископаемых:

1. на генетической основе (тождественная связь с теми или иными геологическими образованиями, ситуациями);

2. с использованием принципа аналогий (подобные в геологическом строении, обстановке, времени территории считаются сходными в отношении рудообразования, перенесение свойств изученных месторождений на малоизученные);

3. на основе эмпирических обобщений (использование для прогнозных оценок практически установленных закономерностей).

Среди методов количественной оценки прогнозирования месторождений в настоящее время наиболее широко применяется метод геологи-

<sup>1-3</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

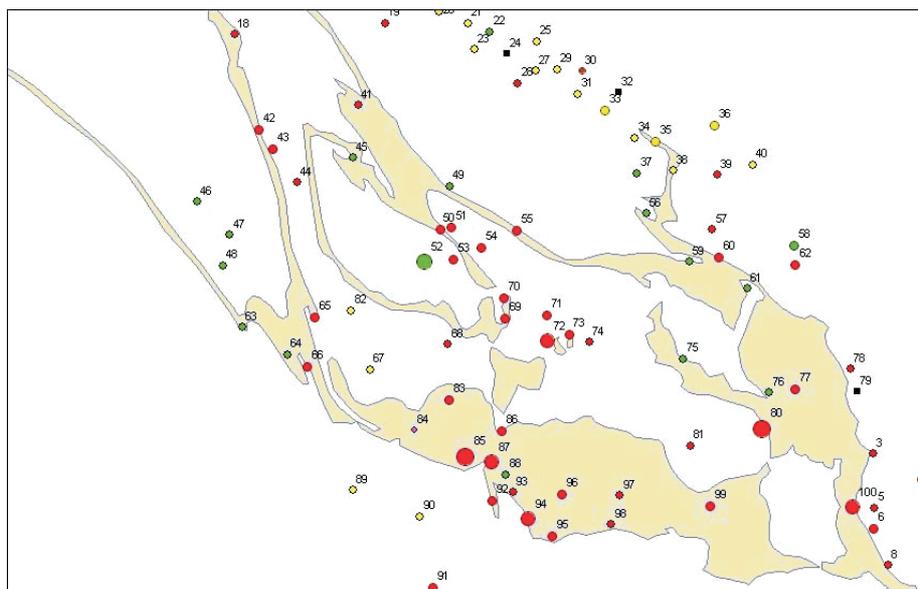


Рис. 1. Рудовмещающие породы фамена

ческой аналогии /2, 3/, в основе которого лежит определение степени сходства хорошо изученных *эталонных и прогнозируемых* объектов. Эталонные месторождения создаются на базе моделей различного типа и включают в себя базовые знания и данные о геолого-геохимических закономерностях формирования оруденения. Выделяется несколько типов моделей используемых при прогнозировании с помощью эталонных объектов:

1. Содержательные модели – сценарии образования и размещения рудных объектов.
2. Признаковые модели типа матрица-объект-свойство (обычно в этих моделях приводятся только характеристики рудных объектов).
3. Модели статистических закономерностей, описывающих силу и форму связей между целевой и прогнозирующими характеристиками.
4. Модели статистически пространственных закономерностей.

Проанализирована структура известных баз данных по полезным ископаемым, геохимическим аномалиям, прогнозным ресурсам благородных металлов для эффективности применения их при прогнозировании новых перспективных участков. На основе выбранных признаков описания создана структура базы данных для цели прогнозирования новых месторождений /4/.

Базы данных по месторождениям полезных ископаемых дают реферативную информацию по существующим на определенной площади месторождениям и позволяют анализировать рудоносность структур и геологических комплексов,

выделять области, сходные по геологическим и структурным признакам.

Проанализировав комплекс доступных данных согласно разрабатываемой технологии прогнозирования, в качестве полигона для апробации технологии и выработки схем данных был выбран Каратауский рудный район, к которому приурочены два эталонных месторождения – 1) месторождение Миргалимсай (свинцово-цинковый стратиформный геолого-промышленный тип в карбонатных толщах) и 2) месторождение Шалкия (свинцово-цинковый геолого-промышленный тип в кремнисто-карбонатных толщах).

По объектам подобран комплекс критериев всех основных направлений – геохимические, металлогенические, геологические и др. рудолокализирующие факторы, используемые нами в качестве информативных признаков.

Подобран комплекс геологических факторов, используемый нами в качестве информативных признаков, включающий следующие пункты:

**1. Литологический контроль** – оруденение размещается в карбонатных породах, преимущественно во втором ленточном горизонте (Dfm4) и третьей рудоносной пачке джилаганатинской свиты (Dfm). По породам девона создана цифровая база данных (рис. 1).

**2. Тектонический контроль** – все свинцово-цинковые месторождения залегают в трещинных зонах, примыкающих к Главному Каратаускому разлому (разломы второго, третьего и более мелких порядков).

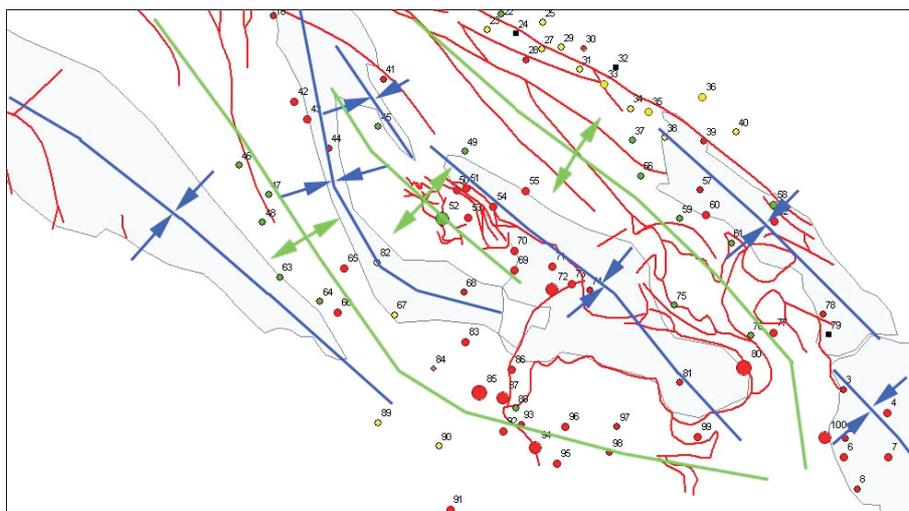


Рис. 2. Пример структурного анализа Каратауского региона

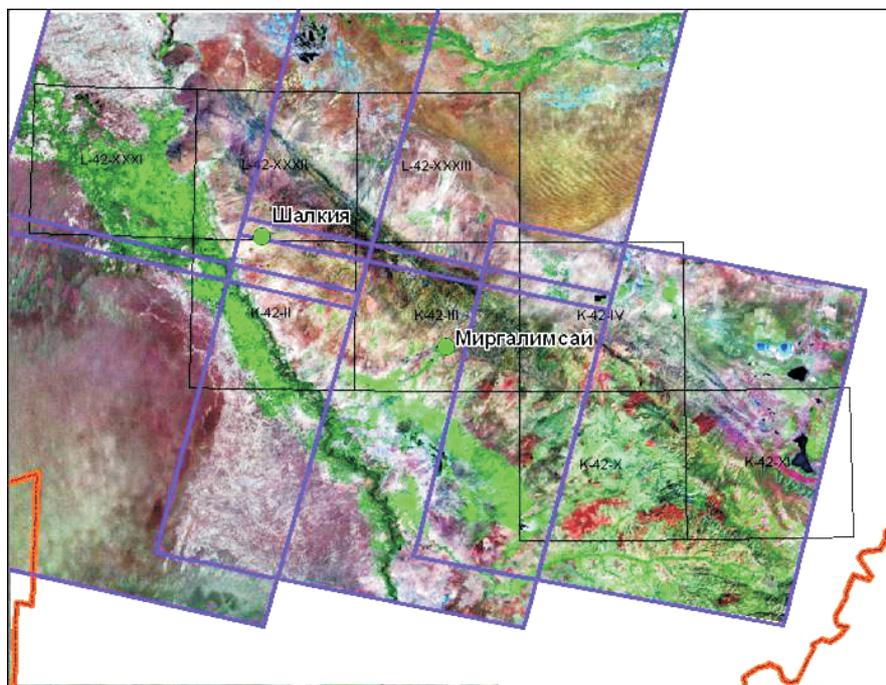


Рис. 3. Покрывание территории изучаемого района космоснимками Landsat 7

**3. Структурный контроль** – расположение месторождений на крыльях сравнительно крупных складчатых структур (рис. 2).

**4. Метасоматический контроль**

Гидротермальные изменения пород трассируют рудные зоны: резко повышенные, по сравнению с перекрывающими и подстилающими его породами, содержания закисных марганца и железа и прямая зависимость концентрации свинцово-цинкового оруденения от количества закисных компонентов (рис. 3, 4). На рисунке 4 красным цветом выделены зоны окислов, желтым –

аргиллитизации, что соответствует спектрам коры выветривания большинства гидротермальных месторождений.

Металлогенические факторы:

**1. Металлогеническое районирование:** приуроченность месторождений к герцинскому рифтогенному трогу Каратау (рис. 5).

**2. Металлогеническая зона:** юго-восточная часть Миргалимсай-Кенкольской зоны.

**3. Металлогенический комплекс:** девонский углеродисто-кремнисто-доломитово-известняковый серебряно-бариево-свинцово-цинковый.

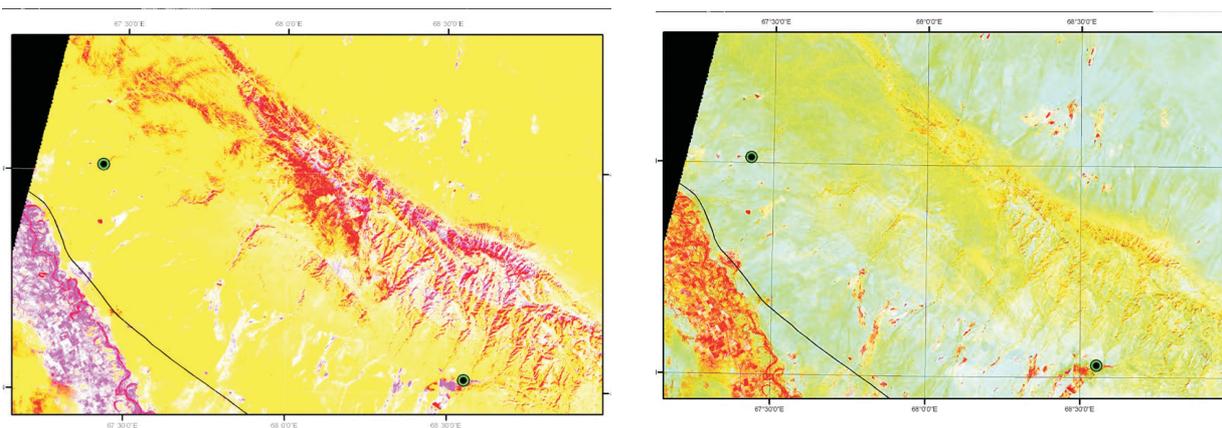


Рис. 4. Обработка космоснимков в программе ENVI с целью выделения зон гидротермально-измененных пород по отражательной способности минералов

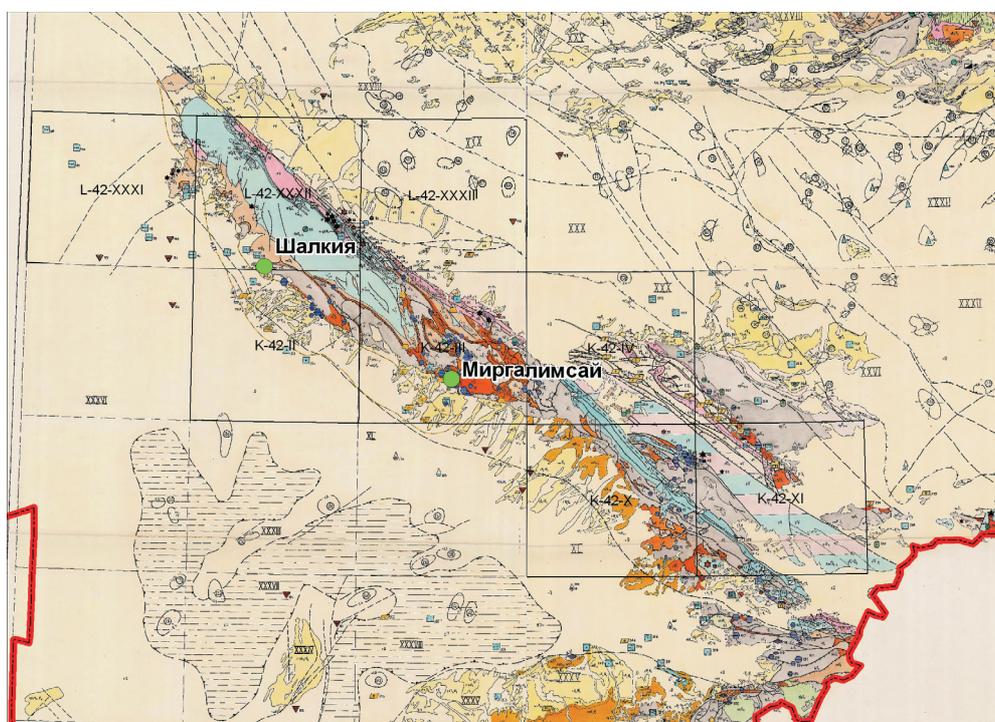


Рис. 5. Металлогеническая основа региона исследований

**4. Полезные ископаемые:** месторождения и рудопроявления различных формаций: свинцово-цинковая в вулканогенных толщах, медно-скарновая, медистых песчаников, золоторудная кварцевожильная, железистых кварцитов. Анализируется как проявления целевой формации (свинцово-цинковой) так и комплексирование формаций в пределах зон (рис. 6).

**5. Прогнозные площади:** при их выделении используются комплексы критериев, учитывающие местные локальные условия (границы руд-

ных узлов, полей). Геологическая информация извлекалась путем оцифровки отдельных факторов и распределения ее по тематическим директориям.

*Геохимическая информация* (аномалии и комплексные ореолы) по региону исследования будет анализироваться на:

- 1) пространственное расположение в рамках известных металлогенических зон;
- 2) комплексирование по признаку геохимических ассоциаций, характерных для эталонных

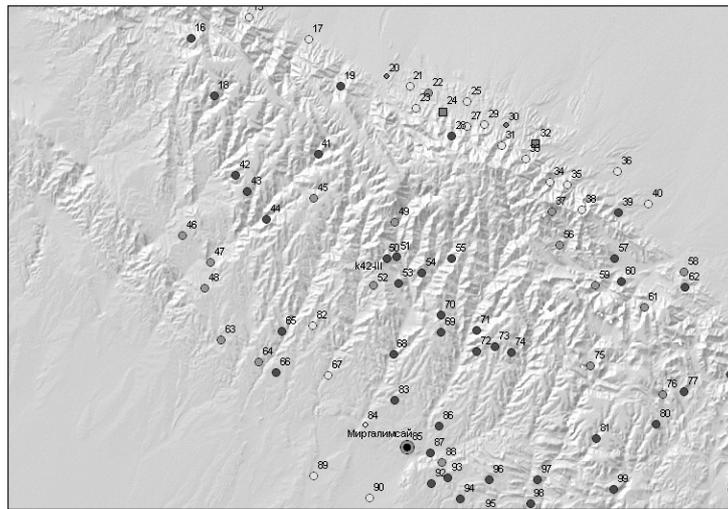


Рис. 6. Фрагмент карты полезных ископаемых на модели рельефа

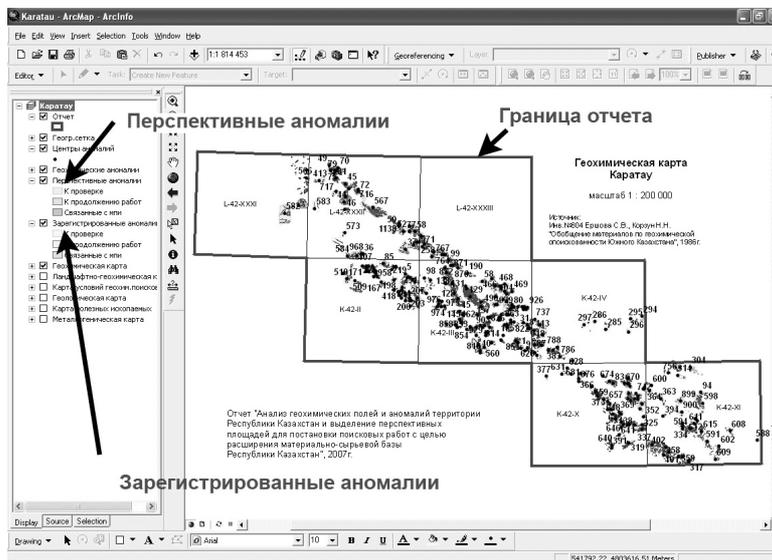


Рис. 7. Карта геохимических аномалий Каратау

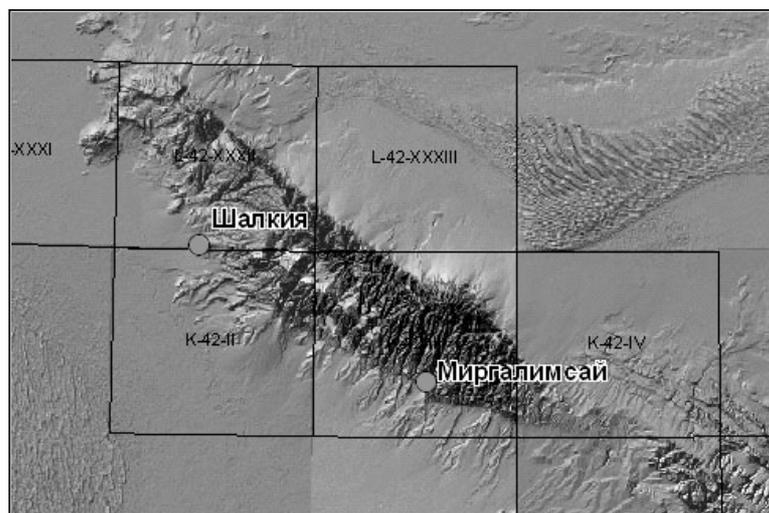


Рис. 8. Цифровая модель рельефа (данные радарной съемки)



объектов – в рудоносной пачке выделены ореолы свинца, цинка, редко молибдена и серебра;

3) наличие характерных для данного геологопромышленного типа ореолов свинца и цинка протяженностью более 2 км, с содержаниями свинца и цинка превышающими 0,1%.

4) уровень аномальности содержания полезных компонентов,

5) связи с определенными ландшафтными условиями – расчлененное крутосклонное низкоегорье, с пролювиальными долинами,

6) положению в рельефе местности (рисунок 7-8) для определения направления сноса и возможного источника (коренных руд).

В результате анализа разработана комплексная структура банка данных в тестовом варианте (рис.9) позволяющая эффективно распределять, хранить и использовать массивы информации, применяемой в технологическом процессе анализа данных, сохранять промежуточные результаты анализа, рассматривать их совместно и формировать результирующую прогнозную карту.

Полученные в результате выполнения научной программы результаты говорят о возможности и перспективности компьютерной обработки больших массивов геологической информации. На основе разработанных моделей месторождений возможно принятие решения о перспективности или бесперспективности продолжения работ на объектах, выявленных в результате площадных работ различного масштаба.

Также программа позволяет анализировать данные по принципу аналогии в региональном масштабе и выделять площади и зоны, перспективные на различные типы оруденения на основе разработанной геолого-промышленной классификации месторождений. Система нуждается в дальнейшем развитии и совершенствовании, одним из важных направлений дальнейших работ будет разработка классификации месторождений нетрадиционных для Казахстана (пока не найденных) типов, создание типовых моделей известных месторождений Мира и попытка найти в Казахстане участки со сходными геологическими, геофизическими и геохимическими характеристиками.

Основным же направлением работ на сегодняшний день является планомерное изучение

всей территории Республики с применением всех эталонов месторождений к каждому участку поверхности. Немаловажной составляющей этих работ является обязательная проверка перспективности на месте путем проведения комплексных работ, если необходимо, то и с применением буровых работ. Для этого необходимо в определенной степени сделать результаты работ открытыми для возможных инвесторов.

Одним из важных пунктов работы системы является серьезное влияние на результат субъективных факторов – личных предпочтений эксперта. Уменьшить влияние этого фактора можно привлечением как можно большего количества разнородной информации и постоянного сопоставления ее с типовыми факторами, являющимися прогнозными критериями оруденения.

В условиях отсутствия на сегодняшний день в Казахстане квалифицированного совета по прогнозированию, который мог бы анализировать огромные объемы информации и давать рекомендации по наиболее перспективным направлениям поисковых и поисково-оценочных работ, разработанная коллективом ИГН комплексная программа анализа разнородной информации, позволяющая прогнозировать оруденение и выделять участки для постановки детальных работ, является актуальной и востребованной работой в данном направлении исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ракишев Б.М., Усольцев И.И. Геолого-химические модели промышленно-генетических типов месторождений Казахстана как основа перспективной оценки при прогнозно-металлогенических исследованиях. Изв. НАН РК. Серия геол. №1,2. 2009. С.41-43.
2. Крицук И.Н., Питулько В.М., Сафронов Д.Н. Методические рекомендации по поискам рудных узлов и полей и оценке их прогнозных ресурсов геохимическими методами при геолого-съёмочных работах (на примере месторождений цветных, благородных и редких элементов). Л.: ВСЕГЕИ, 1989.
3. Билибин Ю.А. Общие принципы регионального металлогенического анализа. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 3. С. 16-60.
4. Усольцев И.И., Роднова В.И. Основные направления исследований в области геохимии и геоэкологии. Изв. НАН РК, Серия геол. №3 (425) 2010, с. 108-115.
5. Гонин Г.Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. Издательство «Недра», 1980 г.

УДК 549.744.1

*БЕКЕНОВА Г.К.<sup>1</sup>, СТЕПАНОВ А.В.<sup>1</sup>,  
КОТЕЛЬНИКОВ П.Е.<sup>1</sup>, ЛЕВИН В.Л.<sup>1</sup>, ДОБРОВОЛЬСКАЯ Е.А.<sup>2</sup>*

## УТОЧНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕЕ ЭСПЕ: I. ФТОРКАРБОНАТЫ

Жоғарғы Еспе кенорнының сирек жерлік элементтерінің фторкарбонаттарының: бастнезит, итробастнезит, синхизит-(Y) – тердің сипаттамалары берілді. Минералдардың химиялық құрамы электронды зонд микроталдау әдісімен нақтыланды.

Дано описание фторкарбонатов редких земель Верхнеэспинского месторождения: бастнезита, итробастнезита, синхизита-(Y). Уточнение химического состава минералов проведено методом электроннозондового микроанализа.

The descriptions of some fluorocarbonates of REE: bastnesite, yttrobastnesite and synchysite from Verkhnee Espe deposit are given. Clarification of the chemical composition of the rare-earth minerals by microprobe are carried out.

До конца 70-х годов изучение химического состава редкоземельных минералов из Верхнеэспинского месторождения [1] проводилось химическими, микрохимическими и спектральным полуколичественным и количественным методами анализа (химик М.А. Соколова, микрохимик Г.А. Хан, спектроскопист Л. Кочубей и др., КазИМС). Лантаноиды отдельных образцов анализировались рентгенофлуоресцентным методом (Д.А. Минеев, ИМГРЭ). Для получения результатов перечисленными методами требовалось достаточно большое количество чистого материала анализируемых минералов, отобрать который, учитывая их тонковкрапленность, взаимные прорастания, зональную неоднородность кристаллов, во многих случаях было практически трудновыполнимой задачей. Нередко данные получали от валовой пробы, что не учитывало наличия загрязнения и зональность природных материалов.

Метод рентгеноспектрального микроанализа (РСМА), в настоящее время, является одним из основных методов изучения химического состава минералов и, в частности, микроминералов. В отличие от микрохимии и эмиссионного спектрального анализа при РСМА образец не разрушается и не требуется расхода материала. Метод позволяет проводить качественный и количественный анализ химического состава минералов на элементы от бора ( $Z = 5$ ) до урана ( $Z = 92$ ) с объемной локальностью в несколько мкм<sup>3</sup>. Сре-

ди ограничений метода укажем на невозможность определения легких элементов, таких как, литий и бериллий, а также воды.

Высокая локальность метода обеспечивает возможность получения с довольно высоким разрешением растровых изображений исследуемого объекта во вторичных, обратнорассеянных, поглощенных электронах и в рентгеновском характеристическом излучении. Эти изображения несут информацию о форме выделений микроминералов, их пространственных и относительных временных взаимоотношениях, особенностях микростроения и распределения отдельных элементов по зональному зерну микроминерала.

Уточнение химического состава образцов карбонатов, фторкарбонатов, карбонатсиликатов было проведено с помощью электроннозондового микроанализатора JCXA 733 с применением энергодисперсионного спектрометра INCA ENERGY при ускоряющем напряжении 25 кВ, токе зонда 25 нА и сфокусированном (диаметр 1-2 мкм) или расфокусированном (10 мкм) зонде. В качестве образцов сравнения использованы: CaF<sub>2</sub> (F); альбит (Na); CaSiO<sub>3</sub> (Ca);  $x(PO_4)$  ( $x - P3Э$ ).

В нашем случае, в связи с напылением проводящей угольной пленки на полированную поверхность углеродсодержащих минералов, содержание углерода не определялось. При написании кристаллохимической формулы карбонатов, карбонатсиликатов целочисленный формульный ко-

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева

<sup>2</sup> Казахстан, 050000, Алматы, ул. Толе би, 59, Казахстанско-Британский технический университет

Таблица 1. Химический состав (мас. %) бастнезита

№ анализа	F	CaO	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ThO <sub>2</sub>	Σ
1	7,27	0,12	20,20	37,52	1,92	5,87	1,13	1,29	75,32
2	7,21	0,22	17,89	37,19	2,04	7,59	0,80	1,47	74,41
3	6,83	0,23	17,63	37,19	2,33	7,74	1,46	1,39	74,80
среднее	7,10	0,19	18,57	37,30	2,10	7,07	1,13	1,38	74,84

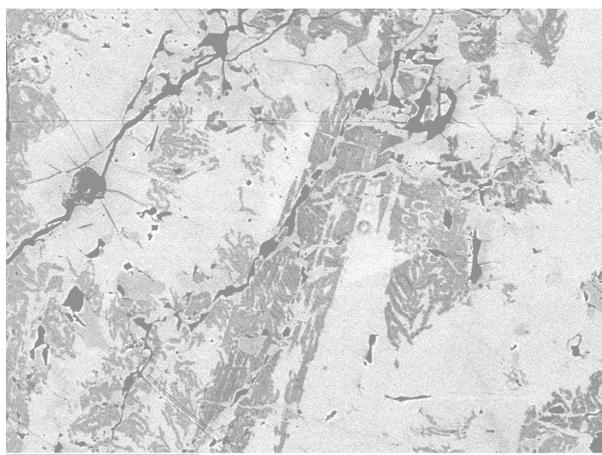


Рис. 1. Изображение полированной поверхности во вторичных электронах  
Бастнезит (ан. 1-3, табл. 1) (серое), бастнезит с повышенным содержанием кальция (темно-серое)

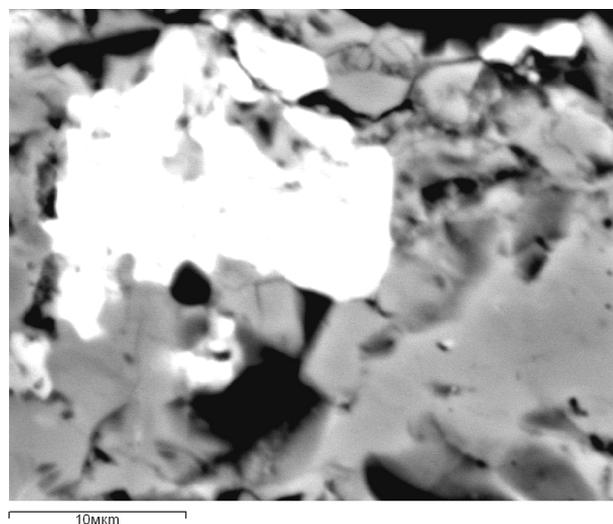


Рис. 2. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах  
Пористый агрегат гагаринита - (Y) (серые кристаллы), бастнезита с флюоцеритом (белое)

эффицент группы (CO<sub>3</sub>) устанавливался при расчете баланса зарядов по суммарному содержанию катионов (иттрия, кальция, лантаноидов, кремния и др.).

