

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ
ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

6 (440)

ҚАЗАН – ЖЕЛТОҚСАН 2012 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2012 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2012

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ.
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Бас редактор

Ж.М. Әділов

Бас редактордың орынбасары

М.Ш. Өмірсеріков

Редакция алқасы:

Т.Д. Абаканов, Х.А. Беспаяев, Н.С. Бүктіков, Г.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, И.В. Северский, Н.С. Сейітов, Э.Ю. Сейітмұратова, Д.К. Сүлеев, З.В. Толубаева (жауапты хатшы)

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

Сейітмұратова Э.Ю., Никитина О.И. Жаңа мәліметтер бойынша Қазақстан палеозойдың қалыптастырудың жағдайы.....5

Минералогия, болжамдар, болашақтары

Рафаилович М.С., Шевкунов А.Г., Колоскова С. М., Ежков Ю.Б. Вольфрам ірі алтын кенорындарындағы қара тактатастар арасындағы индикатор сияқты.....24

Құдайбергенова Н.К., Стецюра М.М. Қазақстан жер қойнауындағы торит және оның түрлері.....44

Наноминералогия

Шабанова Т.А., Глаголев В.А. Наноминералогия – геологиядағы жаңа бағыт.....52

Гидрогеология және экология

Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш. Бұқтырма суқоймасы мен Жайсан көлінің жағалық зонасындағы қауіпті экзогендік үдерістердің қауіпін бағалау.....57

Мусина А.С. Арал маңының экологиялық мәселелері.....64

Ғарыштық геология

Зейлік Б.С. Соққылы-жарылысты тектоника: сақиналық құрылымдар, пайдалы қазбалар кенорындарын болжау және жердегі тіршілікті сақтау үшін ғаламшарды ғарыштық қорғау мәселелері.....67

Әдістеме және технология

Мадин М.И., Айтқалиев Т.Н., Қалиева А.Б., Озерова Т.А. Фотометрлік әдіспен I сирекметалды өндірістің технологиялық өніміндегі ренийді талдау.....79

Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л. Жерасты су ресурстарын қолдануды оңтайлату үшін Сырдария артезиан бассейнінің гидрогеологиялық жағдайын геоаппаратты-математикалық үлгілеу тұжырымдамасы.....82

Ғалымды еске алу

Абдірашид Мәуленұлы Мәуленов (*туғанына 85 жылтолуына орай*).....88

Жаңа кітаптар

Геологияның маңызды мәселелерін қозғайтын монография.....90

2012 жылғы журналдың мазмұны

«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, 2012

Главный редактор
Ж.М. Адилов

Заместитель главного редактора
М.Ш. Омирсериков

Редакционная коллегия:

Т.Д. Абаканов, Х.А. Беспаяев, Н.С. Буктуков, 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, И.В. Северский, Н.С. Сеитов, Э.Ю. Сейтмуратова, Д.К. Сулеев, З.В. Толубаева (ответственный секретарь)

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

Сейтмуратова Э. Ю., Никитина О. И. Обстановки формирования палеозоид Казахстана по новым данным.....5

Минералогия, прогнозы, перспективы

Рафаилович М.С., Шевкунов А.Г., Колоскова С. М., Ежков Ю.Б. Вольфрам как индикатор крупных месторождений золота в черносланцевых толщах.....24

Кудайбергенова Н. К., Стецюра М. М. Торит и его разновидности в недрах Казахстана.....44

Наноминералогия

Шабанова Т. А., Глаголев В. А. Наноминералогия – новое направление в геологии.....52

Гидрогеология и экология

Митрофанова А. Н., Калита Р. Ш. Оценка рисков опасных экзогенных процессов в береговой зоне Буктырминского водохранилища и озера Жайсан.....57

Мусина А. С. Экологические проблемы Приаралья.....64

Космическая геология

Зейлик Б. С. Ударно-взрывная тектоника: кольцевые структуры, прогнозирование месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на земле.....67

Методика и технология

Мадин М. И., Айткалиев Т. Н., Калиева А. Б., Озерова Т. А. Анализ рения в технологических продуктах редкометалльного производства фотометрическим методом.....79