**Бастнезит** (Ce, La)(CO<sub>3</sub>)F на Верхне-Эспинском месторождении найден в 1959 г. в нескольких пегматоидных жилах совместно с гагарини-

том и монацитом, иногда явно замещая последний. Чаще всего он образует более или менее равномерную вкрапленность мелких зерен в гагарините. Реже встречаются выделения бастнезита размером до 4x2x0,8 см, метасоматически развивающиеся по монациту. Форма выделений – сростки или неправильные зерна, реже шестигранные короткие призмы.

Цвет от бледно-желтого до буровато-красноватого. Полупрозрачен. Излом неровный. Блеск слегка жирный до матового. В пламени паяльной трубки разлагается, бурет, но не плавится. В концентрированной соляной кислоте минерал разлагается при нагревании. Электромагнитный. Слабо радиоактивный. Плотность, определенная гидростатическим взвешиванием, равна 4,99 г/см<sup>3</sup>. Твердость 4,45. Хрупкий.

В шлифах слегка желтоватый. Показатели преломления: N<sub>o</sub> 1,716; N<sub>e</sub> 1,816 (определен по сумме нижнего показателя и двупреломления – 0,100). Сингония тригональная. Оптически одноосный положительный.

Порошкограмма минерала (Ю.В. Шиповалов, КазИМС) точно соответствует таковой бастнезита. Термограмма минерала имеет характерный глубокий эндоэффект в интервале температур 370-550° С с минимумом при 500° С, два менее значительных при 770° и 850° С и один очень слабо выраженный при температуре 200° С (Э. Краснова, КазИМС).

Химический анализ образца бастнезита из пегматоидного тела на юго-западе Большого выхода (обр. 61а) с незначительной примесью монацита выявил следующие содержания (%): H<sub>2</sub>O 0,07; ппп 17,26; F 10,80; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,02; ΣPЗЭ<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 71,75; SiO<sub>2</sub> 0,20; K<sub>2</sub>O 0,20; Na<sub>2</sub>O 0,21; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO отсутствуют; (М.А. Соколова, 1960 г. КазИМС). В то же время, рентгеноспектральным и эмиссионным спектральным анализами в различных образцах бастнезита были установлены обычные для минерала существенно цериевые составы. Содержание тория и иттрия не больше 1,5-2,0% каждого. Присутствие в некоторых образцах ниобия, по-видимому, обусловлено присутствием примеси ниобатов – фергусонита или пирохлора.

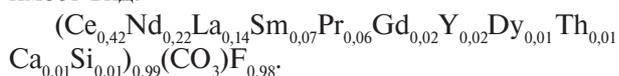
Спектральным анализом в образце бастнезита (61a) были выявлены, кроме церия, лантана (%): свинец, бериллий 0,01-0,03; кальций, магний 0,1-0,3.

Анализируемые нами образцы бастнезита (обр. 125) (табл. 1, рис. 1) отобраны из центральной части Малого выхода, в пегматоидном теле, в тонкозернистом агрегате, состоящем из силикатов редких земель с небольшим количеством танталониобатов и др. Ассоциирующие с бастнезитом минералы: роуландит, таленит, гадолинит, ифтисит, монацит, флюорит, иттрофлюорит, гагаринит и др.

Средняя по трем анализам кристаллохимическая формула бастнезита, рассчитанная на основе  $\Sigma PZ\Theta = 1$ , имеет вид:  $(Ce_{0,55}La_{0,28}Nd_{0,10}Pr_{0,03}Sm_{0,02}Th_{0,01}Ca_{0,01})_{1,00}(CO_3)(F_{1,91}OH_{0,09})$ .

Химический состав бастнезита, находящегося в ассоциации с гагаринитом-(Y) и флюоцеритом, отличается большим разнообразием редких земель с преобладанием неодима над лантаном (табл. 2, рис. 2).

Кристаллохимическая формула бастнезита имеет вид:



Характер сростаний бастнезита (табл. 3) с флюоцеритом  $(Ce_{0,46}Nd_{0,27}La_{0,10}Pr_{0,06}Sm_{0,05}Y_{0,04}Gd_{0,02})_{1,00}F_{3,00}$  в кварце и размеры составляющих зерен представлены на рисунке 3.

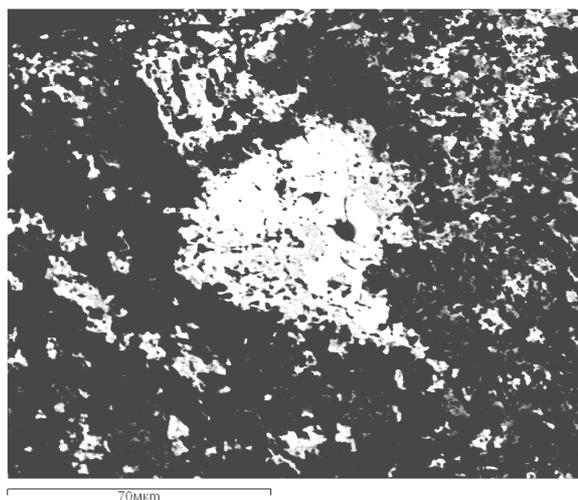


Рис. 3. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах. Характер сростаний и размеры зерен бастнезита (серое) и флюоцерита (белое) в кварце (черное)

Кристаллохимическая формула бастнезита имеет вид:  $(Ce_{0,49}Nd_{0,20}La_{0,19}Pr_{0,07}Sm_{0,02}Gd_{0,01}Y_{0,01}Si_{0,01})_{1,00}(CO_3)F_{1,01}$ .

В химическом составе бастнезита в контакте с иттрофлюоритом  $[(Y_{0,33}Ce_{0,01}Gd_{0,01}Dy_{0,01}Yb_{0,01})_{0,37}Ca_{0,50}Na_{0,10}Si_{0,02}K_{0,01}]_{1,00}F_{2,34}$  обнаруживается значительное количество иттрия (табл. 4, рис.4), что не исключает вероятность ионного обмена между этими минералами.

Таблица 2. Химический состав (мас. %) бастнезита в ассоциации с гагаринитом-(Y) и флюоцеритом

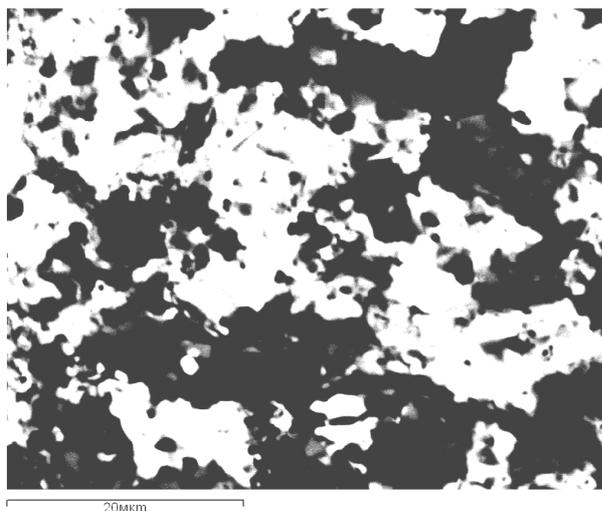
№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	CaO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	8,80	0,32	0,24	1,12	0,20	10,05	31,78	4,58
Продолжение табл. 2								
№ анализа	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ThO <sub>2</sub>	Σ	
1	17,25	5,47	0,06	1,89	0,91	0,90	83,56	

Таблица 3. Химический состав (мас. %) бастнезита в ассоциации с флюоцеритом

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	8,61	0,21	0,57	14,66	37,50	5,37	15,59	1,95	0,82	85,29

Таблица 4. Химический состав (мас. %) бастнезита в ассоциации с иттрофлюоритом

№ анализа	F	CaO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1	8,71	0,13	8,11	6,57	28,20	4,18	14,54	
Продолжение табл. 4								
№ анализа	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ThO <sub>2</sub>	Σ
1	5,58	0,88	5,31	1,16	2,93	0,59	0,16	87,06



**Рис. 4.** Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах  
Зерна бастнезита (белое) и иттрофлюорита (черное)

Кристаллохимическая формула бастнезита (табл. 4) имеет вид:  $(\text{Ce}_{0,35}\text{Nd}_{0,18}\text{Y}_{0,15}\text{La}_{0,08}\text{Sm}_{0,07}\text{Gd}_{0,06}\text{Pr}_{0,05}\text{Dy}_{0,03}\text{Tb}_{0,02}\text{Er}_{0,01})_{1,00}(\text{CO}_3)\text{F}_{0,97}$ .

В некоторых образцах бастнезита содержание иттрия настолько велико, что минерал можно отнести к итробастнезиту.

**Итробастнезит**  $(\text{Y,Ce})(\text{CO}_3)\text{F}$ , впервые на месторождении обнаруженный Д.А. Минеевым и Т.И. Лаврищевой в 1962 г. (табл. 5), разновидность бастнезита, характеризующаяся почти равными содержаниями церия и иттрия в отличие от существенно цериевого бастнезита. Минерал образуется при выветривании гадолинита, иттри-

евого бритолита и таленита. На месторождении итробастнезит образует или мелкие вкрапления в гагарините, или тонкозернистые агрегаты, развивающиеся по гагариниту. В одном из пегматоидных тел на юге Большого выхода был встречен этот минерал в виде самостоятельных вкраплений размером до 2-3 мм в пегматоидном кварце совместно с гадолинитом, иттрофлюоритом и гагаринитом.

Состав редких земель (без иттрия) в итробастнезите, определенный рентгенофлуоресцентным методом Д.А. Минеевым, характеризуется заметным преобладанием элементов иттриевой группы над цериевыми (в 1,5-2,5 раза). Состав элементов иттриевой группы отличается двумя максимумами: диспрозиевым и гадолиниевым. Для цериевых земель характерны цериевый и самариевый максимумы [2].

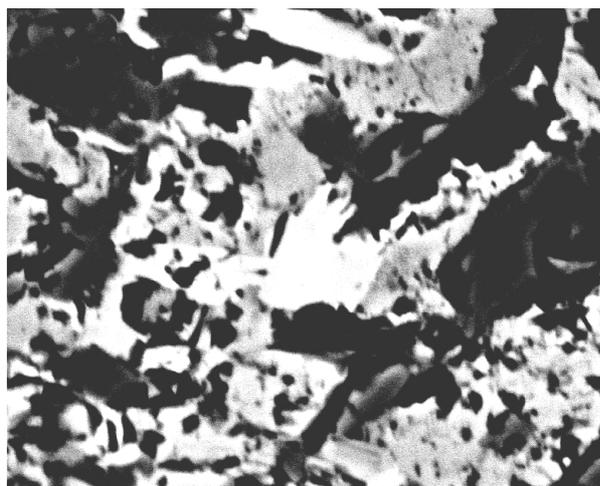
Цвет итробастнезита в зависимости от агрегатного состояния и примесей от желтого, медово-желтого до бурого, буро-красного, зеленовато-бурого. Крупные зерна полупрозрачны, агрегатные сростки непрозрачны. Скол у агрегатных сростков неровный, у кристаллических – полураковистый до раковистого. В последнем случае блеск смолистый. Часть подобных зерен выглядит изотропными. Показатели преломления полупрозрачного итробастнезита заметно варьируют от зерна к зерну от 1,656 до 1,674 и выше. Двупреломление анизотропных зерен низкое. Цвета интерференции светло-серые 1-го порядка.

Таблица 5. Результаты химического анализа (мас. %) итробастнезита [2]

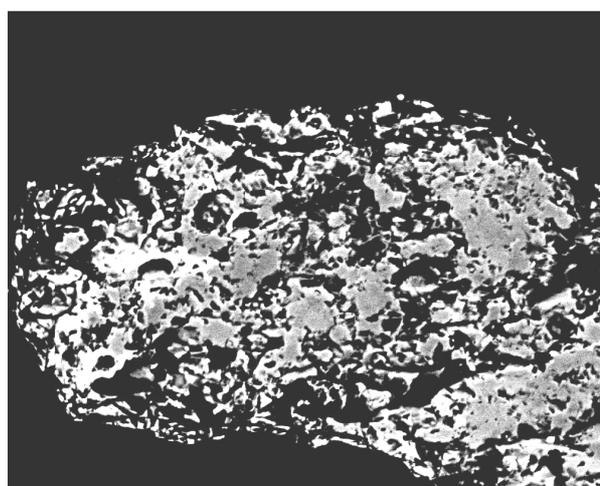
Компоненты	Содержание
SiO <sub>2</sub>	3,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40
PЗЭ <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60,00
ThO <sub>2</sub>	0,72
CaO	4,09
Na <sub>2</sub> O	0,40
F	7,28
CO <sub>2</sub>	18,99
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	5,04
П.п.п.	-
-O=F <sub>2</sub>	-3,10
Σ	100,12

Эмпирическая формула минерала:  
 $(\text{TR}_{0,850}\text{Th}_{0,006}\text{Ca}_{0,144})_{1,000}[\text{CO}_3]_{1,000}(\text{F}_{0,760}(\text{OH})_{0,240}) \cdot 0,38\text{H}_2\text{O}$

Примечание: Аналитик А.В. Быкова (ИМГРЭ, 1962 г.)



**Рис. 5.** Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах  
Зерна итробастнезита (белое)  
и неизвестного фторца редких земель (серое)

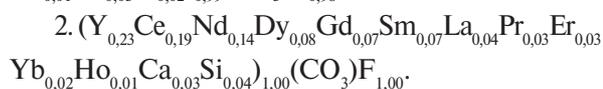
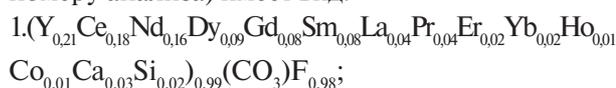


**Рис. 6.** Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах  
Зерна итробастнезита (белое)  
и иттрофлюорита (серое)

Минерал растворяется в соляной кислоте. Электромагнитный. В катодных лучах не светится. Непрокаленный минерал дает дебаеграмму близкую к таковой бастнезита, но с более размытыми линиями. Прокаленный до температуры 1000° С минерал имеет четкую дебаеграмму флюоритового типа, характерную для кубической фазы полупрозрачных оксидов редких земель и иттрия с параметром  $a=5,48 \text{ \AA}$  (аналитик Ю.В. Шиповалов, КазИМС).

Уточненный нами химический состав образцов итробастнезита из центральной части Малого выхода приведен в таблицах 6-7 (рис. 5, 6).

Кристаллохимическая формула итробастнезита (табл. 6) (номер формулы соответствует номеру анализа) имеет вид:



Кристаллохимическая формула итробастнезита (табл. 7) имеет вид:

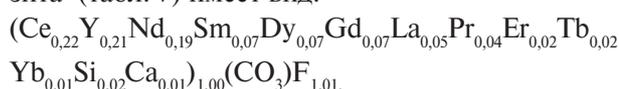


Таблица 6. Химический состав (мас. %) итробастнезита (рис. 5)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	CaO	CoO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	7,63	0,45	0,83	0,38	11,40	3,10	14,91	3,05	13,03	7,26
2	7,37	1,16	0,73	0,00	13,07	3,66	15,65	2,87	11,64	6,25

*Продолжение табл. 6*

№ анализа	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ThO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>	Σ
1	7,05	1,32	8,13	0,74	2,14	1,64	0,28	0,32	83,67
2	6,64	1,45	7,79	0,86	3,20	1,76	0,00	0,00	84,09

Таблица 7. Химический состав (мас.%) итробастнезита в ассоциации с иттрофлюоритом (рис. 6)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	CaO	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	12,37	0,71	0,28	0,25	11,61	3,72	18,38	3,17

*Продолжение табл. 7*

№ анализа	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	15,65	6,41	6,13	1,46	6,09	2,25	1,31	89,79

Таблица 9. Результаты химического анализа (мас. %) синхизита-(Y) [2]

Компоненты	Содержание
SiO <sub>2</sub>	10,70
TiO <sub>2</sub>	0,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,00
PЗЭ <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,68
ThO <sub>2</sub>	0,58
CaO	13,16
Na <sub>2</sub> O	1,10
F	1,90
CO <sub>2</sub>	20,51
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	8,58
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	-
П.п.п.	2,82
O <sup>2-</sup> = F <sub>2</sub>	0,80
Σ	100,16

Таблица 10. Химический состав (мас. %) синхизита-(Y)

№ анализа	F	CaO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	1,18	16,00	31,57	0,34	0,57	1,22
2	0,55	15,31	29,80	0,14	0,65	1,36
<i>Продолжение табл. 10</i>						
№ анализа	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,25	3,36	0,80	2,92	1,24	59,45
2	0,72	5,55	1,32	3,20	1,87	60,48

**Синхизит-(Y)** CaY(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>F установлен на месторождении в 1958 г. в пегматитовой жиле и метасоматитах по северо-восточной окраине Большого выхода в виде криптозернистых агрегатов, развивающихся по гагариниту.

Твердость агрегатов ~4. Плотность, определенная гидростатическим взвешиванием, равна 3,52 г/см<sup>3</sup>. Цвет желтовато-коричневый. В прозрачных шлифах из-за криптозернистого сложения непрозрачен или слабо просвечивает. Средний показатель преломления – 1,631. Двупреломление, судя по средней интерференционной окраске, высокое. По Минееву показатели преломления: N<sub>o</sub> 1,770; N<sub>e</sub> 1,674; N<sub>o</sub> – N<sub>e</sub> = 0,100 [2].

В пламени паяльной трубки не плавится, но темнеет. В соляной кислоте легко разлагается с выделением углекислоты, оставляя нерастворимый остаток. Перлы с бурой, содой и фосфорной солью, в пламени желтовато-зеленые, а по охлаждению – бесцветные. Нерадиоактивен или очень слабо радиоактивен. По магнитным свойствам близок к гагариниту. В ультрафиолетовых и катодных лучах не светится.

Термограмма минерала аналогична термограммам всех фторкарбонатов и имеет два глубоких и

характерных эндоэффекта при температуре 120 и 500° С, соответствующих потере воды, углекислоты и фтора.

Химический состав синхизита, определенный А.В. Быковой (ИМГРЭ, 1962 г.) приведен в таблице 9.

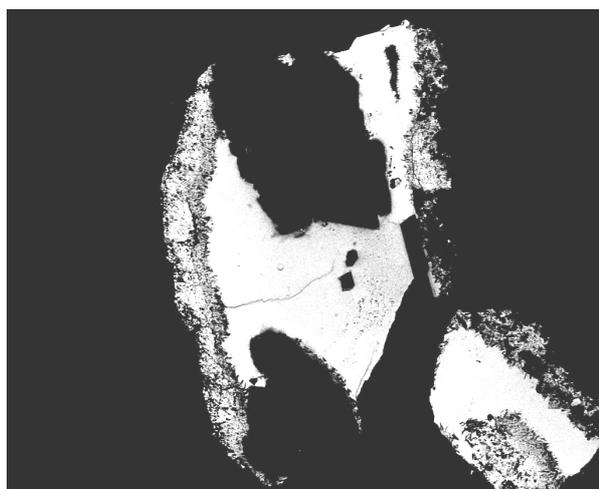


Рис. 8. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах Синхизит - (Y) (белое) в «рубашке» с кварцем (черное)

Таблица 11. Химический состав (мас. %) синхизита-(Y) (рис.8)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	Cl	CaO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	2,33	1,01	0,1	13,98	28,66	0,48	1,44
2	1,76	1,01	0,23	14,45	30,06	0,34	1,01

*Продолжение табл. 11*

№ анализа	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,00	6,98	1,33	4,40	2,54	63,24
2	0,61	6,21	1,42	4,92	2,90	64,92

Таблица 12. Химический состав (мас. %) синхизита-(Y)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	1,47	1,71	16,55	0,24	32,70	0,23
2	1,87	1,11	16,54	0,00	33,38	0,15

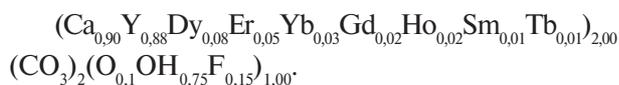
*Продолжение табл. 12*

№ анализа	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,60	3,64	0,88	3,61	2,10	63,84
2	0,37	2,93	0,70	3,01	1,59	61,64

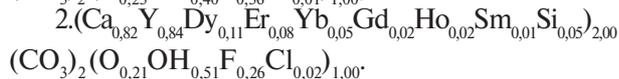
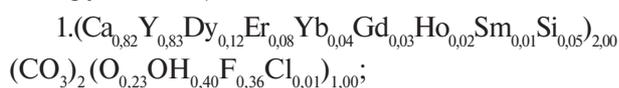
Параметры элементарной ячейки синхизита-(Y), рассчитанные Ю.В. Шиповаловым по дебаграммам, лишь незначительно ниже таковых синхизита, что связано, по мнению исследователя, с замещением лёгких лантаноидов иттрием.

Для анализируемых нами зерен синхизита-(Y) (табл. 10-12)(рис. 8) характерно постоянное присутствие одних и тех же редких земель и незначительная изменчивость их в количественном отношении.

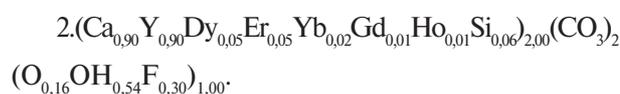
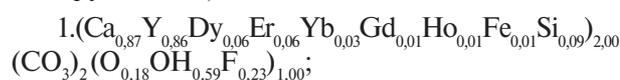
Средняя по двум анализам кристаллохимическая формула (табл. 10) синхизита-(Y), рассчитанная на основе ΣPЗЭ+Y+Ca = 2, имеет вид:



Кристаллохимическая формула (табл. 11) синхизита-(Y) (номер формулы соответствует номеру анализа) имеет вид:



Кристаллохимическая формула (табл. 12) синхизита-(Y) (номер формулы соответствует номеру анализа) имеет вид:



#### Заключение.

1. Методом РСМА уточнен химический состав фторкарбонатов: бастнезита, итробастнезита и синхизита-(Y) из Верхнеэспинского месторождения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов А.В., Бекенова Г.К. Краткая характеристика Верхнеэспинского месторождения редких элементов // Мат-лы конференции «Геология, минерагения и перспективы развития мин. -сырьевых ресурсов» (Сатпаевские чтения). -2009. -С. 248-258.

2. Минеев Д.А. Геохимия апогранитов и редкометалльных метасоматитов Северо-Западного Тарбагатая. М.: Наука, 1968. -183 с.

УДК: 553.9+553.57:539.26

Т.А. ШАБАНОВА<sup>1</sup>, В.А. ГЛАГОЛЕВ<sup>3</sup>

## ФОРМИРОВАНИЕ УГЛЕРОДИСТОГО ВЕЩЕСТВА И КРЕМНЕЗЁМОВ НА НАНОРАЗМЕРНОМ УРОВНЕ

Табиғатта көміртек заттары мен кремнезем кең таралған. Бұл жана біркелкі (өлшенген) деңгейде осы нысандарды зерттеудің барлық маңыздылығын анықтайды. Тау жыныстарын құраушы наноөлшемді даралықты зерттеу мүмкіндігінің қолайлы тәсілі көрсетілген. Олардың қалыптасуының сызбалары алынған.

Углеродные вещества и кремнезем широко распространены в природе. Это определяет всю важность постановки изучения этих объектов на новом размерном уровне. Показан один из возможных подходов к исследованию породообразующих наноразмерных индивидов. Получена схема их формирования.

Carbon substances and silica widespread in the nature. It defines all importance of statement of studying of these objects at new dimensional level. One of possible approaches to research rock-forming nanosize individuals is shown. The scheme of their formation is received.

Исследования природных наночастиц сопряжено с большими трудностями. За долговременную научную деятельность были разработаны и систематизированы виды и методики анализа образцов. Исследованы и найдены параметры характерных (эталонных) минералов, наиболее часто встречающиеся в природных образцах. Работа комиссии по новым минералам, института кристаллографии РАН, МИСиС и многих других учреждений гарантировали неизбежность характеристик, принадлежащих конкретному веществу или соединению. Нахождение аналогичных характеристик или даже их части гарантировало идентификацию объекта и, соответственно, литературное определение недостающих параметров (например, не всегда определяемых вязкости или твердости).

С появлением возможностей исследования наноразмерных частиц, где, как уже известно, характеристики вещества зависят от размеров и соответствуют известным данным только с введением коэффициентов, исследователи опять оказались в начале пути, где всё неизвестно. Сейчас в литературе присутствуют разрозненные данные об исследовании конкретных веществ по какому – либо одному или, в лучшем случае двух – трёх параметров (из целого комплекса). Например, указываются химический состав, метод получения, габитус полученных частиц и их способность к взаимодействиям с некоторыми ма-

териалами. Иногда в статьях можно найти параметры решетки, ИК- или масспектрометрические характеристики аналогичного объекта, но чаще образец получен по немного отличной от предложенной ранее методике. При этом могут не совпадать показанные ранее (часто присутствует микрофотография) характеристики габитуса.

Наука о нановеществе находится в начале пути. Это объясняет отсутствие системного подхода к исследованию значительно отличающегося от известных канонов вещества и его поведения в различных условиях. На данном этапе, призванные к эталонированию вещества, ведомства, очевидно, проводят необходимые и всесторонние исследования вещества на наноуровне и проводят их систематизацию. Это ресурсоёмкая работа, но диагностика наноразмерных частиц с неоднородным составом, имеющих вероятностные термодинамические характеристики зон их формирования, а тем более наночастиц, свойства которых зависят от размеров, по «старым» подходам, очевидно, не совсем корректна. Поэтому основная масса исследователей пока довольствуется анализом появляющейся информации о природных наноминеральных видах, имеющих, по определению нановещества – 100нм хотя бы в одном из направлений габитуса индивида, для поиска таковых в различных природных веществах и процессах.

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

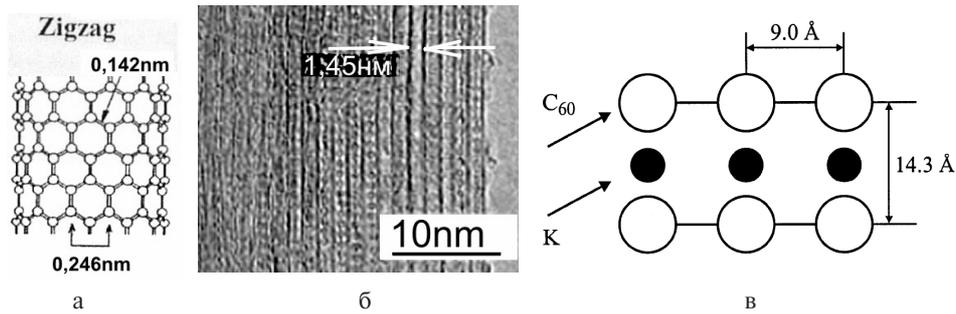


Рис. 1. Углеродные нанотрубки.

Схема нанотрубки – а, морфология (высокоразрешающая микроскопия) – б, схема образования фуллереновой  $C_{60}$  структуры – в

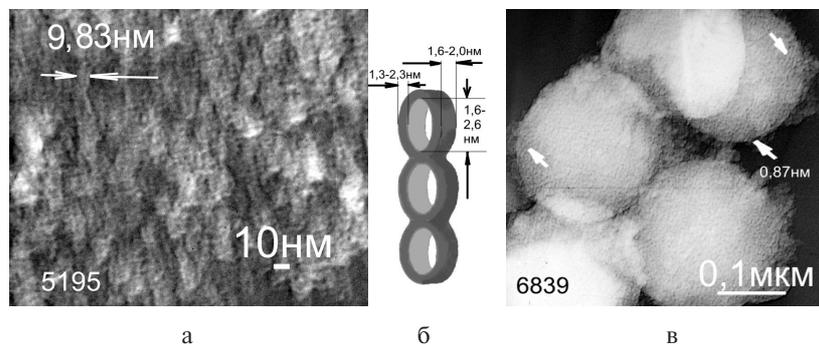


Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки полученных углеродных структур – а, кремнезёмов – в. Схема – б

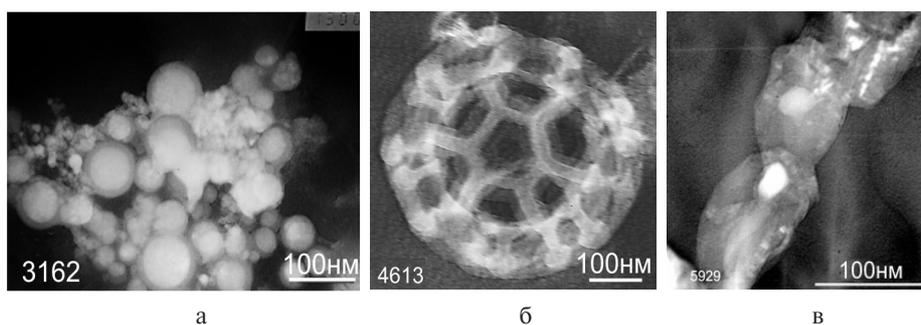
В институте геологических наук им. Сатпаева ведутся исследования наиболее распространённых в природе веществ на основе углерода и оксидов кремния на наноразмерном уровне. Эталоном в исследованиях служат «химически чистые» объекты, полученные при синтезе известных компонент и в известных условиях. Предпринимаются попытки математического обоснования выделенных закономерностей, систематизации и обобщения полученных данных. Например, известно, что расстояния между соседними атомами углерода в неискажённой углеродной нанотрубке составляют 0,142 нм, а между двумя концевыми атомами, образующими угол в  $120^\circ$ , составляет 0,246 нм (рис. 1а). В трубке, состоящей из пиаподов, ряды расположены с периодичностью 1,45 нм [1] (рис. 1б). Разрыв на порядок объясняется образованием супер-трубки не атомами углерода, а фуллеренами. Введение в фуллереновые трубки щелочного металла увеличивает межплоскостные расстояния до 1,43 и 0,9 нм [2] (рис. 1в).

Исследователями ИГН, совместно с сотрудниками ИПГ (КазНУ им. аль-Фараби) получены углеродные структуры (рис. 2а), представляющие

собой отдельные ячеистые ленты, которые, вероятно, представляют собой фуллеритовые структуры [3]. Микродифракционные параметры позволяют говорить о структурах, образованных фуллеренами, но периодичности расположения примесей, характерных для пиаподов, не отмечено. Построена схема полученных лент (ворсинок), из которой следует, что упаковка фуллереновых колец не повторяет трубчатую поверхность (рис. 2б).

Интересным является то, что зафиксированные нами удлинённые ячеистые частицы, факт существования которых (пока только для фуллереносодержащих материалов) подтверждается литературными источниками, наблюдаются не только в углеродных системах, но и других, например, в кремнийсодержащих частицах, и не только в синтетических, но и в природных образцах (рис. 2в). Вероятно, формирование подобных образований характерно для становления многих веществ.

Считаем, что подобный способ (синтез конкретного вещества, его исследование и применение полученных данных в геологическом поиске) проведения научной работы оправдан, поскольку наука о нановеществе является мульти-



**Рис. 3.** Электронно-микроскопические снимки округлых частиц  
Частицы углеродистые: зональные – а, фуллерит – б, металлосодержащие капсулы – в

дисциплинарной и привлечение физического, химического, математического и др. подходов для решения геологических задач является необходимым элементом проводимых фундаментальных исследований.

В этом случае аналитическая база является самостоятельным органом в исследовании нановещества. Высококвалифицированные ученые, владеющие приемами работы со сложной аппаратурой, способны самостоятельно ставить и решать как методическо-исследовательские (разработка методик исследований, проведение модельных экспериментов, моделирование процессов), технологические (мониторинг промышленных схем) задачи, так и вести научно-преподавательскую деятельность (обучение и переподготовка специалистов по всем направлениям проводимых исследований).

Приведём некоторые итоги проводимых работ.

### Экспериментальная часть

Основным источником представленной визуальной информации явился просвечивающий электронный микроскоп JEM-100CX.

Введено (2003-2004г) и используется понятие морфоструктуры – объединяющее термины морфология (морфология частиц и образованная ими морфологическая структура) и кристаллическая структура (самих частиц и образованной ими общей «сверхструктуры»).

*Морфоструктуры наноиновидов.* Исследования, проведенные совместно с сотрудниками Института проблем горения (КазНУ) позволили выделить возможные виды частиц и их упаковок (морфоструктур) углеродистых и оксидно-кремнистых наноиновидов. Таких разновидностей наноразмерных частиц оказалось семь [4]. Вариации этих разновидностей обнаружены практически во всех процессах синтеза: осаждения

(оксидов кремния) из жидкой фазы [5], карбонизации и науглероживания [6], горения в различных условиях [3], в дуговых разрядах [2], плазмохимических процессах (при температурах 3000-5000°C) [7], процессах механохимической обработки [8] и в сложных ступенчатых химико-технологических процессах [9].

1. *Округлые частицы.* Это самый многочисленный по видам и распространённый класс частиц, которые могут быть как самостоятельными объектами, так и образовывать различные соединения. Внутреннее строение округлых частиц может быть различным: чешуйчатым, игольчатым, радиально лучистым, слоистым и зональным (рис.3а). К этой разновидности были отнесены фуллеритовые индивиды (рис.3в) [10] и капсулированные частицы (рис. 3в). Наноразмерные частицы могут быть «толстыми», не пробиваемыми пучком электронов, и почти прозрачными – «тонкими». Контуры округлых частиц могут быть четкими, размытыми и оплавленными.

К этой разновидности, вероятно, можно отнести более крупные округлые частицы, иногда образующие цепочки из 3-5 звеньев. Эти частицы могут быть как сажеподобными (для углеродистых систем), так и являться результатом коагуляции кристаллитов других морфологических видов. Они, как правило, очень плотные и имеют размеры от 0,5 до нескольких микрон, встречаются и более крупные экземпляры.

Округлые, как и другие виды наноразмерных частиц, могут образовывать скопления, агрегаты и дендритовые структуры. Дендритовые веточки могут образовывать крупные поля и быть сформированы при агрегации, наслоении, налипании частичек друг на друга, а также частицами со следами «перетекания» одной частицы к другой.

В природных объектах примером этой разновидности частиц могут служить частицы золота

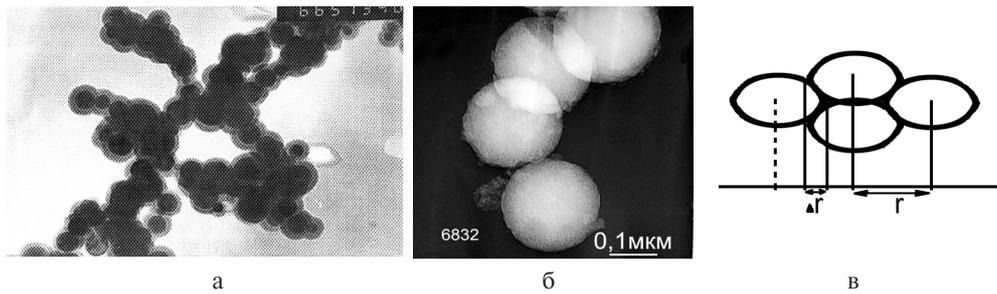


Рис. 4. Электронно-микроскопические снимки округлых частиц.

Схема перекрытий «дисков» — в

Капсулированные углеродом частицы металла — а, оксидно-кремнистые частицы — б.

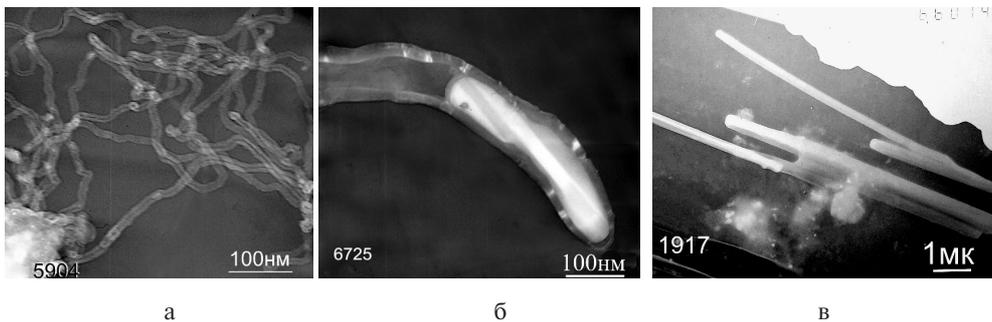


Рис. 5. Электронно-микроскопические снимки трубчатых частиц, на примере углеродистых образований

Двухстенные нанотрубки — а, «гигантские» графитовые нанотрубки с металлосодержащим включением во внутреннем канале — б, тубулены — в

в углеродных капсулах (рис.4а)[11]. Капсулированию подвержены почти все металлосодержащие фазы.

Среди кремнистых частиц известны опалы. Исследованные нами частицы прекурсоров благородных опалов (рис.4б) имеют, вероятно, дисковидную форму, на что указывает перекрытие частиц при образовании слоёв в объёмных структурах, напоминающих скорее ромбическую, чем гексагональную упаковку [12]. Была предложена схема укладки таких частиц (рис.4в), и название упаковок, напоминающих опаловые, но не привязанные к кремнеземам — опаловые структуры.

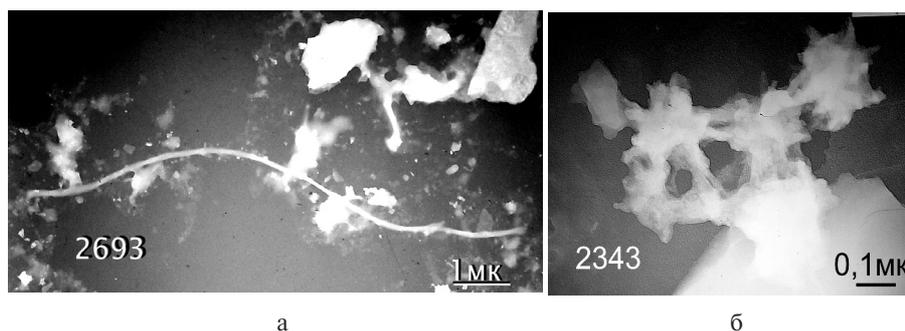
2. *Трубчатые индивиды.* К этой разновидности отнесены частицы, имеющие продольную внутреннюю полость. Они имеют различные размеры и центральный канал, чаще он не заполнен. Число слоёв для «мелких» трубок обычно около двух (рис.5а). Крупные «гигантские» нанотрубки (рис.5б) обычно имеют графитовую, иногда фрагментарно расположенную, структурную упорядоченность. Видимая ширина слоя углеродной стенки может достигать до 200нм. Чаще встречаются трубки диаметром 30-80нм, их стенки име-

ют различную структурную упорядоченность.

Среди нанотрубок природного происхождения встречаются тубулены (рис.5в). Как и синтезированные трубчатые структуры, они могут быть образованы полимерными соединениями, быть толстосенными, иметь огранку, содержать включения, иметь дефекты в теле и в голове (закрытый торец трубки), образовывать сростки [13]. Кремнистые трубки обычно представлены образованиями типа «свиток». Они заметно короче, чем углеродистые образования, и пока не отмечено тонких — двухстенных морфоструктур, подобных углеродистым.

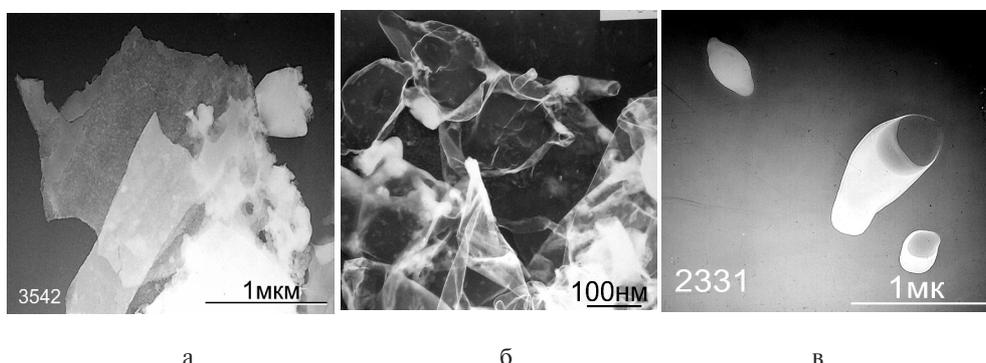
3. *Волокнистые структуры.* К этой разновидности отнесены удлиненные структуры, внутри которых нет продольной полости. Волокнистые структуры представлены двумя разновидностями:

а) длинные нитевидные образования, у которых длина на порядки (более чем в 50 раз) превышает ширину. Обычно они имеют «среднюю» плотность и сравнительно однородную внутреннюю морфоструктуру (рис.6а). Их диаметры обычно находятся в пределах десятых — сотых долей микрона.



**Рис. 6.** Электронно-микроскопические снимки волокнистых частиц

Частица с однородным строением – а, ассиметричные углеродные частицы – б. б) волокнистые, напоминающие полимерные, структуры. Их волокна на много крупнее, чем предыдущие (рис.6б). Они не имеют постоянной ширины и толщины, часто содержат поры различных величин. Не редко эти волокна образуют сложные морфологические структуры.



**Рис. 7.** Электронно-микроскопические снимки плёночных частиц

Плоские плёнки – а, трансформированная плёнка – б, оболочечные частицы – в.

У некоторых частиц этого вида присутствуют зоны упорядочения, расположенные поперёк волокон.

4. *Плёночные образования.* Частицы этого вида тоже можно разделить на две морфологические разновидности.

а) Полупрозрачные плёночные (часто, особенно для оксидов кремния) поликристаллические образования с резкими границами (рис. 7а) не имеют преобладающих форм и размеров. Плёнки, часто углеродные по химическому составу, могут иметь вид смятого листа бумаги (рис.7б). В пределах одной частицы имеют постоянную толщину, могут быть пористыми.

б) полые частицы представляют собой объёмные частицы, состоящие только из одной оболочки – плёнки, в которой всегда имеется отверстие (рис. 7в).

Эти «оболочки» могут быть различных размеров и очертаний. Иногда они имеют геометрически правильные формы: сфера, прямая и изогнутая трубки, прямоугольники, кубы и их сложные сочетания. Присутствуют как одиночные

частицы, так и их скопления. Равновероятно встречаются маленькие и крупные образования различной толщины.

5. *«Облачные» частицы.* Эти образования имеют расплывчатые очертания, их толщина переменна по всей площади, которую они занимают, и падает до почти не отличимой от подложки нуля (рис. 8а). Они часто содержат плотные включения. По внешнему виду они могут иметь сложные формы, например, дендритоподобную. Именно эти, часто аморфизированные образования, оказывают определяющую роль в образовании наноразмерных частиц.

6. *Плотные кристаллы.* Частицы с почти идеальными кристаллографическими формами (рис. 8б). В проекции это могут быть треугольники, квадраты, прямоугольники (правильные или усеченные), ромбы, шестиугольники и сфероиды [4]. Их размеры колеблются от 0,5 до нескольких микрон.

7. *Активные частицы.* Частицы не имеют преимущественных морфологических и структурных признаков. Их отличительной чертой является

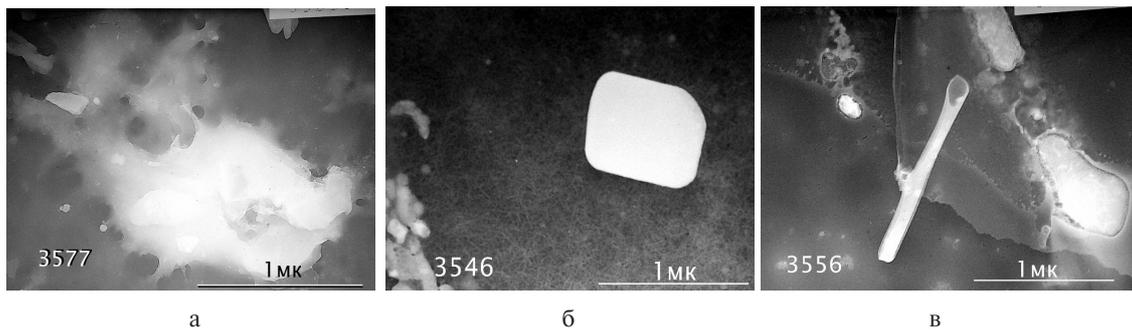


Рис. 8. Электронно-микроскопические снимки

Облачные структуры – а, плотный кристалл, имеющий в проекции правильные геометрические формы – б, активные частицы – в

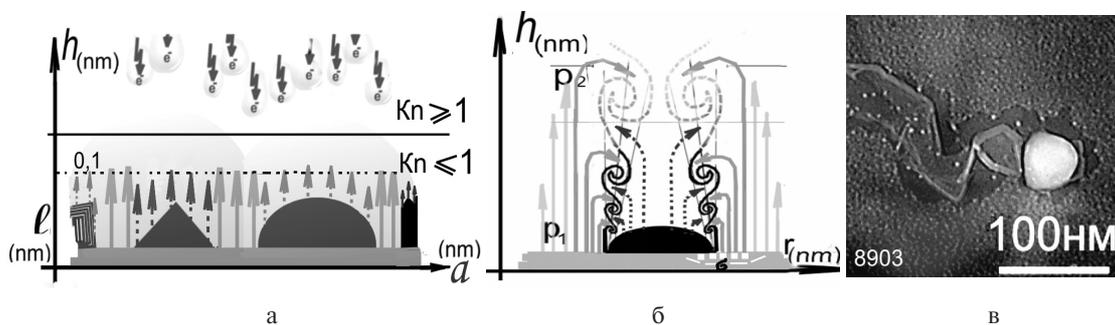


Рис. 9. Схемы (а,б). Электронно-микроскопический снимок удаления аморфного углерода подложки (в)

Расстояние от поверхности подложки  $l_{(nm)}$ , где применимы условия гидродинамической модели – а, образование тороидальных структур на расстоянии  $\sigma$  от частицы – б

взаимодействие с окружающими частицами и плёнкой-подложкой в процессе изготовления и (или) изучения препарата под электронным микроскопом (рис. 8в). Энергии, существующей на данный момент времени в термодинамической реакционной нанозоне частицы, достаточно для начала преобразований. Одни индивиды такого вида образуют дополнительные «приграничные контуры», другие оставляют «следы перетекания» от одной частицы к другой, третьи взаимодействуют с аморфной подложкой, на которую наносится препарат, и т. д.

То есть наличие большого разнообразия морфологических разновидностей наноразмерных частиц, можно свести к семи типам. Вероятно, по некоторым морфоструктурным признакам синтезированных наноиндивидов, имеющих некоторые вариации форм в зависимости от условий синтеза, можно будет судить о геологических условиях, которые бы могли привести к возникновению необходимых условий, и существовавших в конкретной наноразмерной реакционной зоне при образовании этого вида сохранившихся наноразмерных индивидов.

*Наноразмерная реакционная зона формирования наночастиц.* Морфоструктура частиц, неомогенность внутри одной частицы или периодичность присутствия наноиндивидов в исследуемом объекте отражает нестационарность явлений, проходящих процессах образования вещества (породы) в целом [14]. Проведение математической оценки показало возможность объяснения процессов на наноразмерном уровне несколько видоизменённой вихревой теорией Колмогорова. Показана возможность её использования до 1nm и получения вполне корректных результатов при размерах порядка 10nm.

Фактически в ходе наблюдения нами были воссозданы условия, приводящие к возникновению наноразмерной реакционной зоны, границы которой, как было показано [15], в первую очередь задаются параметрами, определяющими величину коэффициента вязкости  $Kn$  (рис.9а) и размерами  $\sigma$  – расстоянием от частицы, где возможно проявление турбулентных течений (рис.9б).

Подтверждением математических выводов служат достаточно распространённые явления

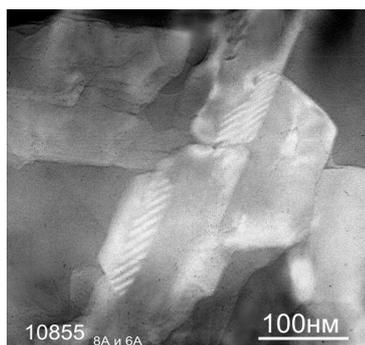


Рис. 10. Электронно-микроскопический снимок разделения фаз оксидов кремния внутри одной частицы

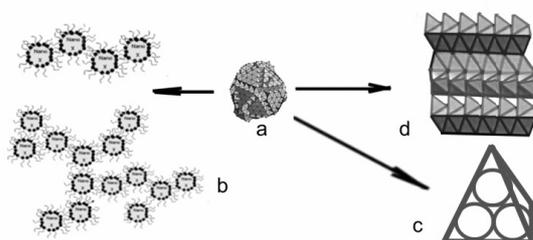


Рис. 11. Схема построения морфоструктур углеродных наноиндивидов на основе кластера

Исходный кластер — а; циклические линейные и объёмные образования — b; кристаллы, сформированные кластерами — c; смешанослойные структуры с участием кластеров — d

образования зоны «выборки» аморфного углерода подложки (рис.7в) в микроскопии или образования различных морфоструктур твёрдых частиц оксидов кремния из кремнекислот. Образование наночастиц в локально возникающих наноразмерных реакционных зонах, вероятно, является достаточно распространённым явлением не только в химии, но и в природных условиях. Возможное локальное незначительное изменение в концентрационно-термодинамической среде (кремнекислоты также как и в углеродистой среде) приводит к одновременному появлению кристаллов, кластеров и полимерных образований оксидов кремния [16] (или углерода).

Изменение условий или времени реакции, существующих в наноразмерной реакционной зоне, может инициировать возникновение локальных (наноразмерных) градиентов термодинамических параметров и к появлению «в теле» одного индивида областей с наноразмерными перепадами концентрации отдельных фаз (рис. 10)

Проявление и метастабильность реакционных наноразмерных зон с определённым набором

термодинамических условий в течение определённого промежутка времени является ограничением области, пригодной для появления устойчивых наноразмерных индивидов, которые затем могут формировать более сложные морфоструктуры.

*Схема построения наноиндивидов.* Подобно атомам или молекулам кластеры (рис. 11а) также могут формировать циклические образования (олигомеры/полимеры) (рис. 11b), кристаллы (рис. 11c), и образовывать структуру смешанослойных построений (рис. 11d).

Экспериментально и при анализе литературных источников были получены данные о формировании наноиндивидов, проходящим по трём основным направлениям. Примером тому могут послужить наноиндивиды на основе углерода. На «первом этапе» становления вещества — «элементарные» частицы (единичные сфероиды) — это однотипные атомы (рис. 12 — А). Они образуют более сложные морфоструктуры (простые формы) например, фуллерены, плёночные и трубчатые образования (рис. 12-1). Частицы этого уровня, очевидно, не могут иметь объёмной периодической структурной упорядоченности (фиксируемой рентгеновскими лучами или электронами) и имеют, в лучшем случае, двумерную структурную упорядоченность [17]. Для картин дифракции электронов это состояние характеризуется преобладанием достаточно интенсивных плоскостных рефлексов  $hk0$  первых порядков.

Далее частицы этого вида (простые формы) могут образовывать различные комбинации.

Таким же образом, по нашему мнению, происходит формирование «крупных» индивидов, захватывающих при своём образовании включения, и преобразующихся в дальнейшем в массу породы. Аналогичные построения получены для кремнезёма (рис.12)[18].

Исходные строительные «кирпичики» (А): — атомы (на первом этапе); молекулы (на втором этапе); кластеры (на третьем этапе); компактные полимерные образования (четвёртый этап), функциональные соединения....

Виды частиц, формируемых из строительных «кирпичиков» (А): «простые» виды (1), их надкристаллические (2), смешанослойные (3) и кристаллические (4) структуры. Кристаллы (4) образуются соответственно: на первом этапе единичными атомами; на втором этапе — молекулами, на третьем — кластерами; и т.д.

На «первом этапе» формирования вещества «индивидуальные» атомы (единичные сфероиды) — «А» образуют простые формы, определённые в

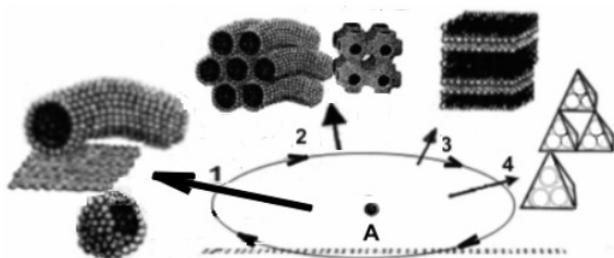


Рис. 12. Схема, иерархия образования различных структурных упаковок индивидов, образующих дисперсии

классификации морфоструктур индивидуальных наночастиц, например — плоскостные системы. Для углерода известны моноатомарные слои — графен, свернутые листы графена могут образовывать нанотрубки (рис. 12, стрелка 1).

На основе этих простых форм могут формироваться другие системы. Образованный атомами графеновый лист, например, может сформировать графитоподобное вещество, турбостратный графит или графит, со строго ориентированными графеновыми слоями, имеющими межслоевые связи (возможно, это разновидность кристаллов). Трубки могут формировать сростки или жгуты трубок (рис. 12. стрелка 2). Округлые частицы (фуллерены) могут группироваться в различные сверхструктурные упаковки. Образуются вариации в построениях: «суперструктуры» (рис. 12. стрелка 2), смешанослойные структуры (рис. 12. стрелка 3) и кристаллы (рис. 12. стрелка 4).

На «втором этапе» рост морфоструктур связан с образованием более сложных «элементарных» частиц «А» — обособленных (на схеме округлых) молекул. Частицы, например, молекулы фуллеренов, могут образовывать трубчатые, плёночные, облачные образования (рис. 12. стрелка 1), сверхструктуры: жгуты (рис. 12. стрелка 2), смешанослойные соединения (рис. 12. стрелка 3) и кристаллы (рис. 12. стрелка 4).

На этом этапе появляются морфоструктуры на основе «толстых слоёв» молекул оксидов кремния. Всё разнообразие получаемых продуктов при дегидратации кремнезёмов связано с появлением различных исходных структурообразующих элементов  $Si_m O_n$ .