Паничкин В. Ю., Мирошниченко О. Л. Концепции геоинформационно-математического моделирования гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна для оптимизации использования ресурсов подземных вод.....82

Памяти ученого

Абдурашид Мауленович Мауленов (к 85-летию со дня рождения).....88

Новые книги

Монография, затрагивающая важнейшие проблемы геологии.....90

Содержание журнала за 2012 год

Editor-in-chief

Zh.M. Adilov

Deputy editor-in-chief

M.Sh. Omirserikov

Editorial staff:

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

CONTENTS

Regional geology

Seitmuratova E. Yu., Nikitina O. I. The formation accommodations of Paleozooids from Kazakhstan with new data....5

Minerageny, prognosis, perspectives

Raphailovich M. S., Shevkunov A. G., Koloskova S. M., Ezhkov Yu. B. A Tungsten as major gold-fields indicator at the black-shale units.....24

Kudaibergenova N. K., Syetsura M. M. A thorite and its varieties from bowels of the Kazakhstan.....44

Nanovineralogy

Shabanova T. A., Glagolev V. A. A nanomineralogy is a new direction at the geology.....52

Gydrogeology and ecology

Mitrophanova A. N., Kalita R. Sh. The risk estimation for dangerous exogenous processes at the Buktyrminskoe reservoir and Zhaisan-lake shoreline.....57

Musina A.S. Accological problems of Aral region.....64

Space geology

Zeilik B.S. A blow-explosure tectonics: a ring structures, prediction of mineral resources fields and a problem of space security of Earth for safety life on the Earth.....67

Methodics and technology

Madin M. I. Aitkaliev Kalieva A. B., Ozerova T. A. A rhenium analysis at the technological products of rare-metal production by photometric methodics.....79

Panichkin V. Yu., Miroshnichenko O. I. A conceptions for geoinformational-mathematic modeling of hydrogeological conditions at the Syrdariya artesian basin for using optimization water underground resources.....82

Remembrance about scientist

Abdirashid Maulenovich Maulenov (to 85-anniversary from birthday).....88

A new books

Monography is considered a major problems of geology.....90

Magazine content at the 2012.

УДК 550.73(574)

Э.Ю. СЕЙТМУРАТОВА¹, О.И. НИКИТИНА²

ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОЗОИД КАЗАХСТАНА ПО НОВЫМ ДАННЫМ

Мақалада Қазақстан палеозойдерінің құрылымдық-заттық кешендері (ҚЗК) және олардың жаралу жағдайларын қазіргі геотектоникалық концепциялар аспектіінде құрастыру бойынша соңғы 20-30 жылғы жалпыланған жаңа мәліметтер негізінде ҚЗК-нің зерттелу тарихы қысқаша берілген.

Дана история исследования структурно-вещественных комплексов (СВК) палеозойд Казахстана, обобщенные новые данные за последние 20-30 лет по доизучению СВК и реконструкция обстановок их формирования в аспекте современных геотектонических концепций.

A story of structure-material complexes (SMC) researches of the Kazakhstan's paleozooids is given, a generalized new data at last 2030 years about SMC study and reconstruction of accommodation their formation at aspect of modern geotectonic concept.

Главной тенденцией мировой геологической науки за последние 30-40 лет является переосмысление с позиций различных теоретических концепций и парадигм (НГТ, рифтогенеза, плюмовой, глубинного строения Земли, основанной на данных ГСЗ, МГЗ и сейсмотомографии и др.), многих, казалось бы, устоявшихся представлений о формировании земной коры собственно планеты Земля и отдельных её регионов, в частности. Несомненным при этом для всех исследователей являлась необходимость решения глобальных задач комплексно, с привлечением огромного арсенала многообразной геологической информации (стратиграфической, палеонтологической, петрологической, структурно-тектонической, геохимической, радиологической, геофизической и т.д.).