На третьем этапе в качестве «элементарного» строительного кирпичика выступает кластер (например, оксидно-кремнистый, или фуллерен, если его рассматривать как каркасный кластер). Таким же образом можно рассматривать форми-

рование морфоструктур наноиндивидов на основе скомпонованных различными способами циклических (олигомерных/ полимерных) цепей — «четвёртый этап».

То есть, как однослойные, так и многослойные плёнки, трубки, ленты, сферы и т.д. могут быть образованы различными фазами углеродных и оксидно-кремниевых образований.

Предложенная схема построения морфоструктур наноиндивидов позволяет сделать некоторые выводы:

- Одна и та же морфоструктура может быть построена на основе атома, молекулы, кластера, и т. д. Очевидно, формирующиеся морфоструктуры наноразмерных индивидов на основе углеродистых частиц и частиц оксидов кремния, подобны.

- Размер «элементарного» кирпичика структуры является определяющим. Например, одностенная (образованная минимальным по толщине «атомарным» листом) углеродная трубка будет иметь значительно меньший диаметр, чем оксидно-кремниевая (образованная минимальным по толщине, но «молекулярным» листом).

- Из рассмотренной схемы формирования частиц вытекает несколько следствий. Одним из них является возможность распространить некоторые аспекты образования морфоструктур одного, достаточно хорошо исследованного в настоящее время ряда, на другой ( $C_k H_m$  и  $Si_k O_m$ ). Например, положение о насыщенности растворов при образовании кремнистых структур, как более исследованное и теоретически обоснованное, аппроксимировать для иллюстрации образования морфоструктур углеродных ( $C_k H_m$ ) рядов; рассмотреть возможность прогнозировать дополнение известных морфоструктур устойчивых фаз оксидов кремния ( $Si_k O_m$ ) по аналогии с более изученными и экспериментально установленными, видами углеродистых морфоструктур.

- При использовании поверхностных свойств появляется возможность замены наноиндивидов одного химического вида другим.

Полученные результаты исследований уже позволяют сделать некоторые заключения и прогнозы. Практически все использованные при синтезе нановещества методики реализуются в природных условиях. Как правило это гидротермальные и сейсмические процессы. Следовательно, наиболее вероятно нахождение наноразмерных индивидов вещества в указанных зонах. Присутствие исследованных наноиндивидов в других телах может указать на термодинамичес-

кую обстановку, сопутствующую моменту их формирования и, следовательно, стать прогнозным элементом при поиске полезных сырьевых компонент. А это, в свою очередь, позволит ревизовать представления об известных месторождениях и прогнозировать новые, не всегда соответствующие стандартным представлениям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kataura H., Maniwa Y., Abe M., Fujiwara A., Krdama T., Imahori H., et al Optical properties of fullerene and non-fullerene peapods // *Appl. Phys.* 2002. A.74. – p. 349 – 354.
2. Макарова Т.Л. Электрические и оптические свойства мономерных и полимеризованных фуллеренов // *Физика и техника полупроводников.* 2001. т. 36(3). – с. 257-293.
3. Т.А. Шабанова, В.Л. Левин, Н. Г. Приходько, З.А. Мансуров. Новая характеристика C60 –C70 – фуллеренсодержащего вещества (по данным электронной микроскопии) // *Вестник КазНУ, Сер. хим. Алматы.* 2005. -№ 3 (39). – с. 43- 48.
4. Мансуров З.А., Шабанова Т.А., Маруф Хигази, Бийсенбаев М.А., Мофа Н.Н., Мансурова Р.М. Морфоструктуры углеродных наночастиц различных химических процессов // *Вестник КазНУ. Сер. химическая.* 2007. №1 (45). – с. 384 – 389.
5. Шабанова Т.А., Глаголев В.А., Каршигина З.Б., Бочевская Е.Г., Абишева З.С. Электронно-микроскопическое исследование некоторых разновидностей дисперсных кремнезёмов // *Доклады НАН РК.* 2009. №1. с.26-32.
6. Шабанова Т.А., Тажкенова Г.К., Нурмухамбетова Н.Н., Мансурова Р.М. Морфология микро- наночастиц зауглероженного минерального сырья // *Вестник КазНУ. Сер.химическая.* 2004. – №2 (34). – с.135 – 141.
7. Лукащенко В.Г, Мессерле В.Е. и др Промышленный плазматрон с наноуглеродным покрытием электродов // *ФХУМ/Наноинженерия.* Алматы. 2008. с.112 – 177.
8. Mansurov Z.A., Mofa N.N., Shabanova T.A. Synthesis of powder materials with particles encapsulated into carbon containing nanostructural films // *Eurasian chemico-technological jour. Hider Education Academy of Sciences, Almaty.* 2010, №1. V. 12. – p. 45-62.
9. Мансуров З.А., Мофа Н.Н., Абдулкаримова Р.Г., Шабанова Т.А., Умарова Н.К. Особенности горения систем с модифицированным диоксидом кремния и синтез СВС-композиционной керамики // *Горение и Плазмохимия.* 2008, том 6. №3. – с.216 – 223.
10. Глаголев В.А., Мофа Н.Н., Левин В.Л., Котельников П.Е., Шабанова Т.А. Капсулированные частицы в природе и эксперименте. // *Мат. Конф. «Проблемы геологии и минералогии в развитии минерально-сырьевых ресурсов».* Алматы. 2010. – с.441-448.
11. Матвиенко В.Н. Типоморфизм самородного золота, особенности углеродистого вещества и кремнезёма как индикаторы процессов образования золоторудных месторождений. // *Геология Казахстана.* 1994, №6. – с. 14-37.
12. Шабанова Т.А., Вятченникова Л.С., Глаголев В.А. Электронно-микроскопическое исследование синтетических иризирующих опалов // *Мат. Конф. «Геология, минералогия и перспективы развития мин.-сырьевых ресурсов».* Алматы. 2009. – с.385-391.
13. Шабанова Т.А., Эсминцев А.Н. Электронно-микроскопическое изучение структур природного углеродистого вещества месторождения Текели // *ФХУМ/наноинженерия.* – Алматы. 2004. – с. 211-214.
14. Глаголев В.А., Шабанова Т.А. Генезис нановещества в природе. // *Материалы Междунар. Конференции «Геология в 21 веке».* Алматы. 2011. – с.246 – 253.
15. Нужнов Ю.В., Шабанова Т.А., Мансуров З.А. К механизму образования двухстеночных нанотрубок. // *Труды 6го международного симпозиума «Физика и химия углеродных материалов/ наноинженерия».* Алматы. 2010. – с. 50 -54.
16. Жандосов Ж.М., Шабанова Т.А., Шамалов М.Е., Бийсенбаев М.А., Мансуров З.А. Получение углеродного материала с высокой удельной поверхностью и исследование продуктов его синтеза // *«Горение и плазмохимия»* Алматы. 2010, Т.8, №3. – с. 257-261.
17. Курмакаева Ф.А., Шабанова Т.А. Электронно-микроскопическое изучение рассеянного углеродистого вещества месторождений Казахстана // *Известия АН КазССР. Сер. геологическая.* 1988. №2. – с. 81-86.
18. Шабанова Т.А. Иерархия построения морфоструктур наночастиц (на примере кремниевых и углеродных соединений). // *Вестник КазНУ им. аль-Фараби, сер. химическая, Алматы.* 2010, №2(58). – с.293-299.

УДК 551.3+553.076

Б.С. ЗЕЙЛИК, Д.Р. КАДЫРОВ, Р.Т. БАРАТОВ

## КОСМОГЕННАЯ УГРОЗА ЗЕМЛЕ И СОЛЯНЫЕ КУПОЛА, ОБНАЖЕННЫЕ И НЕОБНАЖЕННЫЕ В МЕТЕОРИТНЫХ КРАТЕРАХ, — НОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

«Астрономия - это геология в пространстве,  
а геология - астрономия во времени».

Профессор - Н.Е.Мартыянов,  
Томский Государственный Университет

Жердің қазіргі кезде астероидты-метеоритті бомбалау қауіптілігі жағдайында және кезекті «*кометалы жаңбыр*» кезеңінде тұрғандығы және осыдан шығатын барлық салдар мен зардаптар жорамалданады. Каспий маңының тұзды күмбездері олардағы гипсті шляпалары асыл металдардың жана типі ретінде қарастырылады.

Предполагается, что Земля в данное время находится под угрозой астероидно-метеоритной бомбардировки и в потоке очередного «*кометного ливня*» со всеми вытекающими из этого последствиями. Соляные купола Прикаспия с их гипсовыми шляпами, вскрытые и невскрытые метеоритными бомбардировками, рассматриваются как новый тип месторождений благородных металлов.

It is assumed that the Earth in present is located under the treat of asteroid-meteoritic bombardment and in the stream of another “*cometary rain*” with all relevant consequences. Saline domes of Prikaspy region with their gypsum caps (caprock), opened and not opened by astroblemes, are considered as new type of a deposit of precious metals.

Мысль о необходимости постановки исследований по защите Земли от опасных космических объектов — крупных метеоритов, астероидов и комет, впервые была высказана первым автором в докладе «О космогенном воздействии на Землю в связи с идеями В.И. Вернадского», прочитанном на научной конференции в Институте Геологических Наук им. К.И. Сатпаева АН Каз ССР, 11 марта 1988 г. (Алма-Ата), посвященной 120-летию со дня рождения В.И. Вернадского [5]. В этом докладе обращалось внимание на широкое распространение на Земле кольцевых структур различного происхождения и, в том числе, на преобладание кольцевых структур космогенной ударно-взрывной природы.

Исследования показали, что среди кольцевых структур космогенной ударно-взрывной природы выявляется много молодых образований, что указывает на сравнительно недавние космические бомбардировки. Очевидно, что эти бомбардировки чрезвычайно опасны для всего живого на Земле и для Homo Sapiens, в особенности. Этой

проблеме посвящены многие работы [5-8,14-16,18-21,23-26].

1 ноября 2005 г. при посещении Президентом РК Н.А.Назарбаевым выставки в г. Астане, посвященной реализации 1-го этапа Стратегии индустриально-инновационного развития Республики, суть проблем, касающихся изучения кольцевых структур, в связи с необходимостью космической защиты планеты и прогноза месторождений полезных ископаемых с целью их поисков, была изложена первым автором лично Президенту. В апреле 2008 г. на имя Президента РК была направлена соответствующая Докладная записка. Эта Докладная записка из администрации Президента РК была направлена 14 мая 2008 г. за №3-569 в Министерство образования и науки РК и Национальное космическое агентство РК. Из названных ведомств были получены рекомендации, выполнение которых обусловило постановку тематической работы, касающейся частоты и периодичности космических бомбардировок Земли.

<sup>1-5</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

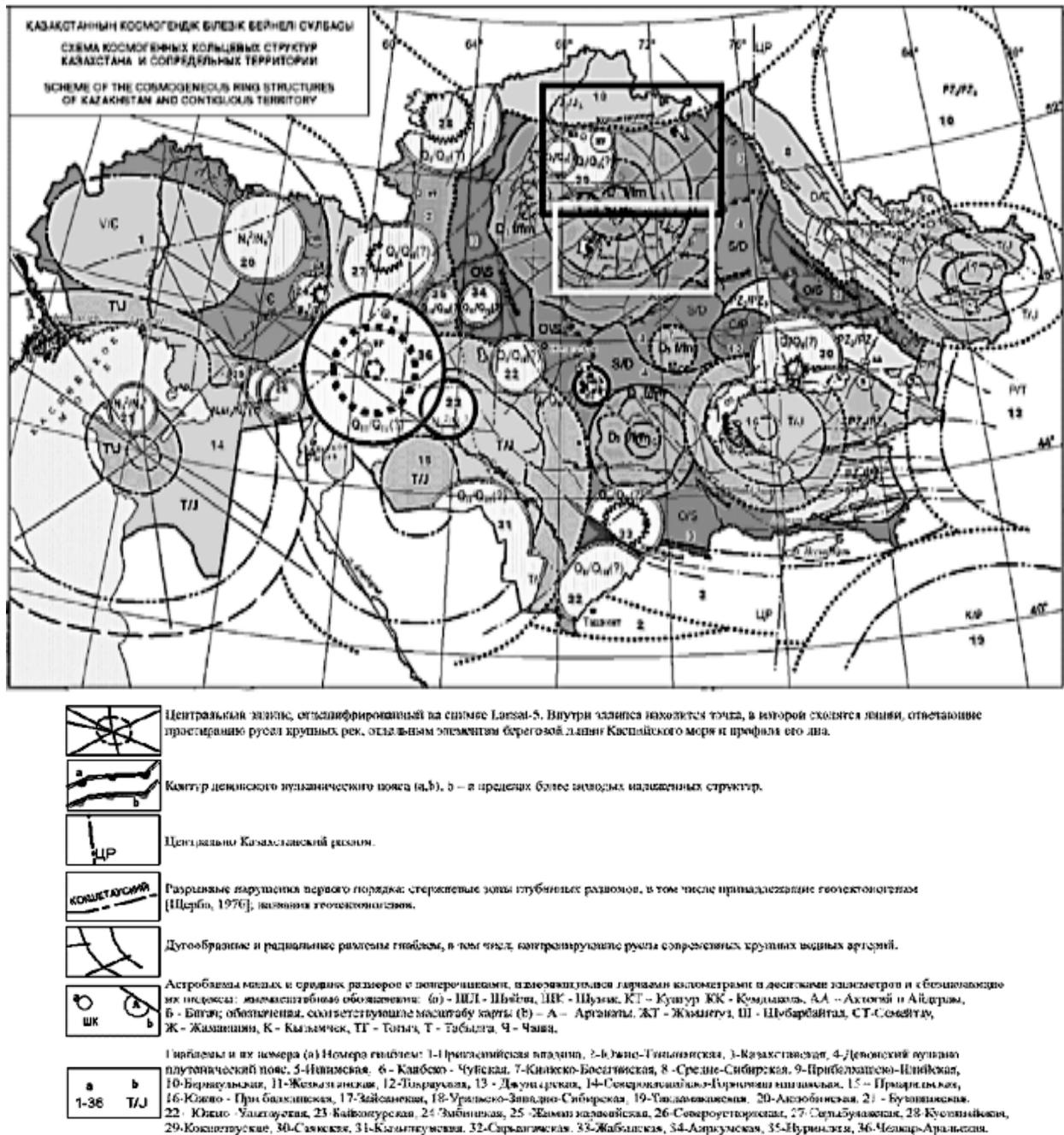


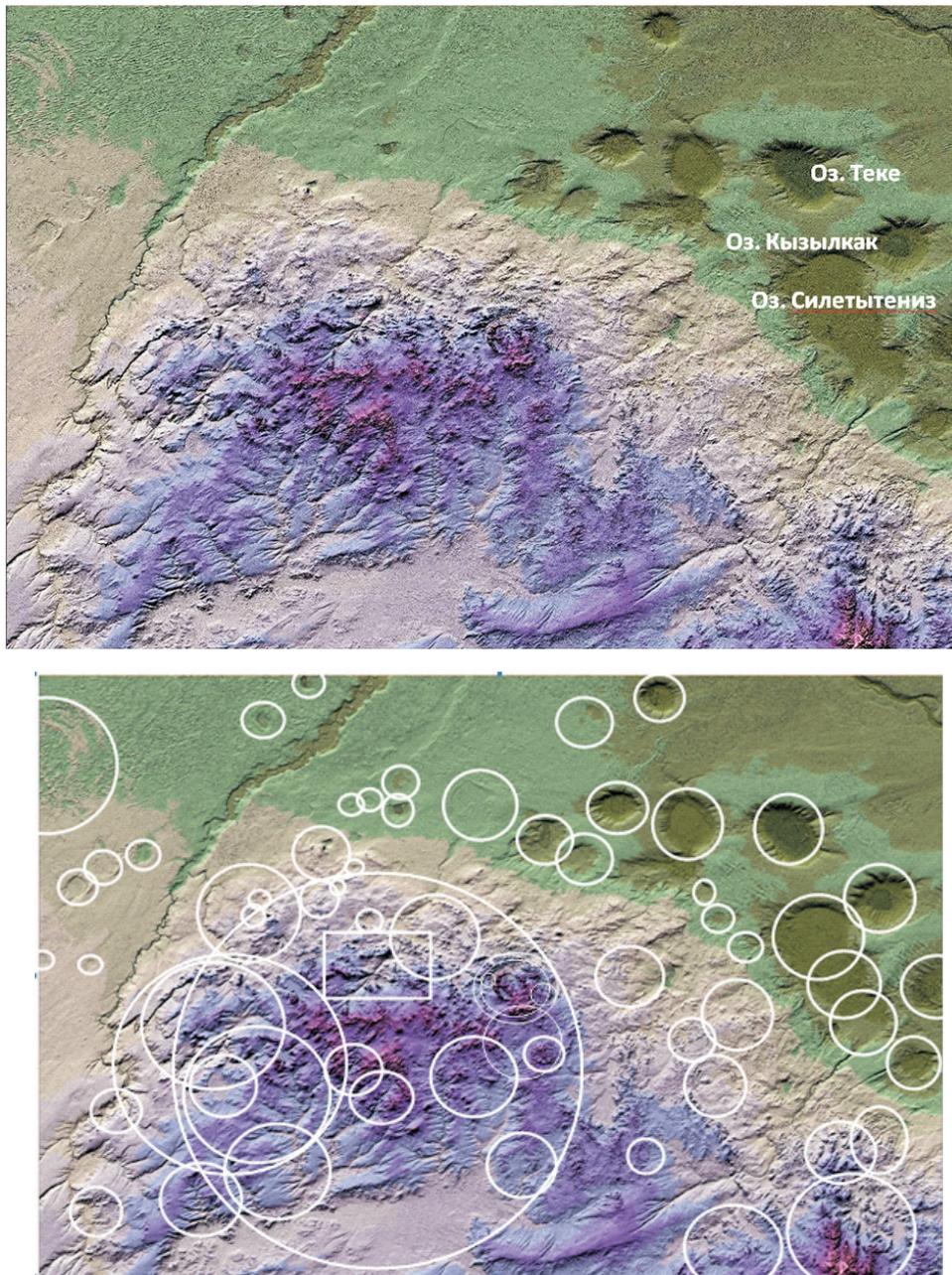
Рис.1. Извлечение из Космогеологической карты Казахстана м-ба 1:1 000 000.

Схема гигантских и крупных космогенных кольцевых структур - габризм, расположенных на территории Казахстана и сопредельных территориях. Указаны возрастные рубежи образования структур.

Черным прямоугольником околнурена территория Кокшетауской глыбы и ее северного обрамления, белым прямоугольником околнурена территория района озера Тенгиз

В 2004 г. на XXXII сессию Международного Геологического Конгресса, проходившего в г. Флоренция (Италия), и в 2008 г. на XXXIII сессию Международного Геологического Конгресса, проходившего в г. Осло (Норвегия), первым автором от имени Комитета Геологии и Недро-

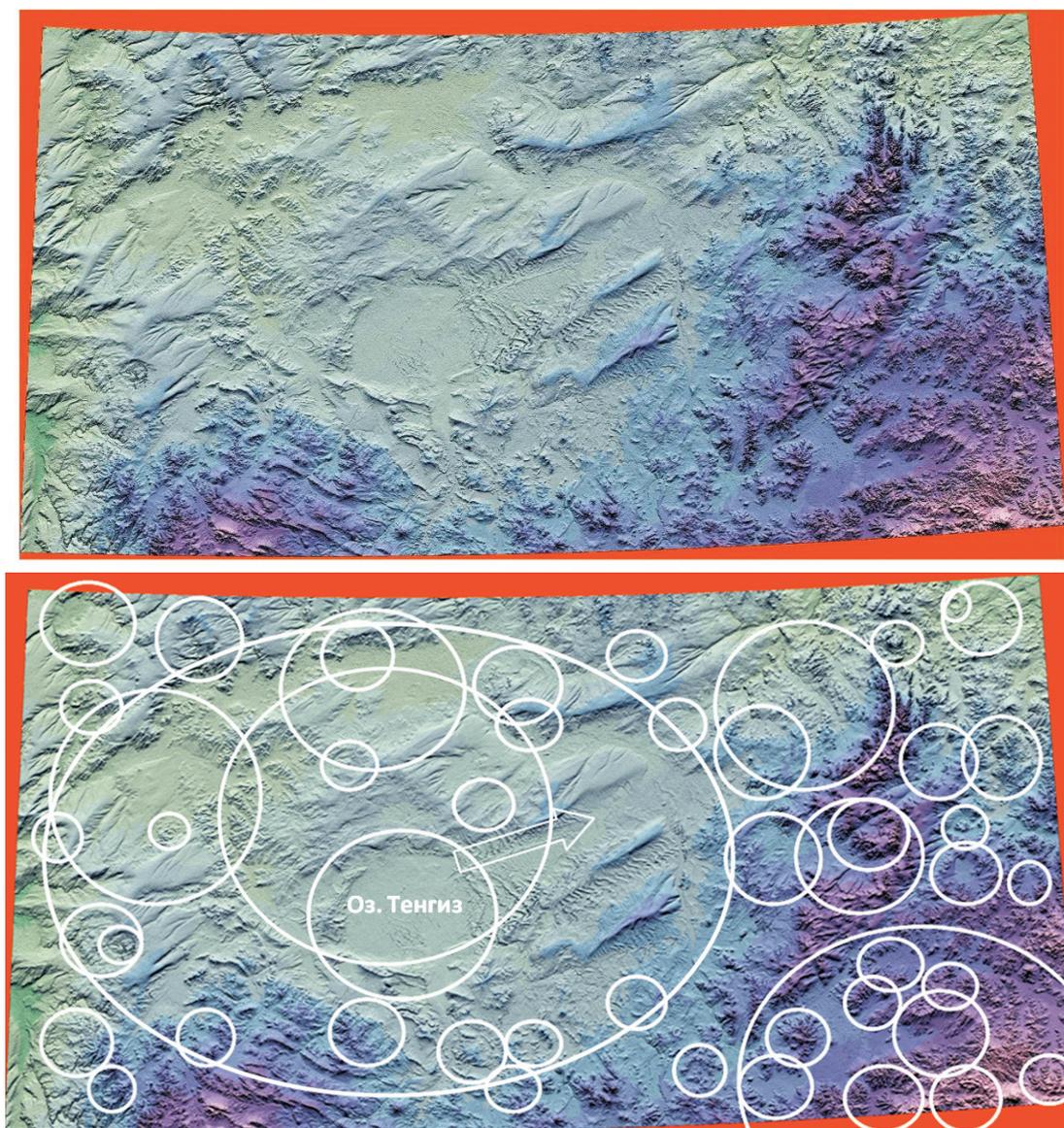
пользования Министерства Энергетики и Минеральных Ресурсов Республики Казахстан была представлена Космогеологическая карта Казахстана. В первом случае это была карта масштаба 1:1 500 000 [16], во втором – масштаба 1:1 000 000 [20].



**Рис.2.** Рельеф территории Кокшетауской глыбы и ее северного обрамления. Построен по радиолокационным космическим снимкам. Выделено большое количество предположительно импактных астероидно-метеоритных и кометных кольцевых структур. Тонкими белыми линиями оконтурены кольцевые образования в районе Боровской кольцевой структуры. Собственно Боровская кольцевая структура выделена двоянным эллипсом. Прямоугольником выделен район месторождений импактных технических алмазов Кумдыколь и Шолкарское.

На этих картах впервые для такой огромной территории, какую занимает Республика Казахстан, было показано изобилие кольцевых космогенных структур разных масштабов. Впервые в мировой практике для такого количества гигантских и крупных кольцевых структур показана их возрастная принадлежность (рис.1).

На основе анализа варианта карты м-ба 1:1000 000 в качестве районов для первоочередного исследования кольцевых структур предположительно импактной природы и выявления их возрастной принадлежности были намечены районы Кокшетауской глыбы, т.е. Северо-Казахстанского свода (рис.2), являющегося местом взаим-

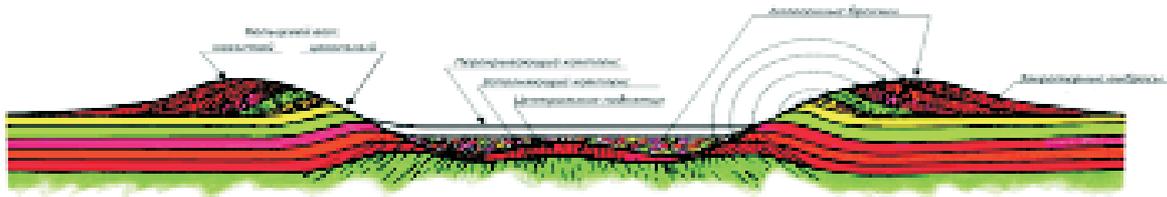


**Рис.3.** Рельеф в Тенгизской впадине. Построен по радиолокационным космическим снимкам. Озеро Тенгиз расположено в депрессии астероидно-метеоритного кратера, заключенного в круг, из которого «выходит» стрелка с белым контуром. Стрелка очерчивает полосу, в которой расположена своеобразная «борозда», возникшая, предположительно, от мощного атмосферного вихря, и цепочка озер, находящихся в воронках кратеров с поперечниками от 0,5-2,0 км до 3,5-4,0 км. Создается впечатление, что крупный фрагмент космического тела оторвался от астероидно-метеоритной массы, создавшей воронку озера Тенгиз, и, разваливаясь при падении, создал «борозду» и цепочку кратеров в ней, протянувшуюся на 80 км от озера в восток-северо-восточном направлении. В укрупненном масштабе см. рис.9

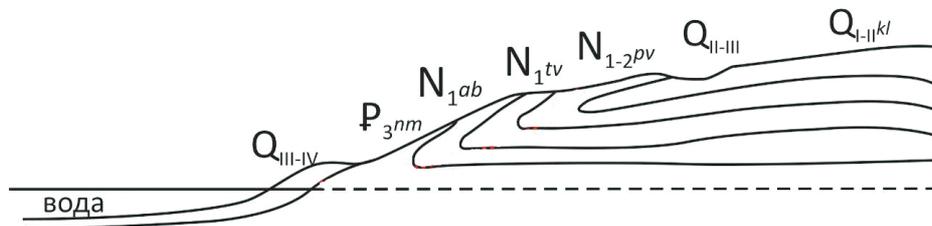
ного наложения трех гигантских космогенных кольцевых структур (гигантских астроблем - гиаблем): Ишимской (на рис.1, гиаблема №5), Казахстанской (на рис.1, гиаблема №3) и Уральско-Западносибирской (на рис.1, гиаблема №18), район озера Тенгиз в Тенгизской впадине (рис.3), а также районы озер Чалкар (рис.8) и Индер (рис.9), в Прикаспийской впадине (на рис.1, гиаблема №1). В этих районах был выполнен ана-

лиз стратиграфических разрезов с целью выявления времени возникновения бессточных, изометричных по форме депрессий, вмещающих озера. **Необходимо особенно подчеркнуть, что все наблюдающиеся на упомянутых территориях озера приурочены к бессточным впадинам.**

В пределах этих территорий на основе обобщенного дешифрирования (рис. 2,3) выделены кольцевые структуры предположительно импак-



**Рис. 4.** Строение астероидно-метеоритных кратеров (астроблем). Насыпной вал состоит из фрагментов пород, выброшенных взрывом и залегающих обычно в обратной стратиграфической последовательности



**Рис.5.** Разрез (Запад-Восток) через восточную часть берегового кольцевого вала озера Теке.

Наблюдается опрокинутое залегание, т.е. «обратная стратиграфия», характерная для импактных кратеров [2,29]. Разрез составлен по геологической карте листа N-43-B (БЕСТОБЕ), м-б 1:500 000, издание 1981 г. Названия свит: *nm* – новомихайловская, *ab* – абросимовская, *tv* – таволжанская, *pv* – павлодарская, *kl* – кулундинская.

Предположительное время возникновения кратера – некоторый рубеж внутри (средний плейстоцен) или рубеж между средним и поздним плейстоценом (?). Масштаб рисунка 5 показан на рисунке 6

тной астероидно-метеоритной и кометной природы. Обобщенное дешифрирование характеризуется выделением кольцевой структуры целиком, одним общим контуром, без подчеркивания различных отдельных элементов геологии и рельефа, как в пределах самой кольцевой структуры, так и в ее ближайшем окружении.

Исследования последних лет убеждают в том, что космогенные кольцевые структуры представлены двумя генетическими типами: астероидно-метеоритными и кометными.

Отличие астероидно-метеоритных кольцевых структур от кометных весьма наглядное. Первые обладают кратерными воронками, вторые либо лишены их, либо характеризуются слабым проявлением этих воронок и вообще для них обычно неяркое, несколько «приглушенное», проявление любых концентрических элементов кольцевой структуры.

Информация об этой особенности кометных кольцевых структур излагалась нами ранее и опубликована в московском отраслевом геологическом журнале «Отечественная геология», в тезисах МГУ [21,25] и в Известиях НАН РК [23,24].

Обращая внимание на предположительно импактную астероидно-метеоритную и кометную

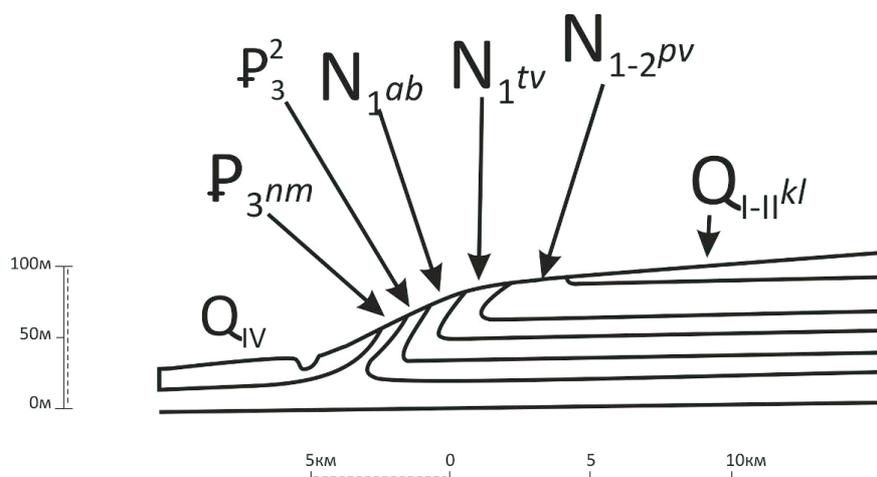
природу выделенных в результате обобщенного дешифрирования большого количества кольцевых структур, необходимо подчеркнуть, что некоторые из них обладают явными неопровержимыми признаками их космогенной природы. К числу таких признаков относится так называемая «обратная или перевернутая стратиграфия» [2,29].

#### Обратная или перевернутая стратиграфия

Проявление «обратной или перевернутой стратиграфии» демонстрирует рисунок 4. Обратная или перевернутая стратиграфия является весьма надежным признаком импактной астероидно-метеоритной природы кольцевых структур. Этот признак устанавливается в береговых отложениях ряда крупных изометричных бессточных озер на территории Кокшетауской глыбы и ее северного обрамления, в районе озера Тенгиз, в Тенизской впадине, а также в районах озер Чалкар и Индер, в Прикаспийской впадине.

Во всех указанных районах обратная стратиграфия запечатлена на изданных геологических картах масштаба 1:200 000 и 1:500 000.

Обращает на себя внимание следующее: на берегах озера Теке (рис.5), Кызылкак (рис. 6.), Си-



**Рис. 6.** Разрез через северо-восточную часть кольцевого берегового вала озера Кызылкак. На геологических картах м-ба 1:500 000 (лист N-43-B, издание 1981 г.) и 1:1 000 000 (лист 4, издание 1996 г.) читается опрокинутое залегание, т.е. «обратная стратиграфия». Это один из основных признаков импактных кратеров [2,29]. Разрез составлен по геологической карте листа N-43-B (БЕСТОБЕ), м-б 1:500 000, издание 1981 г.

летьитениз и др., т.е. в границах Кокшетауской глыбы и ее северного обрамления, самые молодые осадки, т.е. отложения четвертичной системы, ложатся на самые древние, в частности, на берегах озера Теке, это отложения позднего плейстоцена-голоцена -  $Q_{III-IV}$ .

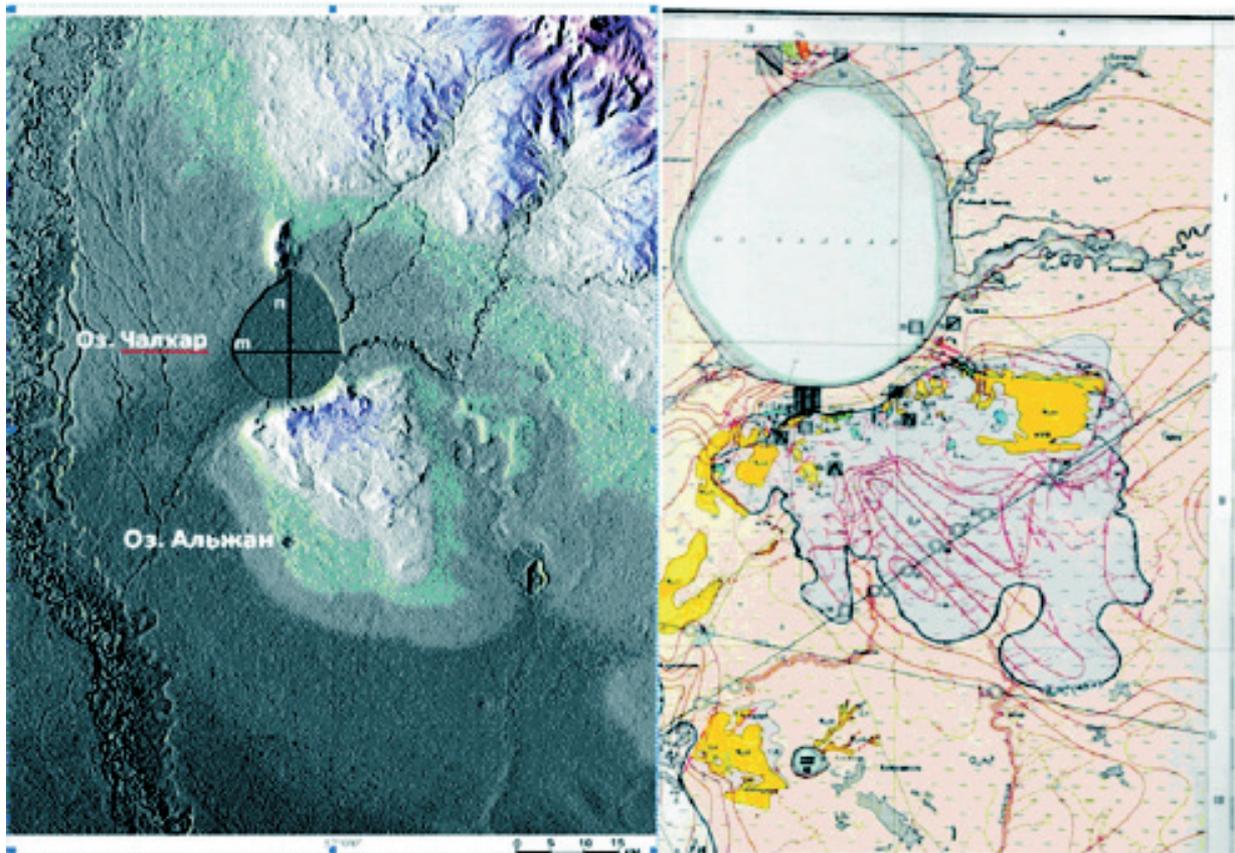
Яркие примеры обратной или перевернутой стратиграфии устанавливаются в обрамлении крупных бессточных озер Чалкар и Индер в Прикаспийской впадине. В частности, озеро Чалкар находится в депрессии, размеры которой по меридиану составляют  $n-20$  км, по широте  $m-16$  км. В рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки, в юго-юго-восточном направлении от озера, выделяется крупное по площади поднятие (рис.7, слева), сложенное нижнечетвертичными отложениями, которые залегают гипсометрически выше более молодых верхнечетвертичных образований. При горизонтальном залегании четвертичных отложений, на плоском равнинном пространстве, такое возможно только в случае, когда более древние осадки в разрезе перекрывают молодые образования. Иными словами, – в случае обратной или перевернутой стратиграфии. Картина, наблюдаемая на геологической карте весьма выразительна (рис.7, справа). Совершенно очевидно, что нижнечетвертичные отложения выброшены космогенным взрывом из воронки, в которой находится озеро Чалкар. Подтверждением этого является показанное на карте большое количество крупных глыб еще более древних осадочных горных пород юр-

ского, мелового и неогенового возраста. Более того, неогеновые отложения ачкагыльского яруса образуют крупные плащеобразные «пятна», уступающие по площадным размерам только нижнечетвертичным отложениям. Все эти относительно древние отложения залегают на верхнечетвертичных образованиях на большой площади южнее и юго-восточнее депрессии, вмещающей озеро Чалкар.

Это не что иное, как аллогенная брекчия [2,29]. Небольшой меридионально вытянутый холм подобных меловых и палеогеновых пород, также перекрывающих верхнечетвертичные отложения, наблюдается севернее озера Чалкар. Это выброс так называемой «отдачи», сопровождающий космогенные взрывы, при пологих траекториях космических ударников. Подчеркнем, что подобная картина наблюдается и около озера Индер.

В районе озера Индер наблюдается общая ситуация аналогичная району озера Чалкар. Размеры депрессии, в которой находится озеро Индер, по меридиану составляют  $n-14$ ,  $1$  км, по широте  $m-11,7$  км. В рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки, в северном направлении от озера, находится крупное по площади поднятие (рис.8, слева). Оно выделяется светлым фототонном.

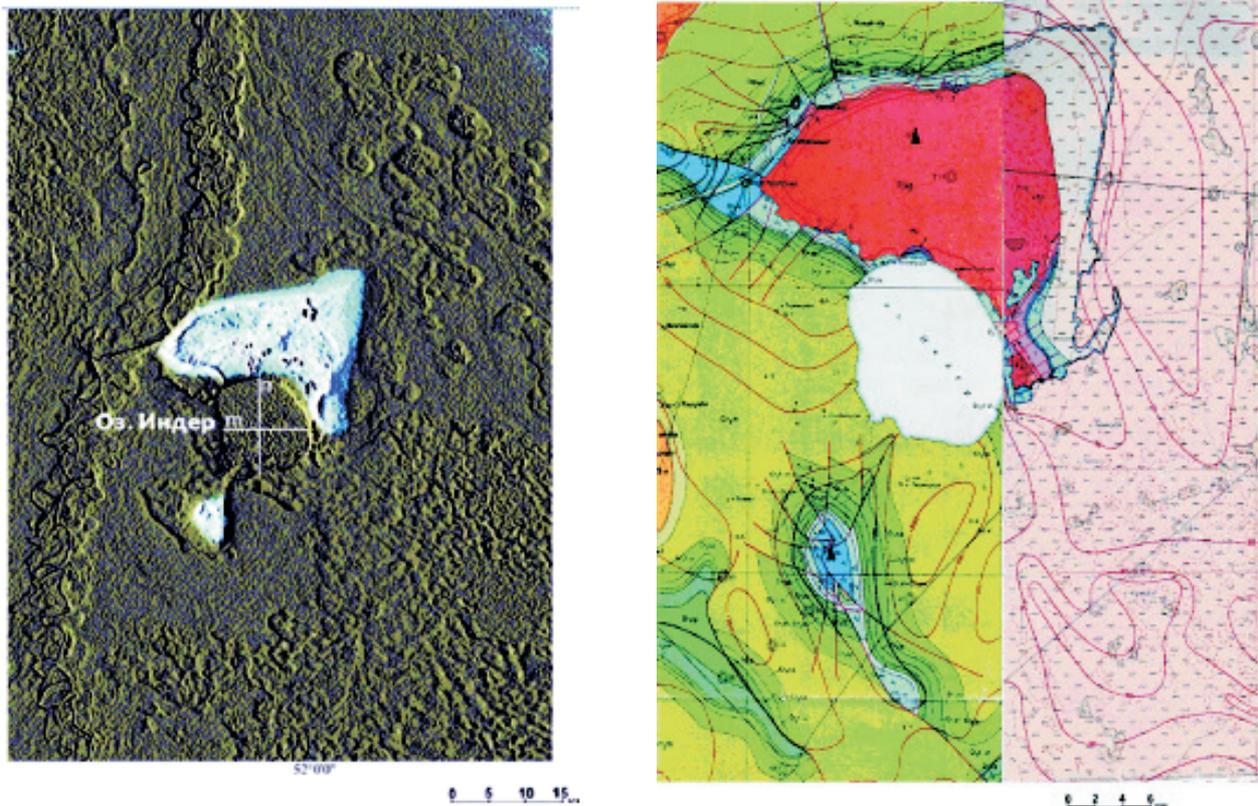
Поднятие сложено в основном отложениями кунгурского яруса пермской системы (гипсы, ангидриты, каменная соль – поэтому поднятие светлое), подстилаемыми морскими верхнечет-



**Рис.7.** Район озера Чалкар в Прикаспийской впадине. Слева – рельеф, построенный по данным радиолокационных космических съемок. Справа – фрагмент изданной Геологической карты м-ба 1:200 000 (1967 г.). В рельефе, в юго-юго-восточном направлении от озера, выделяется крупное по площади поднятие, сложенное нижнечетвертичными отложениями, которые залегают гипсометрически выше более молодых верхнечетвертичных образований. Поднятие характеризуется светлым фототонном. Южнее озера Чалкар, на краю поднятия, виден небольшой (диаметр 1800 м) кратер, вмещающий озеро Альжан с лечебными грязями. Помимо этого восточнее и юго-восточнее поднятия расположено несколько превышающих по диаметру озеро Альжан, но также небольших, в том числе, перекрывающихся, слившихся кратеров. Такая картина – следствие дробления ударника в атмосфере. На геологической карте нижнечетвертичные отложения показаны темно-серым цветом. Помимо этого на карте различными цветами, в соответствии с возрастом, показано большое количество крупных глыб еще более древних осадочных горных пород юрского, мелового и неогенового возраста. Более того, неогеновые отложения акчагыльского яруса (желтого цвета) образуют крупные плащеобразные «пятна», уступающие по площадным размерам только нижнечетвертичным отложениям. Все эти отложения залегают выше, т.е. перекрывают верхнечетвертичные образования. Совершенно очевидно, что все эти более древние осадочные отложения выброшены космогенным взрывом из воронки, в которой находится озеро Чалкар. В воронке, заполненной озером, отлагаются современные четвертичные отложения. Следовательно, время космогенного взрыва – рубеж, разделяющий верхнечетвертичные и современные четвертичные отложения, т.е. 10 500 лет. Это время появления *Homo sapiens*

вертикальными отложениями нижневалынской трансгрессии (суглинки бурые с прослоями песков, ракушнякав и галечников) (рис.8, справа). Названные образования залегают гипсометрически выше более молодых верхнечетвертичных образований верхневалынского моря (пески, глины). Как и в районе озера Чалкар, при горизонтальном залегании четвертичных отложений, на

плоском равнинном пространстве, такое возможно только в случае, когда более древние осадки в разрезе перекрывают молодые образования. Иными словами, – в случае обратной или перевернутой стратиграфии. В воронке, заполненной озером, и в относительно небольших по диаметру неглубоких кратерах, восточнее и северо-восточнее поднятия, отлагаются современные четвертичные



**Рис.8.** Район озера Индер в Прикаспийской впадине. Слева – рельеф, построенный по данным радиолокационных космических съемок. Справа – соединенные фрагменты двух изданных Геологических карт м-ба 1:200 000 (1966г.). На западном фрагменте (лист М-39-XXXIV) кайнозойский чехол снят. На восточном фрагменте (лист М-39-XXXV) – сохранен. В рельефе, в северном направлении от озера, находится крупное по площади поднятие близкое по форме к треугольнику. Оно выделяется светлым фототонном. Восточнее и северо-восточнее поднятия, на плоской равнине, наблюдается значительное количество относительно небольших по диаметру, в том числе, перекрывающихся, слившихся неглубоких кратеров. Это картина обычная для случая дробления космического ударника в атмосфере. На соединенных геологических картах видно, что поднятие, близкое по форме к треугольнику (основание треугольника, измеренное по карте, у озера, имеет длину – 24 км, при высоте треугольника – 16 км), сложено отложениями кунгурского яруса пермской системы (гипсы, ангидриты, каменная соль – поэтому на космическом снимке поднятие светлое), подстилаемыми морскими верхнечетвертичными отложениями нижнехвалынской трансгрессии (суглинки бурые с прослоями песков, ракушняков и галечников). Названные образования залегают гипсометрически выше более молодых верхнечетвертичных образований верхнехвалынского моря (пески, глины). Верхнечетвертичные отложения верхнехвалынского моря занимают основную часть правого фрагмента геологической карты. Как и в районе озера Чалкар, при горизонтальном залегании четвертичных отложений, на плоском равнинном пространстве, такое возможно только в случае, когда более древние осадки в разрезе перекрывают молодые образования. Иными словами, – и в данном случае устанавливается обратная или перевернутая стратиграфия, характерная для обрамления космогенных импактных кольцевых структур

ные отложения. Следовательно, время космогенного взрыва – рубеж, разделяющий верхнечетвертичные и современные четвертичные отложения, это - 10 500 лет назад.

**О соляных куполах с их гипсовыми шляпами, вскрытых и невскрытых метеоритными бомбардировками, как новом типе месторождений благородных металлов.**

Исследование импактных кольцевых структур, помимо выявления возможной частоты космичес-

ких бомбардировок, опасных для всего живого на Земле, приводит к выводам, имеющим в данное время важное прикладное значение [6,9,10-13,17,19,20,22]. Необходимо коснуться еще одной новой идеи, имеющей отношение к проблеме прогнозов и поисков месторождений полезных ископаемых.

Астероидно - метеоритные кратеры представляют собою, по-существу, колоссальные природные карьеры. Охарактеризованные выше озера

Таблица 1. Потенциальные запасы Au, Pt и Pd в соляной продуктивной толще Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей

№ п/п	Типы солей	Развед. запасы солей, млрд т	Колич. Нераст. остат., млн т	Содерж. в нераст. остат. Au + Pt + Pd, г/т	Потенциал. запасы Au + Pt + Pd, в т
1	Сильвиниты	14,138	494,83	11,8	5838
2	Карналлиты	4,129	115,61	41,8	4832
3	Каменная соль	31,589	347,48	2,3	729

Таблица 2. Результаты ЭТААС определения Au, Pt, Pd в калийных солях и, НО солей, г/т

Проба	Соли			НО солей		
	Au	Pt	Pd	Au	Pt	Pd
P-181	0,025	0,015	0,10	1,1	0,80	1,25
P-182	0,07	0,05	0,07	2,4	4,2	3,0
P-184	0,014	0,28	0,23	8,8	5,5	4,5
P-187	0,024	0,036	0,10	0,55	0,16	1,3

Чалкар и Индер являются примерами таких громадных карьеров, вскрывающих поверхностные и приповерхностные осадочные отложения на значительную глубину.

В статье Б.Е. Милецкого [30] - известного казахстанского геолога, длительное время руководившего геологической службой Западного Казахстана, привлекается внимание к работам группы уральских и московских ученых, геологов и технологов под руководством А.Ф. Сметанникова [37]. Этой группе при изучении крупнейшего в мире Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей (ВКСМ) удалось доказать наличие в продуктивной толще солей месторождения повышенных концентраций благородных металлов - БМ. Проведенными исследованиями было установлено, что в процессе промышленной переработки солей подавляющая часть БМ концентрируется в нерастворимом остатке - НО глинисто-соляных шламов сильвинитовых, карналлитовых и каменных солей. В результате был сделан вывод, что вся соляная толща Верхнекамского месторождения является носителем БМ, а **потенциальные запасы золота, платины и палладия месторождения сопоставимы со сверхкрупными месторождениями этих металлов** (таблица 1).

Одновременно указанной группе ученых удалось разработать и запатентовать технологию извлечения БМ из получаемых нерастворимых остатков шлама с целью создания методики количественного определения содержания БМ в соляной матрице [38,39]. В [38] приведены результаты «электротермического атомно-абсорбцион-

ного метода анализа» (ЭТААС), который был ими применен при исследовании ВКСМ (таблица 2).

Б.Е. Милецкий пишет: «В связи с этим вполне очевидно, что результаты, полученные на Верхнекамском месторождении, предопределяют целесообразность проведения подобных исследований также на других эксплуатируемых и перспективных для освоения месторождениях калийно-магниевого солей.

Вместе с тем результаты, полученные на Верхнекамском месторождении, дают основание предложить новую идею – о возможной золотоплатиноидной рудоносности так называемых гипсовых шляп калиеносных соляных куполов и поднятий.

Известно, что многие месторождения калийно-магниевого и борно-калийного солей, связанные с солянокупольными структурами, как, например, месторождения Прикаспийской впадины, характеризуются наличием в верхней присводовой части соляного купола гипсово-глинистых накоплений, которые представляют собой элювий пород соляной толщи, размытых в процессе куполообразования. Эти образования, получившие название «гипсовая шляпа» (в английской терминологии – *sargok*), есть не что иное, как тот же нерастворимый остаток шлама, аналогичный техногенному шламу, в котором концентрируются БМ на Верхнекамском месторождении» [30].

Б.Е. Милецкий настойчиво привлекает внимание к этой новой проблеме и посвятил ей ряд статей и тезисы, посланные на совещание в ЦНИГРИ [30-33]. В итоге он отмечает: «В При-

каспийской впадине, из 1200 соляных куполов, 120 являются калиеносными. Оптимистический вариант предлагаемого прогноза рассматривает каждый из этих 120 куполов (в [32] Б.Е.Милецкий уточняет цифру: 65 куполов) как возможное месторождение БМ с двумя уровнями: нижним, под соляным зеркалом, где Au + Pt присутствуют как попутные компоненты в первичных калийных солях соляного массива и верхним - в гипсовой шляпе купола с собственно золото-платиноидным» [30-33].

Необходимо подчеркнуть, что Ю.С.Парилов в монографии [35] вслед за А.Ф. Сметанниковым выделяет золото-серебряно-платино-хлоридную формацию [Сметанников и др., 2000]. При этом он, ссылаясь на Корытова Ф.Я. и др.[28], отмечает, что «в последние годы в кепроках многих соляных куполов (в том числе и на месторождении Индер) в галите, сильвине, ангидрите, кальците, целестине, боратах и самородной сере установлены высокие концентрации БМ: Au, Ag, и Pt — 1-5 г/т. Указывая, в связи с этим, на необходимость постановки специализированных геохимических и минералогических исследований, он, тем не менее [35], резюмирует: «На данном этапе геологических знаний чего-либо конкретного рекомендовать не представляется возможным». Однако Ю.С. Парилов сохранил интерес к этой новой рудной формации, к этой новой идее. В связи с этим первый автор обратился к нему с просьбой отобрать и подготовить для анализов ряд проб с соляных куполов Прикаспийской впадины. Три крупных купола Индер, Чалкар и Сатимола в 50-х и 60-х годах прошлого столетия разведывались с применением бурения и изучались сотрудниками Института Геологических Наук им. К.И. Сатпаева (Т.А. Ошакпаев). Керн некоторых разведочных скважин хранится в Институте Геологических Наук им. К.И. Сатпаева. Ю.С. Парилов любезно откликнулся на эту просьбу. Результаты анализов, отобранных и подготовленных им проб, приведены в таблице 3. Всего анализировались 11 проб: 7 проб по куполу Индер и по 2 пробы с куполов Чалкар и Сатимола. 10 проб характеризуют собственно борокалиеносные соляные толщи и 1 проба гипсоангидритовую породу.

Анализы были выполнены в лаборатории, аккредитованной по международному стандарту ISO/МЕК 17025, Центра кассовых операций и хранения ценностей (филиала) Национального Банка Республики Казахстан, специализирую-

щейся по испытаниям драгоценных металлов в различных материалах.

При сравнении результатов анализов проб по Au, отобранных на куполе Индер, обращает на себя внимание сопоставимость данных, полученных по НО, с соответствующими данными по ВКСМ [37]. Так в пробе 16 на Индере содержание Au составляет 1,1 г/т, что равно содержанию в пробе Р-181 на ВКСМ. В пробе 2-3 на Индере содержание Au составляет 2,5 г/т, что близко содержанию в пробе Р-182. В пробе 1-4 на Индере содержание Au составляет 10,7 г/т, что превышает содержание в пробе Р-184 на 1,9 г/т. В пробе 13-2 на Индере содержание Au составляет 0,71 г/т, что также несколько превышает содержание в пробе Р-187 на ВКСМ. Правда, по платиноидам содержания на ВКСМ выше.

Астероидно — метеоритные кратеры, астроблемы, заполненные озерами Чалкар и Индер, представляющие собою громадные природные карьеры, вскрывают два гигантских соляных купола. В результате на Индере, выброшенная космогенным взрывом, поразившим южную часть купола, аллогенная брекчия, выброшенная на северную его часть, представлена блоками и глыбами гипса, ангидрита, каменной соли. Если блоки соли — это отторженцы собственно соляного купола, то блоки и глыбы гипса, ангидрита - это фрагменты первичного, венчавшего соляной купол, кепрока. В карьерах на месторождении Индер во время геологоразведочных работ, по-видимому, приходилось заниматься отделением полезной соляной массы от природных «шламов» - пород первичного кепрока. В данный момент громадные отвалы «пустых» пород, в основном гипса (устное сообщение академика М. Диарова), возвышаются вокруг карьеров. Они прекрасно видны на космических снимках Google. В свете всего изложенного выше, эти отвалы, по существу, аналог шламов на ВКСМ, должны подвергнуться первоочередному анализу на возможность присутствия в них повышенных содержания БМ. При этом, учитывая время возникновения космогенного кратера Индер (10500 лет назад), следует предполагать возникновение вторичного современного кепрока.