«Львиная доля» многочисленных геологических исследований в Казахстане 50-х – 80-х годов: (Р.А. Борукаев, 1955, 1960 и др.; Р.А. Борукаев, Г.Ф. Ляпичев, 1964, 1967, 1968; В.Ф. Беспалов, 1964, 1971, 1974, 1975; Е.Д. Шлыгин и А.Е. Шлыгин, 1964 и др.; А.А. Богданов, 1965 и др.; Н.А. Афоничев, 1966, 1967; Р.М. Антонюк, Г.Ф. Ляпичев, Н.Г. Маркова 1977, 1979; Абдулин с соавторами, 1980, 1981, 1987, 1988, 1994 и др.; И.Ф. Никитин, 1972 и др.) была посвящена истории формирования палеозойд, как главных тектонических структур, включающих большую часть выявленных на сегодняшний день место-

рождений полезных ископаемых. Благодаря этим работам, появились первые систематики и классификации тектонических структур с актуалистических позиций, описание участвующих в их строении структурно-вещественных комплексов (СВК) во многом сопоставимых с СВК современных геотектонических обстановок. Особый интерес и доверие заслуживают работы по выявлению истории развития палеозойд Казахстана, в которых приоритетным является структурно-вещественный (или формационный) подход, так как именно такая методологическая позиция снимает многие остро дискуссионные вопросы теоретического плана – выявления генезиса той или иной структурно-формационной (фациальной) зоны (СФЗ), определения того или иного этапа или стадии её формирования и т.д. То есть детальное изучение СВК тектонических структур в значительной мере служит тем фактическим базисом, на котором могут строиться в дальнейшем различные генетические концепции.

Тем не менее эта проблема остаётся все ещё во многом дискуссионной и многовариантной из-за конвергентности ряда признаков, характеризующих различные СВК, из-за разного понимания исследователями типовых обстановок седиментации и магматизма. Авторы столкнулись с упомянутым «многоголосьем» в 90-ые годы при проработке публикаций по НГТ и геодинамичес-

^{1,2} Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а, «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева»

кому анализу с целью составления Каталога типовых геодинамических обстановок формирования структурно-вещественных комплексов современных океанов (морей) и континентов и переходных зон от океанов к континентам для типизации с ними СФЗ палеозоид Казахстана. Выразительной иллюстрацией сказанному оказалась «Сравнительная таблица геодинамических обстановок, выделяемых различными исследователями в качестве типовых (С. Уеда, 1980; Хаин, 1986; Зоненшайн и др., 1976; Пейве и др. 1982; Фролова и др., 1997; Новая глобальная тектоника, 1975; Кулон, 1973; Методологические руководства и пособия по геодинамическим реконструкциям 1989, 1991; Авдеев, 1990; Антонюк, 1981 и др.)», которую авторы составили при работе над данным разделом. В итоге анализа многочисленных материалов по НГТ обозначилось более 20-ти наиболее известных геодинамических обстановок, определяющих эволюцию земной коры на протяжении всей её длительной истории. Это: 1-срединно-океанические хребты; 2-трансформные разломы; 3-ложе океана (океанические плиты); 4-глубоководные желоба; 5-островные дуги; 6-междуговые или внутридоговые рифтинговые бассейны; 7-окраинные бассейны; 8- активные континентальные окраины андийского типа; 9-зоны обдукции; 10-окраинно-материковые вулканоплутонические пояса (ВВП коллизионные); 11-пассивные (рифтогенные) окраины континентов; 12-континентальное подножье; 13- континентальный склон; 14-континентальный шельф; 15- внутриматериковые вулканоплутонические пояса; 16-межгорные и предгорные прогибы и впадины (краевой прогиб); 17-эпиконтинентальные (платформенные, шельфовые) моря; 18-континентальные и межконтинентальные (периконтинентальные, материковые) рифты, рифтовые зоны; 19-зоны столкновения континентов (зоны субдукционно-коллизионного происхождения); 20-континентальные платформы (микроконтиненты, континентальные блоки); 21-горячие точки (мантйные струи и плюмы) и т.д.