Иными словами, предполагать обогащение БМ апикального интервала современной «короны» соляного купола, представленной в верхней своей части упоминавшейся аллогенной брекчией, а в нижней части — аутигенной брекчией, т.е. раздробленной, но не перемещенной массой соб-

Таблица 3. Результаты анализов проб с соляных куполов Прикаспийской впадины (масс-спектроскопия с индукционно связанной плазмой)

Но- мер про- бы	Привязка	Состав проб	Содержание, ppm (г/т)								
			Au	Ag	Pt	Pd	Rh	Ru	Ir	Os	Re
1-3	Индер, шахта	массивная серая кам. соль	0,1	0,11	0,52	0,28	0,03	0,011	<0,0001	<0,0001	0,008
1-4	то же	то же	10,7	0,35	0,03	0,25	0,05	0,06	0,035	0,018	0,0065
2-3	Индер, карьер	к/крист. соль	2,5	0,062	0,17	0,09	0,01	0,005	0,0014	0,00045	0,0006
16	Индер, скв. 5981, гл. 27 м	массивная серая соль	1,1	0,17	0,005	0,05	0,06	0,005	0,00015	<0,0001	0,0009
23	Индер, скв. 8802, гл. 153 м	серая среднезер- нистая соль	0,1	0,009	0,005	0,07	0,08	0,009	0,006	0,0005	0,0003
13-2	Индер, скв. 8829, гл. 260 м	светло- серая полосчатая соль	0,71	0,017	0,0024	0,03	0,07	0,009	0,05	0,003	0,0008
22	Индер, скв. 5978, гл. 300 м	серая среднезер- нистая соль	0,06	0,004	0,001	0,05	0,03	0,003	0,002	0,0004	0,0006
24	Чалкар, скв. 334, гл. 229 м	гипсоангид- ритовая порода	0,1	0,009	0,005	0,07	0,08	0,009	0,006	0,0005	0,0003
9	Чалкар, скв.338, гл. 636 м	полосчатая м/з соль	0,15	0,16	0,30	0,85	0,02	0,02	0,013	<0,0001	0,0001
20	Сатимолла, скв. 38, гл. 457 м	Серая среднезер- нистая каменная соль	0,18	0,38	0,010	0,16	0,17	0,071	0,002	0,001	0,0002
21	Сатимолла, скв. 38, гл. 1000 м	то же	0,27	0,025	0,005	0,07	0,04	0,008	0,0002	0,0002	0,0002

ственного «тела» соляного купола, вскрываемой буровыми скважинами.

Некоторым подтверждением этого предположения могут служить данные приведенных анализов. В самом деле, если отвлечься от данных по содержанию Au в шахте (кстати, шахта имеет глубину 300 м и 56 км горизонтальных выработок), поскольку место отбора в ней проб по глубине неизвестно, то можно увидеть следующее.

Проба, отобранная в карьере, т.е. на современной поверхности, обнаружила содержание 2,5 г/т Au и сумму всех металлов 2,84 г/т. Проба, отобранная в скважине 5981, на глубине 27 м, показала содержание 1,1 г/т Au и сумму всех металлов 1,39 г/т. В скважине 8802, на глубине 153 м, содержание Au составило 0,1 г/т и сумма всех

металлов 0,27 г/т. Не исключено, что такое закономерное уменьшение содержания Au и суммы всех металлов с глубиной всего лишь случайный феномен. Но он вписывается в предлагаемую гипотетическую концепцию. Следует повторить: можно предполагать, что мы наблюдаем в космогенном выбросе, представленном упомянутым выше поднятием, образование молодого современного кепрока. Он формируется в течение 10 500 лет в результате естественного размыва раздробленной соляной толщи и блоков первичного кепрока, выпадающими атмосферными осадками.

На куполе Чалкар наблюдается иная картина. Здесь, в районе кратера-озера космогенным взрывом выброшен только мезо-кайназойский

чехол. Первичный кепрок не нарушен. Это отчетливо видно на геологической карте (рис.7, справа).

Здесь в упомянутом выше космогенном выбросе, демонстрирующем перевернутую стратиграфию, присутствуют нижнечетвертичные отложения и большое количество крупных глыб еще более древних осадочных горных пород юрского, мелового, палеогенового и неогенового возраста. Соляные образования кунгурского яруса на листе карты М-39-ХVI, как в пределах собственно выброса, так и на всей остальной территории, нигде не показаны. Более того, на южном берегу озера Чалкар находится крупное промышленное месторождение гипса (показано крупным квадратом серого цвета). А это не что иное, как выход гипсовой шляпы, т.е. кепрока.

Необходимость тщательной проверки кепроков, в свете всего изложенного выше, вполне очевидна. Б.Е. Милецкий совершенно прав, когда утверждает, что «гипсовую шляпу можно рассматривать как природное шламохранилище в твердой фазе, представляющее собой потенциальное месторождение БМ элювиального типа, образовавшееся при естественном размыве соляной толщи» [30].

Не менее важно также следующее: «Содержание БМ четко коррелируется с процентной долей НО в сырых солях. Пробы с золотом характеризуются повышенным содержанием кремния. Si-содержащий материал визуальным просматривается в керне, хорошо виден на фотографиях поверхности распила керна и может служить индикатором присутствия в пробах БМ» [30]. В связи с этим весьма существенно предположение Б.Е. Милецкого о том, что возможно обнаружение «силикатных пластов» богатых и легкообогатимых руд на глубинах 700-900 м. Это может стать «объектом самостоятельного значения и может оказаться первым открытием такого рода в пермской соляной толще Прикаспийской впадины».

По [1,30] количество куполов с калиевыми солями на территории Казахстана, как отмечено, – 65.

Очевидно, что нельзя сбрасывать со счетов и собственно соляные массы, венчаемые кепроками. В особенности, калийные соли (сильвиниты и карналиты). В калийных солях на ВКСМ содержание БМ, на полпорядка и на порядок с лишним, выше их содержания в каменной соли. Не исключено, что отдельные пропластки в солях, обогащенные терригенной составляющей, явля-

ся концентраторами БМ. В подтверждение повышенных содержаний БМ в собственно солях можно привести данные по скважине 8829 на куполе Индер, где на глубине 260 м установлено содержание Au 0,71 г/т и сумма всех металлов 0,89 г/т. К тому же, на куполе Индер, в шахте, в пробе 1-4 (таблица 3), представленной массивной серой каменной солью, установлено в рассматриваемой серии проб, наибольшее содержание Au – 10,7 г/т и сумма всех металлов 11,50 г/т.

Заслуживающие внимания содержания Au и суммы металлов выявлены также в солях на куполах Чалкар и Сатимола (таблица 3). На Сатимоле, в скважине 38, даже на глубине 1000 м.

Таким образом, самого пристального внимания заслуживает следующее утверждение Б.Е. Милецкого и Шелудякова Ю.Л.: «...речь может идти о **возможном существовании в границах Прикаспийской впадины бассейна благородных металлов галогенной формации**, носителями которых являются калиеносные соляные купола с размещением золотоплатиноидного оруденения в них на двух уровнях: первый – в элювиальных отложениях гипсовых шляп в сводовой части куполов выше соляного зеркала и второй – в первичных солях куполов» [32].

Очевидно, что в данном случае, если предположение подтвердится, потенциальными объектами явятся **крупнотоннажные, крупнообъемные месторождения БМ**, на которых промышленный интерес представляют руды при бортовых содержаниях Au и Pt – 0,2 г/т и выше.

Попытаемся, опираясь на содержания БМ, выявленные в проанализированных на куполе Индер пробах, сугубо ориентировочно, в первом приближении, определить их прогнозные ресурсы по уже разведанным месторождениям минеральных солей в Прикаспийской впадине. Очевидно, что для уверенного их определения недостаточно информации.

Среднее содержание НО по пробам Индера 4,37% от первоначальной массы проб. Среднее содержание Au – 1,96 г/т. Государственным балансом Республики Казахстан учтено три месторождения калийных солей: Жилианское, Месторождение 99 и Индерское (Белая Ростошь)[1]. Все они приурочены к соляным куполам Прикаспийской впадины и Актюбинского Прииртышья, в районах развития кунгурской галогенной формации. Общие запасы (в пересчете на  $K_2O$ ) составляют 101,6 млн. т, в том числе  $A+B+C_1$  – 53,7 млн. т. Забалансовые запасы составляют 8,1 млн. т.

Среднее содержание  $K_2O$  в общих запасах 14,46% [1].

Общее количество солей, в которых выявлено указанное количество  $K_2O$ , при его среднем содержании в них 14,5%, составит порядка  $701 \cdot 10^6$  т. Общее количество  $NO$ , при его среднем содержании 4,7%, составит  $32,9 \cdot 10^6$  т. При установленном среднем содержании  $Au$  в  $NO$  равном 1,96 г/т, общее количество  $Au$  составит 64,5 т.

При тех же параметрах по количеству  $NO$  и содержанию  $Au$  в нем, на Жилинском месторождении, при содержании в подтвержденных запасах 12,6%  $K_2O$ , запасы  $Au$  на нем составят 39 т.

На месторождении Белая Ростошь (купол Индер), при содержании  $K_2O$  в слоях 26,9% и указанных выше содержаниях  $NO$  и золота в нем, количество  $Au$  составит 2,7 т.

На месторождении № 99, при содержании  $K_2O$  - 12% и аналогичных указанным выше параметрам  $NO$  и золота в нем, количество  $Au$  составит 7,84 т.

Прогнозные ресурсы в пересчете на  $K_2O$  на куполе Чалкар составляют 697 млн. т. [1]. При среднем содержании  $K_2O$  — 16% и тех же параметрах  $NO$  и содержания  $Au$  в нем, общие прогнозные ресурсы по куполу составят 398 т  $Au$ .

Прогнозные ресурсы  $K_2O$  на куполе Сатимола составляют 500 млн. т [1]. При среднем содержании  $K_2O$  — 14,3% и тех же параметрах по  $NO$  и содержанию  $Au$ , прогнозные ресурсы  $Au$  составят 322 т.

Общие прогнозные ресурсы  $K_2O$  по 65 куполам с установленной калиеносностью в Казахской части Прикаспия и Актюбинском Приуралье оцениваются в 2,6 млрд. т [1]. При среднем содержании в солях 17,3%  $K_2O$ , том же, как указано выше, содержании  $NO$  — 4,37% и содержании  $Au$  — 1,96 г/т в  $NO$ , общие прогнозные ресурсы составят 1389 т  $Au$ .

Все приведенные выше расчеты выполнены на основе официальной информации, опубликованной в [1]. Естественно, что в [1] указываются запасы и прогнозные ресурсы, определенные строго в соответствии с действующими правилами и инструкциями, касающимися этой экономической категории геологоразведочных работ.

Однако нам представляется необходимым отступить от этих строго регламентированных правил. Побудительным мотивом к этому является следующее. Основной целью исследований и геологоразведочных работ на соляных куполах яв-

лялось выявление содержащихся в соляных толщах калийных солей, пригодных для производства дефицитных в мире, легкоусвояемых и экологически чистых удобрений. При этом все составляющие  $NO$ , будь, то гипсы, ангидриты, терригенные примеси, различные инородные образования, не содержащие  $K_2O$ , рассматривались как «балласт», как ненужное «засорение» калийных солей. Но изложенная выше информация заставляет рассматривать весь этот «балласт», совместно с содержащими его солями, как единую для БМ рудовмещающую толщу. И поэтому мы рискнули попытаться определить прогнозные ресурсы БМ на куполе Индер, рассматривая эту мощную рудовмещающую толщу как единое целое. Тем более что весь этот «балласт», являясь  $NO$  — шламом, как показывают исследования на ВКСМ, представляет собою среду концентрирования БМ.

Следует обратить особое внимание на то, что купол Индер на космическом снимке рельефа, построенного на основе радиолокационной космической съемки (рис. 8, слева), представленный космогенным выбросом - аллогенной брекчией, наброшенной на тело собственно соляного купола, выглядит как единое целое. Как единое целое выглядит и выход кунгурского яруса пермской системы на соединенных геологических картах м-ба 1: 200 000 (рис.8, справа). Необходимо иметь в виду, что составители карт не имели в своем распоряжении космических снимков. Составленные карты — результат обычных геологических съемок. Ни новейшие космические данные ДЗЗ, ни данные геологической карты, не позволяют выделить в пределах купола каких-то особых, контрастных по своему облику, фрагментов-объектов. Тем не менее, на куполе выделены из общего единого пространства многочисленные отдельные фрагменты, в пределах которых обнаружены и на ряде участков разведывались месторождения калийных солей [1].

Опираясь на изложенное выше, выполним ориентировочную оценку прогнозных ресурсов  $Au$  на куполе Индер, рассматривая мощную толщу соли в нем как единую рудовмещающую субстанцию. Понимая уязвимость такой попытки с позиции традиционных установок, все-таки рискуем.

Среднее содержание  $Au$  по 7 пробам (таблица), с учетом его преимущественной концентрации в нерастворимом остатке ( $NO$ ), среднее количество которого составляет 4,37% от первона-

чальной массы проб, равно 1,96 г/т. Общий объем возможной рудной массы определяем, опираясь на площадь космогенного выброса (рис.8. слева) и контур соляного купола на изданных геологических картах м-ба 1:200 000 (1966 г.) (рис.8. справа). Контур соляного купола имеет форму треугольника с основанием 24 км и высотой 16 км: площадь – 192 км<sup>2</sup>. Милецкий Б.Е. указывает цифру – 265 км<sup>2</sup> [32]. Принимаем для оценки прогнозных ресурсов мощность – 1 км. Следует пояснить – почему принимается такая мощность. Прикаспийская впадина – это гигантский импактный бассейн [6,9,20,42] с огромным количеством солей в нем [32]. В Южной Африке с 1880 годов, т.е. на протяжении 130 лет, известен и эксплуатируется другой импактный бассейн громадных размеров – Витватерсранд-Вредефорт. Но он значительно меньше Прикаспийской впадины: в широтном поперечнике он меньше в 5 с лишним раз, в меридиональном – в 3 с лишним раза. Правда содержание Au там значительно выше того, на которое мы ориентируемся в данной первоначальной, основанной на малом количестве анализов, и поэтому предположительной оценке прогнозных ресурсов. На Витватерсранде содержание Au в товарной руде 8-20 г/т. В Витватерсранде-Вредефорте заключена половина мировых запасов Au [27].

На Витватерсранде глубина шахт достигает 3600-3800 м. На Индере пройдена шахта глубиной 300 м. Естественно полагать, что проходка шахт в соляной толще будет отличаться от той же проходки на Витватерсранде, где рудовмещающими породами являются мигматито-гнейсы, гранито-гнейсы и граниты. Учитывая современные технологии и постоянное их совершенствование, следует предполагать возможность разветвления эксплуатационных добычных работ на БМ на соляных куполах Прикаспия. Подчеркнем также, что Прикаспийский бассейн по площадным размерам многократно (в 58 раз) [32] превышает Верхнекамский бассейн (ВКМС), который явился «родиной» этой идеи [37]. Поэтому запасы Прикаспия должны также многократно превышать разведанные запасы сырых солей продуктивной толщи ВКМС (52,1 млрд. т). «Общая масса солей Прикаспийской впадины, по расчетам геофизиков, составляет  $1,5-2,0 \cdot 10^{15}$  (1,5-2,0 миллиарда) т» [4,30,32]. Иными словами, общая масса солей Прикаспийской впадины превышает запасы сырых солей продуктивной тол-

щи ВКМС в 29-38 тысяч раз! Как говорится – комментарии излишни.

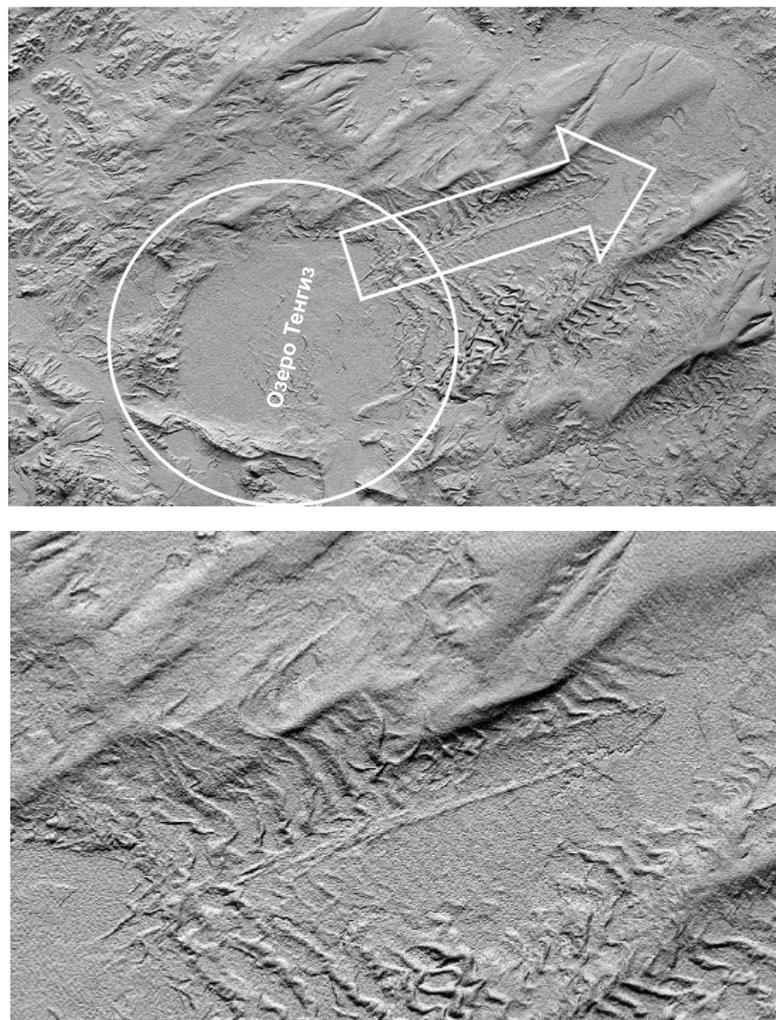
Кстати, «потенциальные запасы БМ (золота, платины и палладия), находящиеся в солях на ВКМС в тесной связи с органическим веществом нефтяного ряда, которые могли бы быть утилизированы разработанной и запатентованной ими технологией (*имеются в виду россияне*), составляют более 1100 т БМ» [32].

Очевидно, что одновременная добыча легкообогатимых и характеризующихся большими масштабами запасов борно-калийных солей на соляных куполах Прикаспия (прежде всего, на куполах-гигантах Индер, Сатимола, Чалкар) – значительно улучшит общую экономику добычных работ. Более того, если учесть, что Прикаспийская впадина – это гигантский нефтегазодобывающий бассейн [6,10-13,17,20,22], то привлечение инвестиций из прибылей действующих нефтяных компаний является реальной экономической предпосылкой для разведки и добычи здесь БМ.

При указанных выше параметрах общий объем рудной массы – соли и пород кепрока на куполе Индер составит 192 км<sup>3</sup>. Вес этой массы, при объемном весе 2 т/м<sup>3</sup>, составит  $384 \cdot 10^9$  т. Количество НО составит  $384 \cdot 10^9 \cdot 4,37\% = 16,8 \cdot 10^9$  т. Общая масса Au составит:  $1,96 \text{ г/т} \cdot 16,8 \cdot 10^9 \text{ т.} = 32,9 \cdot 10^9$  г, т.е. 32900 т.

Необходимо ввести поправку на прерывистость оруденения в связи с тем, что наблюдается резкое различие в содержаниях БМ в отдельных пробах (таблица 3). Принимаем коэффициент прерывистости равным 0,3. Масса Au в итоге составит 9870 т. Но учитывая малое количество проб, введем еще один понижающий коэффициент – 0,3. Количество Au составит 2961 т. Это подобно потенциальным запасам БМ на ВКМС по состоянию на 2006 г. [30]. Кстати, такое значительное понижение первоначально полученной цифры 32900 т, можно обосновать и тем, что в пробах 1-3 (содержание Au – 0,1 г/т) и 1-4 (содержание Au – 10,7 г/т), отобранных в одной и той же шахте, содержания Au различаются, как можно видеть, весьма резко. Подчеркнем, что в нашем случае, в отличие от ВКМС, в оценку прогнозных ресурсов не включены платиноиды, цены на которые, как и на Au, тоже весьма высоки.

**Очевидно, что названные прогнозные ресурсы характеризуют суперкрупные месторождения БМ.** Вполне уместным будет еще раз подчерк-



А

Б

**Рис.9.** Рельеф в районе озера Тенгиз и в его ближайшем окружении.  
Построен по данным радиолокационной космической съемки

На рисунке 9-А видно, что от северо-восточной части озера Тенгиз в восток-северо-восточном направлении прослеживается «борозда», в контуре которой находится северная цепочка озер. Эта «борозда» заключена в белую стрелку. На рисунке 3 эта «борозда» находится также внутри белой стрелки. На рисунке 9-Б (масштаб снимка увеличен) показан северо-восточный сектор озера Тенгиз, от которого отходит «борозда», обусловленная двигавшимся в атмосфере разваливающимся обломком космического тела и северной цепочкой кратеров, заполненных озерами. Характером модификации, сглаживанием воздушным вихрем, вызванным обломком космического тела, рельефных форм барханов, отчетливо проявляется пологая, со снижением в восточном направлении, траектория падения этого тела. В западной части «борозды» барханы наиболее высокие, т.е. наименее нивелированы. В восточном направлении - они, постепенно уменьшаясь по высоте, исчезают в восточном ее окончании. Длина той части «борозды», где барханы «срезаны», составляет треть ее длины. Но возможна и другая интерпретация этой борозды, более прозаичная. Это след мощного водного потока в направлении с северо-востока на юго-запад, наткнувшегося на препятствие

нуть, что авторы идеи, изучавшие Верхнекамское месторождение солей, которое приурочено к бассейну, многократно уступающему по размерам и запасам солей Прикаспийскому бассейну, по запасам, находящимся на балансе по категориям А+Б+С<sub>1</sub>, сопоставляют ВКСМ с ресурсами крупнейших рудных провинций [37]. Такое сопоставление тем более справедливо для При-

каспийского бассейна, большая часть которого находится на территории Казахстана.

**Необходимо развертывание работ в указанном направлении. Должно быть выполнено массовое опробование на БМ всего сохранившегося керна скважин, пробуренных на куполах Прикаспия, стенок всех шахт, а также опробование всех отвалов «пустых пород» около карьеров. Необходи-**

дим постоянный независимый контроль аналитических данных. Необходимы специальные исследования по технологии извлечения БМ из этого нового типа руд.

**Добыча Au и платиноидов в границах Прикаспийской впадины, - этого нового бассейна благородных металлов, может значительно поднять экономику нынешнего и обеспечить экономику будущих поколений казахстанцев.**

### **О выраженной в рельефе «борозде» и протяженных цепочках озер, располагающихся восточнее озера Тенгиз**

Дополнительным доказательством космогенной природы крупных округлых изометричных депрессий рельефа, заполненных озерами, или безводных, помимо признаков обратной стратиграфии в береговых отложениях упомянутых озер и, в частности, озера Тенгиз, являются протяженные цепочки озер, располагающиеся восточнее озера Тенгиз. Поперечник озера Тенгиз 90-95 км. Эти цепочки озер видны на космических снимках и запечатлены на топографических картах. Этим цепочек три.

На рисунках 3 и 9-А стрелка с белым контуром очерчивает полосу, в которой расположена северная из этих цепочек озер. Озера находятся в воронках кратеров с поперечниками от 0,5-2,0 км до 3,5-4,0 км. Нередко слияние отдельных кратеров приводит к тому, что озера имеют не только изометричные очертания, но и гораздо более сложные, в том числе, и удлиненные контуры.

Создается впечатление, что северная цепочка озер находится в выраженной в рельефе «борозде», возникшей при движении и дроблении в атмосфере обломков крупного фрагмента космического тела, оторвавшегося от астероидно-метеоритной массы, создавшей воронку озера Тенгиз. Этот фрагмент, разваливаясь при падении, создал серию кратеров в совокупности обусловивших цепочку озер, протянувшуюся на 80 км от озера Тенгиз в восток-северо-восточном направлении. Чтобы показать эту выраженную в рельефе «борозду», приводим рисунки 9-А и 9-Б.

Вторая цепочка озер находится в 20 км южнее «борозды». Она примыкает к средней части восточного берега озера Тенгиз. Третья цепочка озер находится в 50 км южнее «борозды». Она примыкает к южной части восточного берега озера Тенгиз.

Интересная картина наблюдается в восточном окончании северной цепочки озер, оконтуренной этой глубокой «бороздой». Здесь обращают на себя внимание весьма крупные элементы рельефа, возникшие на земной поверхности, в местах, где отдельные обломки астероида «закопались» в поверхностных осадочных образованиях. В этом месте возникли дугообразные холмы, обращенные выпуклой стороной в направлении движения астероида, т.е. в восток-северо-восточном направлении. На космических снимках видно, что эти, как бы взрыхленные бульдозером отложения, пески, использовались местным населением в строительных целях. На этих холмах находятся различных размеров карьеры, от которых отходят многочисленные дороги к жилым поселкам, в частности, к находящемуся поблизости поселку Сабынды. Этот факт и каплевидные формы мочажин, примыкающих к дугообразным холмам с их внутренней вогнутой стороны, неудобных, чтобы из них брать песок, в силу их вероятной обводненности, позволяют предполагать наличие на некоторой глубине «закопавшихся» обломков астероида, которые могут быть обнаружены с помощью нескольких профилей, пройденных с магнитометром или георадаром, т.к. масса предполагаемых обломков космического тела относительно невелика.

Важно обратить внимание на то, что «борозда» «пропахала» барханный рельеф, который обычно возникает под действием ветров и передвигается на местности весьма быстро. В своей восточной части «борозда» сгладила, т.е. уничтожила барханы (рис.9-Б). Рельеф не восстановился. Это указывает на чрезвычайную молодость «борозды». Однако, с другой стороны, «борозду» прорезает русло реки, которое, скорее всего, могло существовать до возникновения «борозды» и быть затем подновленным, а могло возникнуть и позже появления «борозды», что менее вероятно. Для возникновения русла требуется время. Эти особенности рельефа в окрестностях озера Тенгиз должны учитываться при определении времени его возникновения, т.е. времени космического удара, породившего взрывную воронку, вмещающую озеро. Но молодость барханного рельефа и наложенной на него «борозды» несомненны.

Длина упомянутых каплевидных мочажин самая разнообразная и напрямую связана с величиной обломков астероида, «пропахавших» их.

Наибольшие из мочажин имеют длину до 2,5–4,5 км. Ширина поля, где «закопались» обломки, у конечной площади их рассеяния — 3,0 км, длина порядка 6,0 км. Судя по размерам мочажин, обрамляемых дугообразными холмами, размер «заглубившихся» обломков предполагаемого астероида от 150 м до 260 м в поперечнике.

#### **Дополнительные данные о космогенной природе бессточных депрессий, заполненных озерами**

Помимо крупных озерных депрессий, подобных озеру Тенгиз, на рассматриваемых территориях расположено большое количество мелких изометричных озер, заполняющих астероидно-метеоритные воронки меньших размеров.

На Кокшетауской глыбе с двумя подобными воронками - депрессиями ассоциируют месторождения мелких пылевидных технических алмазов Кумдыколь и Шолкарское [36]. На названных месторождениях устанавливаются весьма важные признаки, указывающие на астероидно-метеоритное происхождение депрессий, к которым приурочены они и изометричные озера. В частности, на месторождении Кумдыколь в кварце прожилков, секущих вмещающие породы, при исследовании шлифов выявлены планарные структуры, являющиеся по Г.Шорту [41] «наилучшим петрографическим критерием удара». Горные породы в пределах месторождений — это «алмазодержащие гнейсы и коэситовые эклогиты» [3]. Добавим, что район, в котором находятся эти месторождения алмазов, расположен в мегамеланжевом поясе [3]. Как известно, меланж свойственен, по мнению В.Е. Хаина, «крупнейшим зонам дробления земной коры». Но, даже не прибегая к характеристикам регионального плана, следует подчеркнуть, что «алмазодержащие гнейсы и коэситовые эклогиты», - эти изначально весьма прочные породы, раздроблены настолько интенсивно, что разведочные каналы на месторождениях проходились в основном с помощью канавокопателя. К взрывным работам прибегать не пришлось (устное сообщение бывшего начальника Кокшетауской геологоразведочной экспедиции Заячковского А.А.).

Кстати, следует обратить внимание на высокое содержание на месторождениях графита. При высоком, ураганном содержании алмазов (22 кар/т), содержание графита столь значительно, что один из исследователей месторождения (Печников В.А., ЦНИГРИ) склонен был считать этот объект од-

новременно месторождением и этого минерала. Отметим, что средний размер зерен алмаза — 37 мкм (алмазная пыль). Самое крупное зерно имело размер 1,5 мм. Важно, что месторождение алмазов пространственно совпадает с зоной высокой графитизации.

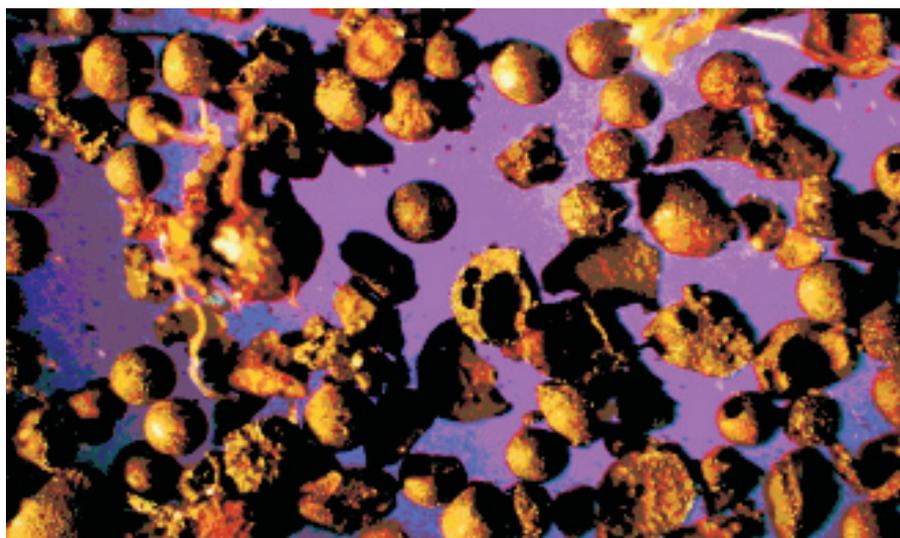
Возникновение алмазов при космических ударах - факт известный. В Попигайском гигантском месторождении импактных алмазов установлены параморфозы, сложенные разупорядоченным графитом + кубический алмаз + лонсдейлит + чаоит, другие зерна сложены кубическим алмазом + лонсдейлит + чаоит (цепочечные полиморфы углерода — карбины, описаны как минерал чаоит) [27,29].

Микроалмазы вообще нередки в метеоритных кратерах. Так в кратере Нордлинген Рис они представлены скелетными агрегатами кубического алмаза. Помимо этого там обнаружены кристаллы муассанита (SiC) величиной от нанометров до 2 мкм [2].

Микроалмазы установлены и в кратере Чикскулуб (Мексика) [2,27]. Помимо этого, в Центральной и Северной Америке установлен мелпалеогеновый пограничный горизонт импактокластических выбросов из этой астроблемы.

Необходимо подчеркнуть следующее. Наиболее надежным и неопровержимым доказательством космогенного астероидного, метеоритного происхождения кольцевой структуры является нахождение в ее контурах собственно метеоритного вещества. Обломки метеоритов найдены в районах сравнительно небольшого числа кратеров [2,29]. Часто метеоритное вещество обнаруживается в виде дезинтегрированных металлических частиц различной формы: шариков, нередко пустотелых, удлинённых, в виде плоских слепков, застывших капель. Частицы метеоритного вещества обычно выделяются при исследованиях технологических проб на различных месторождениях полезных ископаемых, приуроченных к космогенным структурам. Яркий пример метеоритного вещества в подобном виде — многочисленные металлические частицы, извлекаемые при обработке технологических проб, на рассматриваемых месторождениях Кумдыколь и Шолкарское (Рис.10,11).

Состав этих частиц:  $\alpha$  — железо, иоцит — FeO, магнетит —  $Fe_3O_4$ , гематит —  $Fe_2O_3$  и сочетание этих компонентов. Эти металлические частицы нередко имеют блестящую поверхность. Но сре-



**Рис.10.** Метеоритное вещество, выделенное минералогами при извлечении мелких пылевидных технических алмазов из технологических проб на месторождении Кумдыколь: шарики-капли, нередко с пустотами газовых пузырей, слепки трещин

ди них много и окисленных частиц. Важно, что отмечаются частицы никелистого железа. Следует подчеркнуть, что в земных горных породах естественное соединение железа и никеля не встречается. Выявляются силикатные стеклянные частицы. Иногда силикатное стекло и корочки муассanita облекают металлические шарики. Доказательным для отнесения частиц к метеоритному веществу является обнаружение таких из них, которые имеют форму капель и «змеек», стекавших по стенкам трещин. Подобная форма возможна только в том случае, если расплав просачивается сверху. Иное исключается. При увеличении под электронным микроскопом видно, как выглядят эти частицы. При рассматривании их под бинокулярной лупой они как будто бы аморфны. На самом деле они обладают тонкокристаллической структурой. Размеры этих частиц от 100-300 мкм до 1 мм (электронные фотографии сделаны В.Л. Левиным в ИГН им. К.И. Сатпаева) (Рис.10,11). Любопытно, что при извлечении алмазов из технологических проб, эти металлические частицы устанавливаются в весовых количествах. Среди частиц встречались и каплевидные выделения троилита. Земной троилит крайне редок, а в хондритах — его в среднем 6%.

#### **О возрасте космогенных структур**

Выраженность отделированных кольцевых структур в современном рельефе указывает

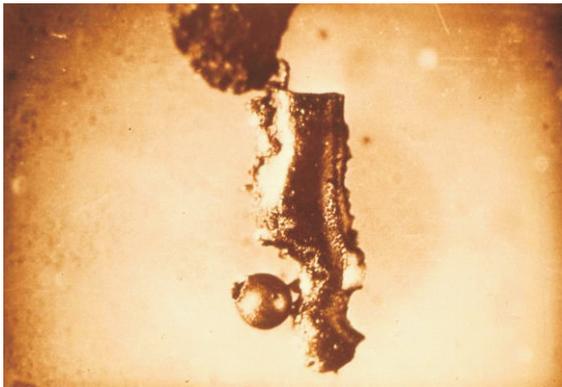
на несомненную их геологическую молодость. При этом обращает на себя внимание примерно равная плотность структур как на древних коренных домезозойских образованиях, представляющих собою собственно Кокшетаускую глыбу, так и на кайнозойских палеоген-неогеновых и четвертичных отложениях, обрамляющих эту глыбу (рис.2). Это является дополнительным указанием на их общую природу.

Для структур, развитых на кайнозойских палеоген-неогеновых и четвертичных рыхлых отложениях осадочного чехла, эндогенная вулканическая или вулканоплутоническая, или какая бы то ни было иная эндогенная природа, исключаются.

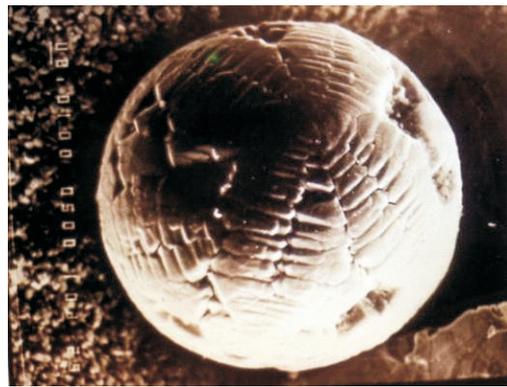
Крупные бессточные котловины, заполненных водой озер Теке, Кызылкак, Силетытениз, Тенгиз, Чалкар, Индер и др. многочисленных бессточных озер на территории Казахстана, могли возникнуть только в результате ударов космических тел.

А в таком случае возраст рыхлых отложений, на которые они наложены, и, в особенности, возраст отложений, выполняющих депрессии, занятые озерами, дает возможность для определения времени космогенных бомбардировок, создавших всю популяцию кольцевых структур, или, во всяком случае, большую ее часть.

Очевидно, что депрессии, вмещающие озера Теке, Кызылкак, Силетытениз, Тенгиз и др., а также кольцевые структуры сходных размеров,



А



Б

**Рис.11.** А – «змеяка», возникшая при стекании расплава, впрыснутого в глубоко проникающую трещину горных пород мишени. К «змеяке» приварился шарик с отверстием газового пузыря. Б – отдельный шарик с ярко выраженной кристаллической структурой. Поперечник шарика 100 мкм. Присутствие шариков в шлихах и их кристаллическая структура исключают их появление при обработке технологических проб, что предполагалось некоторыми геологами

наложенные на древние коренные домезозойские образования, представляющие собою собственно Кокшетаускую глыбу, не сопровождающиеся гранитными массивами, подобно тому, что наблюдается в Боровской кольцевой структуре и в ее ближайшем окружении (рис.2), являются молодой популяцией кольцевых структур. Боровская кольцевая структура и другие подобные ей структуры представляют собою более древние (и, по-видимому, не одну) популяции. Определение возраста каждой из этих предполагаемых разновозрастных популяций является отдельной сложной задачей будущего. Возникновение гранитных массивов в космогенных кольцевых структурах древних популяций и отсутствие таковых в молодой популяции свидетельствует о различном тепловом режиме земной коры в периоды разновременных космических бомбардировок. Древние бомбардировки порождали структуры, подобные Боровской, на поверхности «горячей» относительно молодой земной коры.

Возрастные геологические характеристики горных пород мишени Боровской кольцевой структуры (архей–протерозой,?), предположительных обломков космического тела-ударника, представленных малыми телами ультрабазитов (ранний - средний кембрий,?) и предположительно порожденных этим ударом гранитов Боровского массива (поздний силур - ранний девон, ?), показанные на Геологической карте Северного Казахстана м-ба 1: 500 000 (без чехла кайнозойских отложений, 1976 г. ВСЕГЕИ. Гл. ред. Ю.М. Шувалов) составляют логически увязанную цепь событий. Мишень – наиболее древние породы,

космический ударник - более молодые горные породы, рожденные в результате ударного палингенеза граниты - наиболее молодые геологические образования. Абсолютные цифры возрастов, отвечающих этим событиям, если они и определялись, могут быть весьма проблематичными.

Но, в связи с проблемой космической защиты Земли от опасных космических объектов (астероидов, крупных метеоритов и комет), наиболее важными являются возрастные характеристики более близких к нашему времени космогенных бомбардировок, бомбардировок четвертичного периода.

#### Некоторые возрастные реперы

Возраст рыхлых отложений, на которые наложены депрессии крупных озер, а также возраст отложений, накапливающихся в этих депрессиях, позволяют дать первоначальную оценку времени появления этих депрессий, т.е. выявить время соответствующей космической бомбардировки. При этом необходимо иметь в виду следующее. Нельзя рассматривать каждую из депрессий, вмещающих то или иное озеро, отдельно, т.е. в отрыве, от всей совокупности озер, распространенных на обширной территории.

Кайнозойский чехол, развитый в северном обрамлении Кокшетауского поднятия, на огромном пространстве Тургайского прогиба, а также в Тенизской и Прикаспийской впадинах, представлен отложениями палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. При космической бомбардировке в виде метеоритного дождя, мишенью в каждом отдельном случае, при ударе каждого индивидуального космического тела

(притом, что все они выпадают и поражают мишень одновременно) могут явиться отложения палеогеновой, неогеновой систем или отдельных подразделений четвертичного периода. При этом взрывные воронки возникнут одновременно, но в отложениях разного возраста. Заполнение же возникших кратерных депрессий неизбежно начнется с момента их возникновения осадками одного возраста. Таким образом, временной рубеж начала заполнения астероидно-метеоритных кратеров, т.е. возраст начальных осадков, отлагающихся в них, — это и есть наиболее вероятное время космической бомбардировки. Если не учитывать данную ситуацию, то можно прийти к ошибочным выводам.

Так воронка, в которой находится озеро Теке, расположенное в северном обрамлении Кокшетауской глыбы, судя по ее разрезам, возникла внутри среднего плейстоцена [GEOLOGICAL TIME SCALE. Idemitsu Petroleum Norge. International Commission on Stratigraphy. 2008].

Воронка, в которой находится озеро Кызылкак, расположенное в том же районе (*важно подчеркнуть, что именно в том же районе*), в северном обрамлении Кокшетауской глыбы, судя по ее разрезу, возникла внутри позднего плейстоцена. Кстати, это несколько моложе времени возникновения знаменитого Аризонского метеоритного кратера.

Следует подчеркнуть, что этим рубежам соответствуют начала эпох сильного похолодания, установленные Нигматовой С.А. по палинологическим данным [34]. Это согласуется с общепринятой точкой зрения, о наступлении климата так называемой «ядерной или ударной зимы» после крупных космогенных катастроф.

Важно обратить внимание, на установленный Нигматовой С.А. по палинологическим данным кризисный позднеплейстоценовый криогенный этап — сартан (очень холодный и сухой). В приведенной ею «Стратиграфической схеме четвертичных отложений аридной зоны Казахстана» он показан как единственный, особо выделенный на «Графике изменения климата...», криогенный этап. Этому этапу по времени соответствует, или почти соответствует, т. н. «Clovis — событие», обнаруженное Алленом Вестом в Северной Америке.

Доктор Вест, геофизик, написал книгу на тему «Возможность космических столкновений в геологическом прошлом». На основе многочисленных данных, полученных Алленом Вестом и

присоединившимися к нему геохронологом Томом Стаффордом и геоархеологом Майком Уотерсом, а также Хейнсом, утверждается, что 12900 лет назад на Северную Америку упала комета. Это событие положило конец «Clovis культуре». Оно явилось причиной исчезновения мегафауны и гибели человеческой популяции восточной части Северной Америки. «Clovis — событие» завершилось в необычайно короткий срок 12800 — 12925 лет. Признаками этой космической катастрофы являются широко распространенные «черные пятна» — сажа, микросферулы, обогащение стратиграфического уровня «Clovis — события» иридием и никелем, сферулами губчатого углерода, сферулами стеклообразного углерода и т. п.

В 5 странах, на двух континентах, в 12 областях проявления «Clovis — события», исследователи нашли микроскопические нано-алмазы. Более того, они обнаружили триллионы нано-алмазов. При этом космическом взрыве, как и при взрыве «Тунгусского метеорита», не возник кратер. Причина — взрыв в атмосфере, на высоте нескольких километров. Дополнительно исследователи считают, что определенную роль в отсутствии кратера могла обусловить ледяная подушка мощностью 1-2 мили, прикрывавшая северо-восточную часть Канады, на которую обрушилась комета — ледяное тело с поперечником в несколько километров. Мощность взрыва многократно превосходила мощность взрыва Тунгусского «метеорита», который уподобляют взрыву 500-2000 атомных бомб, сброшенных на Хиросиму. Скорее всего, «ядерная или ударная зима» накрыла огромную часть поверхности Земли. Возможно, именно поэтому криогенный этап, выделенный Нигматовой С.А. по палинологическим данным (подчеркнем — единственный криогенный этап, выделенный ею в четвертичном периоде), проявился в Казахстане, на таком значительном расстоянии от Северной Америки. Следует обратить внимание еще на одну дату, которую выделяет Нигматова С.А. Объем голоцена она определяет в 10 000 лет. При этом она подчеркивает, что богатый материал по палинологии голоцена позволил впервые создать полноценную стратиграфическую схему голоцена аридной зоны Казахстана, основанную на принципах палинозонального расчленения, климатостратиграфии, данных абсолютного возраста (ЭПР даты, радиокарбоновые, микрорадиокарбоновые, термолуминисцентные даты) и историко-хронологических этапов (мезолит, неолит, бронзовый век, ранний

железный век, средневековье). Но 10 000 лет — это возраст широко известного и детально изученного метеоритного кратера Жаманшин в Западном Казахстане.

Именно таким определял возраст этого кратера видный новосибирский геолог, доктор г.-м. н., профессор Изох Э.П., занимавшийся его изучением. В статье, опубликованной в 2009 году в московском журнале «Отечественная геология» [21], было показано, что Жаманшин, как и другой метеоритный кратер Тогыз, расположенный в том же районе, возникли в результате удара крупной кометы, создавшей Челкар-Аральскую кольцевую структуру с поперечником в 400-420 км. Оба кратера возникли, вероятнее всего, в результате ударов кометезималей, представлявших собою астероидные ядра кометы, взрыв которой образовал рассматриваемую структуру. При этом, как и в случае с «Clovis — событием», кратер, сопоставимый с размерами этой гигантской кометной кольцевой структуры, не возник. Однако на палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях возникла огромная кольцевая структура, отчетливо выраженная в рельефе [21]. Но взрыв, породивший эту структуру, не уничтожил реликты кратерного рельефа, существовавшего на кайнозойских отложениях до ее возникновения. Реликты этого рельефа отчетливо просматриваются вокруг кратера Жаманшин в рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки.

Таким образом, можно констатировать, что совершенно различные геологические методы, приводят независимо к одним и тем же цифрам возраста катастрофических событий, происходивших в ближайшем геологическом прошлом и связанных с космогенными бомбардировками Земли.

Очевидно, что оценка частоты и периодичности подобных событий в ближайшем прошлом может служить основанием для их прогноза в ближайшем будущем. С этой точки зрения углубленные палинологические исследования, как и параллельное изучение космогенных кольцевых структур, должны быть продолжены.

Но возвращаясь ко времени возникновения упомянутых выше кратеров, вмещающих озера Теке и Кызылкак, необходимо отметить, что названное выше время их возникновения, по-видимому, определено ошибочно. Если обратить внимание на возраст осадков выполняющих большое количество депрессий, вмещающих озера на огромных территориях названных выше регионов,

т.е., в северном обрамлении Кокшетауского поднятия, на огромном пространстве Тургайского прогиба, в Тенизской впадине, в Прикаспийской впадине, то следует прийти к заключению, что космическая бомбардировка произошла на рубеже позднего плейстоцена и голоцена [по рубрикации «GEOLOGICAL TIME SCALE. Idemitsu Petroleum Norge. International Commission on Stratigraphy. 2008»]. А это рубеж 10 000-10 500 лет.

Важно обратить внимание на данные о выявлении признаков космогенного удара на рубеже 2000 лет назад в археологическом раскопе, в районе урочища Тамгалы, изучавшемся Аубекеровым Б.Ж. В этом раскопе на уровне 2000 лет назад выявлен слой с полосами саж, свидетельствующий о сильнейшем пожаре, после которого наступил многолетний холод, обусловивший появление в наслоениях, перекрывающих слой с саж, многочисленные мощные морозобойные трещины. Опробование пород под слоем с саж, в слое с саж, и над ним, позволило выявить в слое с саж повышенное аномальное содержание иридия и других металлов. В частности, содержание иридия в 550 - 1100 раз превышает среднее содержание этого металла в земной коре. Иридий — указывает на космический источник металлов в аномальном слое, содержащем сажу.

В этом же плане интерес представляют сейсмические и климатические аномалии 1601-1603 гг., описанные историком Н.Карамзиным. В те годы, вслед за сильнейшим землетрясением в центральных районах России, когда попадали головки церковей, наблюдалось невероятное понижение температуры, продолжавшееся 3 года и сопровождавшееся замерзанием даже Черного моря (в Константинополь - Стамбул ездили на санях). Это явление можно рассматривать как сценарий «ударной зимы», спровоцированной, по-видимому, падением кометы.

И наконец, взрыв Тунгусского «метеорита», произошедший в 1908 году. Взрыв был эквивалентен по мощности 500-2000 бомб, сброшенных на Хиросиму.

К этому следует добавить, что военные спутники США постоянно регистрируют крупные взрывы космических тел у поверхности Земли (сообщение ЮСИА). Данные, полученные этими спутниками, свидетельствуют о том, что метеороиды взрываются с мощностью атомной бомбы при вхождении в верхние слои атмосферы Земли. Специалисты, анализирующие данные,

рассекреченные Министерством обороны США, отмечают, что за 17 лет, с 1975 по 1992г., спутниками было зарегистрировано 136 взрывов, соразмерных с взрывом атомной бомбы, т.е. в среднем 8 взрывов в год. Вместе с тем предполагается, что каждый год происходит не менее 80 взрывов. Иными словами, интенсивность бомбардировки Земли метеороидами, возможно в 10 раз больше, чем число метеороидов, регистрируемых космическими кораблями, находящимися на орбите. Кратеры при этом не возникали.

Взрывы этих космических тел видны с Земли как яркие кратковременные вспышки. Из-за малой населённости поверхности Земли, лишь немногие из этих взрывов наблюдаются и регистрируются. Хотя спутники регистрируют взрывы метеороидов уже в течение нескольких десятилетий, сообщения о конкретных случаях были опубликованы лишь недавно. Они имеют большую политическую, научную и военную ценность [5].

Вообще, космогенные бомбардировки – явление обычное в Солнечной системе. В частности, в 1979-1981 г. были получены фотографии трех долгопериодических комет Крейца, обрушившихся на Солнце со скоростью 300 км/с.

Могут быть приведены и другие примеры, указывающие на необходимость выполнения и продолжения работ, направленных на выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок. В данный момент, мы, к сожалению, должны констатировать, что имеющихся данных недостаточно для установления частоты и периодичности космогенных бомбардировок Земли в недавнем прошлом, чтобы дать прогноз этих бомбардировок в ближайшем будущем.

#### **Угрожает ли Земле космическая катастрофа в данное время?**

Выше были приведены некоторые сведения, об астероидно-метеоритных и кометных бомбардировках в Солнечной системе и соответствующих бомбардировках Земли. Следует, по-видимому, более подробно коснуться именно кометных бомбардировок, т. к. ярким свидетельством подобного события является упоминавшийся выше широко известный Тунгусский «метеорит». По современным представлениям это был взрыв ядра небольшой кометы. Свидетельством этого события были тысячи очевидцев.

Проблеме возможного столкновения комет с Землей в свое время уделил значительное внимание Г.М. Тамкович в статье [40], – бывший в то

время заместителем директора Института космических исследований АН СССР. Автор и Г.М. Тамкович обменялись письмами. Г.М. Тамкович пишет: «Сравнительно простые расчеты показывают – вероятность столкновения кометы с Землей за время жизни одного человека (условно примем 75-76 лет) составляет 6 шансов на 10 миллионов, то есть ничтожно мала. До недавнего времени считалось, что общее число вероятных встреч Земли с кометами за всю историю не превышает 40 (точнее – 37). Однако, как показали последние исследования (уже после 1980 года), бомбардировка Земли кометами происходит непрерывно, а сравнительно небольшими порциями, которые американский астрофизик Дж. Хиллс назвал «кометными ливнями». По некоторым данным, за период 400 тысяч лет на нашу планету может «выпадать» до 200 комет, иначе говоря, бывают периоды, когда в среднем Земля бомбардируется раз в 2000 лет. Но ведь это уже совершенно другая вероятность! Откуда же такое различие?

Если считать справедливой гипотезу о происхождении комет, предложенную в 1950 году голландским астрономом Я. Оортом, то Солнечная система должна быть окружена гигантским облаком комет на расстоянии от  $2 \cdot 10^4$  до  $2 \cdot 10^5$  а.е. от Солнца. Такое облако служит тем «резервуаром», или «банком», из которого периодически вырываются кометы (в чем повинны близко проходящие звезды). Те кометы, что оказались во внутренней области планетной системы, мы можем наблюдать и регистрировать. Оорт высказал и такую мысль: имеется еще внутренняя, более плотная часть «резервуара» - ее уже нельзя определить по приходу комет.

Через 30 лет, в 1981 году Дж. Хиллс предположил, что «облако Оорта» - лишь слабенький ореол («гало»), окружающий «хранилище» комет, которое на 2-3 порядка больше (по косвенным соображениям, число комет во внутреннем «резервуаре» около  $10^{13}$ -  $10^{14}$ , а его внутренняя граница ближе  $1 \cdot 10^3$  а.е.). При прохождении звезд около внутреннего «резервуара» происходит «высыпание» комет. Из-за этого существенно и изменяется вероятность кометной бомбардировки Земли».

Итак, необходимо перечислить следующие известные факты (некоторые из них уже упоминались), а именно: 1. Столкновение кометы Шумейкер-Леви-9 с Юпитером в 1994 г.; 2. Падение на Юпитер еще одной кометы через 15 лет, а не

через 1000 лет, как предполагалось ранее; 3. Самый холод на Руси в 1601-1603 гг., когда после сильного землетрясения попадали головки церквей и в июле выпал снег, уничтоживший весь урожай, что может быть предположительно связано с падением кометы. Холод тогда поразило огромное пространство: замерзло даже Черное море, в Константинополь ездили на санях; 4. Слои сажи, содержащие повышенное содержание платиноидов, и, в частности, иридия в раскопе у урочища Тамгалы на уровне, отвечающем рубежу двухтысячелетней давности, что с высокой степенью вероятности может быть связано с падением кометы; 5. Гипотеза Дорона Нофа о замерзании озера Кинерет (море Галилейское) в Израиле две тысячи лет назад, что, по его мнению, служит объяснением библейского чуда о «хождении Иисуса Христа по водам». Как можно видеть, этот временной рубеж совпадает с феноменом в районе урочища Тамгалы; 6. Падение на Солнце, в 1979-1981 г. трех долгопериодических комет Крейца, обрушившихся на светило со скоростью 300 км/с; 7. Тунгусский «метеорит» - комета 1908 г.; 8. Сихоте-Алиньский метеорит 1947 г. Астероидно-метеоритные бомбардировки фиксируются кратерами различных размеров, которые отчетливо проявляются в рельефе, построенном на основе радиолокационной космической съемки (рис.2,3). 9. Комета, упавшая на Солнце 11 мая 2011 г. Коронограф на борту солнечной обсерватории SOHO 11 мая зафиксировал, как довольно яркая комета приблизилась к Солнцу и исчезла. Это небесное тело относится к так называемым «солнцерапающим кометам», которые впервые были обнаружены с началом систематических спутниковых наблюдений нашей звезды. Обычно SOHO раз в несколько дней фиксирует подобную комету, погружающуюся в светило или испаряющуюся в его лучах. С момента запуска в 1996 году аппарат обнаружил более двух тысяч таких комет.

Все перечисленные факты позволяют высказать предположение, что человечество в данное время живет в эпоху угрозы астероидно-метеоритной бомбардировки и очередного «*кометного ливня*» со всеми вытекающими из этого последствиями.

Что могут означать кометные удары, демонстрирует Тунгусский «метеорит» - комета 1908 г. Но это всего лишь взрыв ядра небольшой кометы. Это локальная катастрофа. Космогеологическая карта СССР м-ба 1:2 500 000 [«Аэрогеоло-

гия». МГ СССР. Гл. ред. Козловский Е.А. Ред. Брюханов В.Н., Межеловский Н.В., Москва. 1984] и Космогеологическая карта территории России м-ба 1:2 500 000 [ФГУП «ВСЕГЕИ». Гл. ред. Петров О.В., Морозов А.Ф. Ред. Кирсанов А.А., С.-Пб. 2011 г.] демонстрируют огромное количество подобных и гораздо более мощных взрывов в виде кольцевых структур «неустановленного происхождения». Описанные нами впервые в мире гигантские Челкар-Аральская и Байконурская кольцевые кометные структуры [21,23-26] фиксируют региональные катастрофы. Но эти структуры не нашли отражения на Космогеологической карте СССР. Они пропущены. Причиной этого является «одноцветность» практически идентичных по составу отложений осадочного чехла, представленных породами мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Эти структуры отчетливо выражены в рельефе, проявленном в рыхлых неустойчивых образованиях, что указывает на их несомненную молодость.

В связи с этим, следует обратить особое внимание на гигантскую Челкар-Аральскую структуру. Она возникла в результате катастрофического удара всего лишь 10 тысяч лет назад.

Но наиболее значительным, из перечисленных выше событий, следует, по-видимому, считать феномен двухтысячелетней давности, отмеченный иридиевой аномалией в районе урочища Тамгалы, совпадающий с замерзанием «моря Галилейского» две тысячи лет назад.