Все названные основные геодинамические обстановки формирования СВК в настоящее время с той или иной достоверностью выделяются как в палеозоидах Казахстана, так и в целом этом огромном покровно-складчатом секторе Центрально-Азиатского пояса. Непростой поворот в понимании природы палеоструктур Казахстанских палеозоид с актуалистических позиций определили такие работы как: «Металлогения Казахста-

на. Типы структурно-формационных комплексов и тектонического районирования палеозоид» (авторы – Г.Ф. Ляпичев, В.С. Звонцов, Н.М. Фрид, Р.А. Копяткевич, С.Г. Токмачёва, Л.М. Палец, Т.М. Жаутиков, Л.Г.Никитина, В.М. Шужанов и др.), 1977; М.К. Аполлонов, Е.И.Паталаха «История геологического развития палеозоид Казахстана», 1981 г.; А.В. Авдеев «Офиолитовые зоны и история геологического развития Казахстана с мобилистических позиций», 1984; А.А. Моссаковский, С.В. Руженцев, С.Г. Самыгин, Т.Н. Хераскова «Центрально-Азиатский складчатый пояс: геодинамическая эволюция и история формирования», 1993; Г.Х. Ергалиев, И.Ф. Никитин, Л.М. Палец, В.М. Шужанов «Венд-палеозойская эволюция Казахстана и Северного Тянь-Шаня», 1995г.; М.К. Аполлонов «Геодинамическая эволюция Казахстана в раннем Палеозое (с позиции классической тектоники плит)», 2000г. и т.д. Список работ по разработке новых представлений о геологическом строении палеозоид и их эволюции можно было бы продолжить, но названные работы явились поворотными в мышлении геологов Казахстана.

Намеченная основа рассматриваемой проблемы требует существенных доработок и, прежде всего, за счет новых данных по вещественному составу всех типов пород составляющих СВК, достоверных стратиграфических и тектонических данных по их взаимоотношениям, новых сведений (палеонтологических и изотопных) по датированию пород, особенно в таких сложнейших геологических структурах, формировавшихся в условиях тектонического сгущивания, как коллизионные зоны (сутуры), зоны субдукции, где происходило раздавливание разного рода остаточных и новообразованных осадочных прогибов (зоны смятия), офиолитовые и покровные (шарьяжные) зоны, зоны проявления аллохтонных и олистостромовых комплексов.

Ключевыми работами, содержащими новые данные по СВК, позволившими существенно изменить представления о тектонической эволюции палеозоид Казахстана являются следующие работы: И.Ф. Никитина с соавторами (1992-2002 гг.), исследования К.Е. Дегтярёва (1993-2009 гг.), М.З. Новиковой с соавторами (1980-1993 гг.), А.В. Рязанцева (1987-2010 гг.), В.Н. Любецкого и Л.Д. Любецкой с соавторами (1987-2008 гг.), В.И. Шапилова с соавторами (1997-2008 гг.), А.С. Якубчука (1988-1991 гг.), Б.Ф. Хромыха (1986-1990 гг.), С.Г. Самыгина (1990 г.) и др.

Новые материалы, составляющие основу названных работ, были получены в последние десятилетия в рамках серии программ, таких как: «Палеонтолого-стратиграфические исследования опорных разрезов» (2001-2005 гг.); «Создание атласа опорных разрезов фанерозоя Казахстана» (2006-2008 гг.), «Составление каталога стратотипов региональных и зональных подразделений палеозоя и их грани» (2008-2010 гг.), выполнявшейся сотрудниками Института геологических наук им. К.И. Сатпаева по заданию Комитета геологии и недропользования Министерства энергетики и минеральных ресурсов (2001-2010 гг.). Руководителями этих работ являлись Б.С. Ужкенов и Г.Х. Ергалиев, основными исполнителями – О.И. Никитина, Э.Ю. Сейтмуратова, В.Я. Жаймина, Н.И. Иванова, Т.Е. Пирогова, Е.М. Фазылов, Ф.А. Тлеубердина, Б.С. Цирельсон, и др. Кроме того, большой объем новых материалов, опубликованных в последнее время по тектонике, стратиграфии и геохронологии позднекембрийских и раннепалеозойских СВК получен в период с 2003 по 2011 г. в результате совместных работ по договорам о сотрудничестве между Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева (Алматы, РК) и Геологическим институтом РАН (Москва, РФ), с участием специалистов из ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург, РФ) (К.Е. Дегтярёв, А.В. Рязанцев, О.И. Никитина, Т.Ю. Толмачёва и др.). С учетом материалов предшественников и отмеченных новых данных авторы попытались показать современное понимание истории геологического развития палеозойских Казахстана.

Нижний палеозой. Ранние палеозойские (каледониды) покровно-складчатых областей (ПСО) восточной половины Казахстана образуют композитную группу, включающую две протяженные островодужные системы, западную – Кокшетау-Северо-Тяньшаньскую (КСТ) и восточную – Бозшаколь-Шынгыз-Тарбагатайскую (БШТ). В современной структуре они сближены на севере и обрамляют с юга, юго-запада и северо-востока каледонско-герцинскую Жонгаро-Балхашскую область тылового бассейна. Другой подобный бассейн, Зайсанский, на северо-востоке отделяет БШТ от Алтае-Монгольской группы складчатых областей. Обе системы представляют собой сложное сочетание разновозрастных вулканических дуг (от венд-раннекембрийских до раннесилурийских), а также комплексов сопряженных (дуговых, междуговых, фронтальных) и обрамляющих бассейнов, в том числе бассейнов с корой океани-

ческого типа. В строении КСТ (в меньшей степени – БШТ) участвуют разрозненные в современной структуре докембрийские сиалические массивы с их венд-нижнепалеозойскими чехлами, мощными обломочными шлейфами на склонах, а также внутриконтинентальными (окайно-континентальными) рифтами. Основная часть из них сосредоточена в западной и южной части КСТ, где они образуют компактную дугообразную Кокшетау-Иссыккульскую группу. Многочисленные мелкие сиалические блоки, такие как Анрахайский, Бошекульский и др., заключены в структурах островодужных областей.

Среди многочисленных тектонических структур палеозойских Казахстана ведущая роль принадлежит островодужным системам, развитие которых связано с эволюцией значительной по своим масштабам и сложно построенной активной континентальной окраины. Поэтому вещественные комплексы нижнего палеозоя формировались в самых различных геодинамических режимах и разнообразных обстановках седиментации. Все они в той или иной степени дислоцированы и метаморфизованы, часто имеют сложное покровно-складчатое и складчато-блоковое строение, с аллохтонными залегами в системах тектонических покровов, что во многом затрудняет их изучение, вызывает многочисленные дискуссии и оставляет открытыми многие вопросы стратиграфии, магматизма, тектонической эволюции и др.

Наибольший объем новых данных получен за последнее время по офиолитам, островодужным, внутриконтинентальным рифтогенным и чехольным комплексам Степняк-Бетпак-Дала-Северо-Тяньшаньской и Ерементау-Чуилийской СФЗ КСТ ПСО, в меньшей степени – Бозшакольского и Чингизского сегментов БШТ.

Офиолиты в структуре казахстанских палеозойских приурочены в основном к узким зонам со сложным покровно-складчатым строением, разделяющим более простые островодужные и другие окайно-континентальные структуры [10, 11, 23-25, 36]. Ранее было показано, что офиолитовые комплексы Центрального Казахстана имеют разный возраст: от *позднекембрийско-раннеордовикского* в ряде зон вдоль юго-западной периферии БШТ до *ранне-среднеордовикского* и *позднеордовикско-раннесилурийского* в различных зонах Жонгаро-Балхашской СО [11, 24]. Наиболее сложными и дискуссионными оставались вопросы, связанные с возрастом и составом офиолитов