Как можно видеть, этот временной промежуток совпадает с промежутком, длительность которого вытекает из построений и предположений Я. Оорта и Дж. Хиллса.

Таким образом, ***космическая катастрофа в данное время реально угрожает Земле!***

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический обзор инвестиционных возможностей Казахстана по отраслям. Комитет геологии и охраны недр. Ред. совет: Б.С. Ужкенов, Е.М. Селифонов, А.К. Мазуров. Кокшетау. 2003. 142 с.
2. Вишневецкий С.-А. Астроблемы. Новосибирск. ООО «Нонпарель». 2007. 288 с.
3. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск. Изд. СО РАН. Филиал ГЕО. 2001. 408 с.
4. Журавлев В.С., Свиточ А.А. О первоначальной мощности пермских соленосных отложений в Прикаспийской впадине // Проблемы геологии Западного Казахстана. Алма-Ата. 1971. С.197-205.

5. Зейлик Б. С. О космогенном воздействии на Землю в связи с идеями В. И. Вернадского // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1988. № 6 (304). С. 10–18.
6. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. Алма-Ата. 1991. 120 с.
7. Зейлик Б.С. О реальности продолжения тяжелой космогенной бомбардировки Земли в фанерозое // Докл. НАН РК. 1993. №4. С.41-46.
8. Зейлик Б.С., Василенко А.Н., Зозулин А.В., Петренко В.Е. Высокая степень глобальной и региональной опасности. Продолжение тяжелой космогенной бомбардировки Земли // Доклады Международной конференции «Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами (SPE-94)», г. Снежинск (Челябинск-70). 1994. Ч. II. С.25-27.
9. Зейлик Б.С., Зозулин А.В. Космогенная природа Прикаспийской и Ишимской впадин Казахстана по данным региональных сейсмических исследований. Межд. геофиз. конфер. и выст. EG-EAGO. М. 16-20.08. 1993. Сб. реф. № 1 с. 404.
10. Зейлик Б. С. Астролема – ключ к нефти и газу / Нефтегазовая вертикаль. М., 1999. № 8. С. 58-63.
11. Зейлик Б. С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Бюллетень Евразийского патентного ведомства. Изобретения (евразийские заявки и патенты). Москва. 1999. №6. С.155.
12. Зейлик Б. С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Официальный бюллетень Патентного ведомства Республики Казахстан «Промышленная собственность». Алматы. 1999. № 2-1 (33). С. 120.
13. Зейлик Б. С., Сыдыков К. Ж. Взгляд из космоса ведет к месторождениям нефти и газа // Нефть и газ Казахстана (Oil and Gas of Kazakhstan). 1999. № 6. С. 38-46.
14. Зейлик Б.С. Разномасштабные кольцевые структуры – следствие катастрофических столкновений астероидов и комет с Землей // Большая Медведица. Новосибирск. 2000. №1. С. 16-23.
15. Зейлик Б.С. Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Геонауки в Казахстане. Доклады казахстанских геологов на XXXII-ой сессии Международного Геологического Конгресса во Флоренции. Алматы. 2004. С.322-333.
16. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Омаров Б.С. Космогеологическая карта Казахстана м-ба 1:1 500000 и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Материалы XXXII Международного геологического конгресса в г. Флоренция, Италия. 2004.
17. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж. Гигантские астроблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах Мира // Геология нефти и газа. Москва, 2004. № 2. С. 48-55.
18. Зейлик Б.С., Кузовков Г.Н. Проблема формирования платформенных депрессий, взрывных кольцевых структур и космическая защита Земли для сохранения жизни на планете // Отечественная геология. Москва. 2006. № 1. С. 78-82.
19. Зейлик Б.С. Новая идея прогнозирования месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т.5. М. 2007. С.97-100.
20. Зейлик Б.С., Уразаева С.Б., Петровский В.Б., Сейтмуратова Э.Ю., Есбулатова З.М. Космогеологическая карта Казахстана м-ба 1:1000000, прогноз месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Материалы XXXIII Международного геологического конгресса в г. Осло, Норвегия. 2008.
21. Зейлик Б.С. Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле (кольцевые структуры – геологическое свидетельство вулканизма и космогенных катастроф) // Отечественная геология. М., 2009. №2. С.61-71.
22. Зейлик Б.С. Современные методы регионального прогнозирования нефтегазоносности // Нефть и газ. Алматы. 2009. №2(50). С.23-38.
23. Зейлик Б.С. Кольцевые структуры – геологическое свидетельство космогенных катастроф и вулканизма (в связи с проблемой космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле) // Изв. НАН РК. Сер. геол. 2009. №4 (420). С.51-66.
24. Зейлик Б.С. Проблема космической защиты планеты для сохранения жизни на Земле (Тунгусский феномен, водородная «супер-бомба») // Изв. НАН РК. Сер. геол. 2010. №6 (428). С.6-11
25. Зейлик Б.С. Кольцевые структуры и проблема космической защиты планеты для сохранения жизни на земле. Международная конференция, посвященная памяти В.Е.Хаина «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ». 1-4.02.2011 г. М. МГУ. Диск DVD+R.
26. Зейлик Б.С. Тунгусская комета, водородная супер-бомба и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле // Отечественная геология. М., 2011. №3. С.116-120.
27. Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Гл. ред. Н.П. Лаверов. М. ИГЕМ РАН. 2007. С.72.
28. Корытов Ф.Я., Прокофьев В.Ю., Дзайкулов А.Б. Металлогения соляных куполов // Современные проблемы металлогении. Ташкент. 2002. С.32-34.
29. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С. и др. Геология астроблем. Л. 1980. 231 с.
30. Милецкий Б.Е. Гипсовые шляпы как, возможно новый генетический тип месторождений благородных металлов // Геология и охрана недр. 2009. №1. С. 103-104.
31. Милецкий Б.Е. Галогенная формация как альтернативный сырьевой источник благородных металлов. Литасфера. Минск. 2009. №1(30).
32. Милецкий Б.Е., Шелудяков Ю.Л. Благороднометаллоносность соляных куполов Прикаспийской впадины: фантазия или реальность? // Геология и охрана недр. 2011. №3. С.2-5.
33. Милецкий Б.Е. Прогноз на основе техногенного прототипа: Прикаспийский осадочный бассейн благородных металлов галогенной формации. Конференция в

ЦНИГРИ (май 2011). Опубликовано в «Руды и металлы». № 3-4.

34. *Нигматова С.А.* Стратиграфия, палеогеография и климаты четвертичного периода аридных регионов Центральной Азии (по палинологическим данным). Диссертация на соискание ученой степени доктора г.-м. н. Алматы. 2010. 265 с.

35. *Париллов Ю.С.* Серебряные и сереброросодержащие месторождения Казахстана. ИГН им. К.И. Сатпаева. Алматы. 2006. 388 с.

36. Полезные ископаемые Казахстана: Объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Казахстана масштаба 1:1000 000 / *Никитченко И.И., Ужкенов Б.С.* (Гл. ред.), *Акылбеков С.А., Бекжанов Г.Р. и др.* Кокшетау. 2002. 188с.

37. *Сметанников А.Ф., Шанина С.Н. и др.* Благородные металлы Верхнекамского месторождения солей // Горный журнал. 2006. №6. С.65-68.

38. *Седых Э.М., Сметанников А.Ф., Банных Л.Н. и др.* Использование электротермического атомно-абсорбционного метода для определения золота, платины, палла-

дия и форм их нахождения в соляных породах Верхнекамского месторождения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. №7. Том 73. С.6-9.

39. *Сметанников А.Ф., Синегрибов В.А., Логвиненко И.А. и др.* Способ подготовки проб нерастворимого остатка соляных пород и продуктов их переработки для качественного и количественного определения содержания благородных металлов. Описание изобретения к патенту. Российская Федерация. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Опубликовано:20.02.2009.4 с.

40. *Тамкович Г.М.* Проект «Венера-Галлей» (Первые предварительные результаты) // Земля и Вселенная. 1986. №5. С. 5-15.

41. *Шорт Н.* Ударные процессы в геологии. В книге «Взрывные кратеры на Земле и планетах». Москва. «Мир». 1968. С. 30-67.

42. *Takanori Naito* (INPEX CORPORATION, г. Джакарта, Индонезия). A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspian Basin // Нефть и газ. Алматы. 2011. №6(66). С.121-134.



**ГИНАЯТ  
РАХМЕТУЛЛИЧ  
БЕКЖАНОВ**

Известному Казахстанскому инженеру и ученому – геологу, талантливому организатору геологоразведочного производства, доктору геолого-минералогических наук, профессору, академику Международной инженерной академии, Национальной инженерной академии РК, Академии минеральных ресурсов и многих международных научных сообществ – Гинаяту Рахметулличу Бекжанову 7 марта исполнилось 85 лет.

В 1951 году Гинаят Рахметуллич окончил Казахский горно-металлургический институт по специальности горный инженер-геолог. Вся его научно - производственная деятельность связана с изучением геологии и минеральных богатств Казахстана.

С 1951-1972 гг. он работает главным геологом Карагайлинской экспедиции ЦКГУ, главным геологом, а затем главным инженером Казахского геофизического треста. Уже тогда раскрылись его великолепные качества: организаторские способности, высокий профессионализм, эрудиция, обязательность и ответственность в исполнении любых дел, умение выдвигать и решать крупные научные и практические задачи, способность сочетать экспериментальные и теоретические исследования. Именно эти качества позволили

Г.Р. Бекжанову превратить «Казгеофизтрест» в развитое научно – производственное предприятие, ставшее казахстанской школой геофизики и пионером применения многих передовых геофизических и геохимических технологий.

Научный потенциал и организаторские способности Г.Р. Бекжанова проявились и в период его работы директором Казахского института минерального сырья (1972-1997 гг.), а с 1987 года генеральным директором НПО «Казнедра», куда институт входил в качестве головной организации. Коллективом КазИМСа под научным руководством Г.Р. Бекжанова были достигнуты значительные результаты в области геологии, технологии и анализа минерального сырья, техники разведки экономики минерального сырья и геологоразведочных работ. В результате КазИМС приобрел известность в нашей республике и за рубежом.

Г.Р. Бекжанов один из основателей Национальной инженерной академии РК, член Президиума НИА РК, высшего совета при президенте НИА РК.

В 1996 году Гинаят Рахметуллич президент созданной им. Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан вел борьбу за возрожде-

ние Казахской геологии и в том, что сейчас явно наметился подъем геологической отрасли, немалая доля его вклада.

Г.Р. Бекжанов выдающийся ученый организатор и общественный деятель, представитель казахстанской школы геологов, инициатор, руководитель и исполнитель наиболее значимых проектов по геологическому изучению и созданию в Казахстане уникальной сырьевой базы.

Многие годы Гиняят Рахметуллич является президентом Казахского геологического общества и Национального комитета геологов Казахстана (НКГК), главным редактором основанного им же журнала «Геология и разведка недр», членом редколлегии всемирно известного российского журнала «Отечественная геология». Как президент НКГК он представляет нашу страну в Международном Союзе геологических наук (МСГН), полноправным членом которого (в числе других 110 стран мира) Казахстан является с 1992 год.

Им опубликовано более 250 научных трудов, в том числе 15 монографий, а также множество статей в отечественных и международных журналах.

Гиняят Рахметуллич удостоен Государственной премии СССР и Казахской ССР, премии им. К.И. Сатпаева, награжден орденами Ленина, Трудового Красного знамени, орденом «Курмет», медалями СССР и Республики Казахстан, отмечен благодарностью Президента страны, а также другими ведомственными общественными наградами, ему присвоено звание «Заслуженный геолог – разведчик Казахстана».

В его знаменательный день поздравляем этого замечательного человека с юбилеем!

Примите от нас, своих коллег и друзей, слова благодарности за Ваш самоотверженный труд. От всей души желаем Вам крепкого здоровья, человеческого счастья, творческого долголетия и успехов во всех делах.

*Редколлегия журнала*



**КАЙДАР АЙТЖАНОВИЧ  
АБДРАХМАНОВ**  
(1936–2012)

6 февраля 2012 г. ушел из жизни академик НАН РК, академик Международной академии минеральных ресурсов, Академии минеральных ресурсов РК, крупный ученый-геолог, главный научный сотрудник института геологических наук Кайдар Айтжанович Абдрахманов.

К.А. Абдрахманов родился 10 мая 1936 г. в Атбасарском районе Акмолинской области. После окончания в 1958г. Московского Государственного Университета он пришел работать в Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева. Здесь прошла его основная трудовая деятельность от старшего лаборанта до руководителя лаборатории.

Начало научной деятельности К.А. Абдрахманова пришлось на пору наибольшего расцвета казахстанской науки и геологической службы. В апреле 1962 г. он защитил кандидатскую диссертацию по петрологии щелочных пород Таласского Алатау. Монография по теме диссертации была издана в 1965г. Позднее в течение 30 лет К.А. Абдрахманов руководил творческой группой по изучению интрузивного магматизма Южного и Центрального Казахстана, включая Успенскую зону, Северное Прибалхашье, Чу-Илийский район, Заилийский и Джунгарский Алатау. Им были впервые описаны процессы гранитизации и автохтонного гранитообразования, определена петрогенетическая специфика интрузивных комплексов в зависимости от условий их формирования. Интересные и важные для фундаментальной петрологии результаты были получены им по Восточному и Северному Казахстану.

В 1983 году К.А. Абдрахманов успешно защитил докторскую диссертацию «Формационно-генетические типы гранитов Казахстана, их петрогенезис и

рудоносность», а в 1985 году решением Высшей аттестационной комиссии при Совете Министров СССР ему было присвоено ученое звание профессора. Как истинный ученый, он продолжал плодотворно работать в области петрологии интрузивных образований, совмещая научные исследования с полевыми работами и преподавательской деятельностью.

В 1995 г. К.А. Абдрахманов был избран член-корреспондентом АН КазССР. С 1996 по 2001 годы он занимал должность заместителя директора Института Минерального Сырья, затем директора департамента геологии АО «Казнедра».

В 2001 году он вернулся в Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, где продолжал плодотворно работать, возглавляя лабораторию петрометаллогении, затем лабораторию рудных формаций (черных, цветных и редких металлов). В 2004 г. К.А. Абдрахманов был избран академиком НАН РК.

К.А. Абдрахманов до последних месяцев жизни осуществлял научное руководство и выполнение фундаментальных исследований по петрометаллогении Казахстана, изучал важнейшие рудолокализирующие и рудогенерирующие структуры, осуществлял прогнозно-металлогенические исследования на основе новых рудогенетических концепций. Им составлены специализированные петрометаллогенические карты Казахстана м-ба 1:1000000 для докембрийского, ранне- и познекаледонского, ранне- и познегерцинского геодинамических циклов с целью локализации металлогенического прогноза. Важнейшим прикладным результатом исследований явилось обоснование новых рудоперспективных глубинных зон, где им прогнозировалось открытие крупных месторождений меди, золота и других металлов.

В 2006 г. К.А.Абдрахманов награжден медалью «Ерен енбегі үшін» за вклад в развитие геологической науки и практики, выразившийся в разработке теории плитной петрометаллогении, создании петролого-геодинамических моделей рудных месторождений, обосновании рудоперспективных структур и площадей.

Он является автором свыше 200 научных трудов, в т.ч. 10 монографий. Научные труды К.А.Абдрахманова являются бесценным вкладом в казахстанскую и мировую геологическую науку. Им создана и предложена для реализации и увеличения запасов золота серия инновационных проектов. К.А. Абдрахманов вел активную преподавательскую деятельность в КазНТУ им. К.И.Сатпаева, выступал с проблемными докладами перед профессорско-преподавательским составом, участвовал в международных конференциях и геологических конгрессах, был награжден

медалью “За заслуги в развитии науки Республики Казахстан”. Благодаря высокой творческой активности и плодотворной деятельности Кайдар Айтжанович пользовался большим авторитетом как в коллективе института, так и в широких научных кругах. Он был примером научной компетентности, принципиальности и трудолюбия.

К.А.Абдрахманов отличался исключительной целеустремленностью, высокой требовательностью к себе, творческим подходом к решению самых разных задач и проблем. До последних дней он работал, был полон творческих планов и научных идей.

Печально сознавать, что нет больше с нами деятельного ученого, крупнейшего специалиста, посвятившего более 54 лет геологии Казахстана.

К.А. Абдрахманов останется в памяти коллег и друзей как прекрасный специалист, талантливый ученый и оратор.

*Редколлегия*



**БОРИС ИОСИФОВИЧ  
ПИСАРСКИЙ  
(1932–2012)**

Борис Иосифович Писарский родился на Украине в г. Днепропетровске в 1932 г. Рано оставшись без отца, он с детских лет познал цену тяжёлого труда. Огромная тяга к знаниям привела вчерашнего школьника в Днепропетровский государственный университет. В 1956 г. Б. И. Писарский закончил его по специальности «гидрогеология и инженерная геология».

После окончания университета он получил направление в Иркутск, и с тех пор судьба исследователя неразрывно связана с Сибирью. Производственная деятельность Б. И. Писарского началась в Иркутском филиале проектного института «Гипролестранс», где он работал инженером-гидрогеологом в течение трёх лет. Именно в этот период у Б. И. Писарского созрело решение посвятить себя науке. В 1959 г. он поступил в аспирантуру Института земной коры (ВСГИ ВСФ АН СССР), в 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Гидрогеология месторождений полезных ископаемых Юго-Западного Прибайкалья». Ему посчастливилось, по собственным словам, попасть под начало выдающегося организатора науки доктора геолого-минералогических наук В.Г. Ткачук. Именно Валентине Георгиевне, удалось создать иркутскую школу гидрогеологов. Ее первыми учениками стали Евгений Викторович Пиннекер (впоследствии член - корр. РАН), доктор наук Игорь Сергеевич Ломоносов, Светлана Васильевна Лысак и другие аспиранты, ставшие известными учеными.

Более 50 лет Б. И. Писарский проводил исследования в различных районах Восточной Сибири, Дальнего Востока и Монголии. Он являлся одним из круп-

нейших специалистов в области изучения подземного стока, формирования минеральных вод и охраны геологической среды.

В 1979 г. Б. И. Писарский возглавил лабораторию ресурсов и охраны подземных вод. Следующим этапом научной биографии стала защита докторской диссертации «Закономерности формирования подземного стока бассейна озера Байкал» в 1986 г. В 1989 г. ему было присвоено звание профессора.

Научные интересы Б.И. Писарского были тесно связаны с разработкой методик оценки ресурсов подземных вод, использованием изотопов для решения различных гидрогеологических задач, изучением гидротермальных минералов в очагах разгрузки минеральных вод и другими направлениями.

С 1975 г. ИЗК СО АН начал масштабные работы по изучению геологических условий строительства БАМ. Большая роль в этом отводилась гидрогеологическим исследованиям, и в частности - изучению формирования наледей. Эти объекты изучались не только как негативный фактор, препятствующий строительству, но и как одна из составляющих естественных ресурсов подземных вод, которая слабо учитывается при оценках в регионах Сибири. Исследования проводились в течение трех лет Б.И. Писарским с коллегами преимущественно с помощью аэрометодов. Основным результатом таких оценок явилось то, что доля наледного стока в отдельных бассейнах редко превышала 10% от объектов естественных ресурсов (это почти соответствует точности их оценки). Однако была выявлена весьма важная закономерность количественного их распределения в пределах определенных высотных зон. Выявленная за-

кономерность прямо указывала на существование региональных особенностей разгрузки подземных вод. Так, была выявлена высотная поясность формирования подземного стока и обратные зависимости значения его модулей от высот местности. Это противоречило доминирующим тогда представлениям о распределении естественных ресурсов подземных вод в горноскладчатых областях.

Оригинальными авторскими разработками Б.И. Писарского можно считать, выполненная типизация и классификационные построения по величинам и интенсивности подземного питания рек, величине инфильтрации, а также расчетам подземного стока с применением гидрохимических данных, оценки непосредственного подземного стока в оз. Байкал. Чаше такие оценки были связаны с водно-балансовыми расчетами, проведенными как для остаточной составляющей водного баланса озера Б.И. Писарский подразделил эту категорию на подрусловой сток в речных долинах, склоновый сток с междуречных пространств, родниковый сток береговой полосы и субквальный приток в пределах озера, что внесло огромный вклад в познание закономерностей формирования не только подземных вод региона, но и водного баланса оз. Байкал.

Его научный багаж насчитывает более 300 публикаций. Он являлся автором и соавтором крупных обобщающих работ «Гидрогеология Прибайкалья» (1968), «Гидрогеология СССР, Т. XIX» (1968), «Естественные ресурсы подземных вод юга Восточной Сибири» (1976), «Подземные воды Байкало-Амурской магистрали» (1980), «Основы гидрогеологии» в шести томах (1980-1984), «Закономерности формирования подземного стока бассейна озера Байкал» (1987), и др., получивших заслуженное признание среди коллег.

Две монографии «General Hydrogeology» (1983) и «Das Wasser in der Litho- und Asthenosphäre» (1992), в подготовке и написании которых участвовал Б. И. Писарский, опубликованы за рубежом.

Начиная с 1972 г., Б.И. Писарский начал активную работу в составе Советско-Монгольской комплексной экспедиции Иркутского и Монгольского университетов. В первую очередь территориально, были сосредоточены усилия на бассейне оз. Хубсугул. Этот основной объект исследований экспедиции, несмотря на свою уникальность, оставался крайне слабоизученным. Под руководством и при участии Б.И. Писарского была составлена карта гидрогеологических условий территории и на этой основе уже проведена оценка подземного стока в реки и озеро. Позже серия карт гидрогеологической тематики «Гидрогеологические условия» (М1: 1000000), «Ресурсы подземных вод» (М1: 1000000), «Минеральные воды» (М1:2000000) и пояснительные записки вошли

в «Атлас озера Хубсугул» (М, 1989) и стали своего рода базисом для проведения целого комплекса исследований по формированию водного баланса Прихубсугулья и оценок возможностей негативного воздействия разработки фосфоритовых месторождений в южной части побережья озера. Атлас получил высокую оценку в научных и правительственных организациях Монголии.

В дальнейшем совместно с Курортным управлением ЦС Монгольских профсоюзов были проведены комплексные исследования основных действующих и перспективных для освоения гидроминеральных объектов Монголии. Результаты работ коллектива сотрудников обобщены в монографии «Геохимия подземных вод Монгольской Народной Республики» (Новосибирск, 1976, 1970). Начиная с 1985 г., целенаправленные исследования подземных минеральных вод проводились в составе Советско-Монгольской геофизической экспедиции АН (1992 года - СМГЭ). Под руководством Б. И. Писарского были изданы «Карты минеральных вод МНР» масштабов 1:5 000 000 и 1:2 500 000 (на английском и монгольском языках).

Карта имеет огромное практическое значение и построена на основе принципиально новой бальнеологической классификации минеральных вод, созданной в процессе многолетних исследований бальнеологов, химиков, гидрогеологов России и Монголии. Карта минеральных вод МНР стала заметным событием в научном мире. Она демонстрировалась в Японии, Китае, на Тайване.

По инициативе Б.И. Писарского в 1988 г. при Институте химии и химической технологии Монгольской АН была создана газогидрохимическая лаборатория, позволившая резко расширить масштабы исследований в данном направлении. Результатом работ по данной тематике стала «Карта газового состава минеральных вод Монголии» масштаба 1:5 000 000. В этот же период, под руководством Б.И. Писарского, развернулись широкомасштабные исследования по изучению гелиеносности подземных минеральных вод Монголии. Более 40 лет Б. И. Писарский тесно сотрудничал с учёными Монголии, являясь творческим наставником целого поколения гидрогеологов. Среди его многочисленных учеников кандидаты и доктора наук – граждане этой страны. Б. И. Писарский награжден орденом «Полярная звезда» Монголии.

В последние годы Б. И. Писарский уделял большое внимание решению геоэкологических проблем как составной части охраны окружающей среды. Он являлся экспертом и консультантом многих проектных решений, направленных на минимизацию вмешательства в геологическую среду. Совместно с коллегами им были разработаны методы регионального геологического анализа и геоэкологического картог-

рафирования для Иркутской области и бассейна оз. Байкал, включая Монголию. На примере В. Сибири группой специалистов с участием Б.И. Писарского была проведена оценка формирования и эволюции техногенных геологических систем и их типизация по главным направлениям хозяйственной деятельности. Результаты работ изложены в монографии «Проблемы охраны геологической среды на примере Восточной Сибири» (Новосибирск, 1993).

В 1986 г. за коллективный фундаментальный труд «Основы гидрогеологии» Б. И. Писарский удостоен звания Лауреата Государственной премии СССР в области науки и техники.

За крупный вклад в развитие гидрогеологии в 1999 г. Б. И. Писарскому присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Научные разработки Б. И. Писарского хорошо известны за пределами России. Он принимал активное участие в работе научных конференций и симпозиумов в различных странах мира – США, Германии, Польше, Китае, Греции, Азербайджане, Казахстане, Украине и др.

Личное обаяние и преподавательский талант Б. И. Писарского позволили ему заслужить высокий авторитет среди учеников и последователей. Долгое время он преподавал в Иркутском техническом и Иркутском Государственном университетах.

Б. И. Писарский являлся членом Международной ассоциации гидрогеологов. Незадолго до кончины по решению Бюро МАГа он возглавил Сибирскую секцию Международной ассоциации гидрогеологов, направленную на выполнение её важнейших научных программ. Многие годы Б. И. Писарский возглавлял докторский диссертационный совет ИЗК СО РАН.

Таковы основные вехи трудового пути Б. И. Писарского, продлившегося более 50 лет. Все это время было отдано науке – гидрогеологии.

Ушел из жизни Борис Иосифович 23 января 2012 года. Светлый образ Бориса Иосифовича навеки сохранится в сердцах современников и последователей.

*Алексеев С.В., Всеволожский В.А., Гаев А.С., Зекиер И.С., Колдышева Р.Я., Осипов В.И., Павлов А.Н., Румынии В.Г., Самтаев А.Г., Хаустов А.П., Шварцев С.Л., Швец В.М.*

## **УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!**

Прошло более семидесяти лет, как издается журнал «Известия НАН РК. Серия геологическая», а с 2011 г. «Серия геологии и технических наук». За период существования журнал завоевал широкий круг читателей и стал известен не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

В журнале на русском, казахском и английском языках публикуются актуальные статьи, в которых отражаются результаты исследований по всем отраслям геологии, минерагении, месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа, геофизики, гидрогеологии, экологии, географии, а также статьи методического характера. Все годы он служит источником оперативной информации о новейших достижениях науки для широкого круга геологов и призван способствовать повышению эффективности геологических исследований.

Приятно сознавать, что высокий научный уровень опубликованных статей и актуальность решаемых проблем не оставили равнодушными читателей: журнал удостоен диплома в номинации «Ведущие казахстанские научные журналы с высоким **импакт-фактором** в области естественных и технических наук».

Мы приглашаем к сотрудничеству всех заинтересованных лиц, желающих поделиться своими идеями, мыслями и фактическими материалами на страницах нашего журнала.

**Наш адрес: Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, ком. 334**

**Контактный телефон: 8(727)291-59-38, факс 8(727)2915679**

**Электронная почта: [ignkis@mail.ru](mailto:ignkis@mail.ru)**

*Адрес редакции:*

Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334.  
Тел.: 2-91-59-38

Редакторы: *Ж. М. Нургожина, М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 14.02.2011.  
Формат 70x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
8,8 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

---

*Национальная академия наук РК*  
050028, Алматы, ул. Шевченко 28, т. 293-95-07, 272-13-19, 272-13-18