Жалир-Найманской зоны КСТ и Бозшакольской зоны БШТ. По данным К.Е. Дегтярева, А.В. Рязанцева и др. [11, 24], U-Pb датировки по цирконам из плагиогранитов этих зон доказывают **раннекембрийский возраст** офиолитов (около 520 млн. лет), которые являются, древнейшими в палеозоидах Казахстана. Их отличительной особенностью являются большие объемы плагиогранитов в верхах офиолитового разреза и ассоциация с **вулканиками контрастных базальт-риолитовых серий**, выделенных в Жалаир-Найманской зоне впервые, но ранее известных в Бозшакольской и других зонах Северного и Центрального Казахстана. Кремнекислые породы имеют натриевую специализацию. С гранитоидами Бозшакольского комплекса связано молибден-меднопорфировое оруденение [10, 35]. Подобная ассоциация офиолитов и контрастных базальт-риолитовых серий считается типичной для областей задугового рифтинга энсиматических островных дуг и сопоставляется с образованиями современных островных дуг [10, 11, 16, 24]. С эволюцией таких структур связано формирование средне-верхнекембрийских и более распространенных верхнекембрийских – среднеордовикских **кремнисто-базальтовых комплексов**, которые служат индикаторами обстановок глубоководных **бассейнов с океанической корой**, обрамляющих вулканические дуги или отделяющих дуги от континента. В разрезах они часто сочетаются с олистостромами и туфо-кремнисто-терригенными толщами [19].

Типичным представителем **средне-позднекембрийских** комплексов бассейнов с корой океанического типа в составе КСТ является *ацисуйская свита* Жалаир-Найманской зоны, залегающая с тектоническим контактом на офиолитах (дунитах и клинопироксенитах полосчатого комплекса, габброидах, диоритах). К ним относится и совсем недавно выделенная на южных склонах гор Кендыктас при ГДП-200 *акжазыкская свита*, также залегающая на офиолитах (такситовых габбро, пироксенитах, дайках долеритов) *аккайнарского комплекса* Кокадыр-Щербактинской зоны [16, 24]. Верхний возрастной предел *ацисуйской свиты*, сложенной подушечными вариолитовыми базальтами с прослоями доломитов, черных и серых кремней в верхней части разреза и ранее считавшейся элементом офиолитовой ассоциации или раннеостроводужного комплекса [36], установлен по обнаруженным в кремнях конодонтам **сакского яруса верхнего кембрия**. Возраст близкой ей *акжазыкской свиты* подушечных афири-

вых и мелкопорфировых базальтов с редкими линзами черных кремней, скорее всего, такой же, поскольку в кремнях вышележащей терригенно-кремнисто-вулканогенной *карабаурской свиты* обнаружены более молодые конодонты бытырбайского яруса верхнего кембрия.

В пределах БШТ глубоководные окраинные бассейны развивались в кембрии и ордовике по обе стороны от осевой **Центрально-Чингизской (Каншингызской)** зоны вулканических дуг и сопряженных дуговых бассейнов. Обрамляющая с юго-запада **Акшатауская зона** и ее продолжение в Бозшакольском сегменте относится к области внутреннего бассейна с океанической корой. Здесь еще в раннем кембрии образовались толщи базальтов, близких к базальтам океанических островов, с линзами рифогенных (археоциатовых) известняков [9, 30]. Датированные конодонтами кремнисто-базальтовые комплексы с конодонтами **среднего-верхнего кембрия, нижнего, среднего и низов верхнего ордовика** залегают в виде пакетов тектонических покровов, часто в кремнеобломочных олистостромах с тефроидным или терригенным матриксом. В основании ордовикской серии присутствует полный разрез офиолитовой ассоциации (477–480 млн. лет). Базальты относятся преимущественно к толеитовой, известково-щелочной и шошонитовой сериям. С красными яшмами среднего ордовика связаны проявления железных и железо-марганцевых руд [14, 15, 37, 49]. В северо-восточной **Алкамергень-Тарбагатайской (Аркалыкской) зоне** в раннем-среднем кембрии отлагались вулканогенно-осадочные и осадочные склоновые фации (граувакковые турбидиты, туффиты, туфы среднего состава). Индикаторами начальной стадии раскрытия и эволюции собственно задугового бассейна с океанической корой служат кремнисто-базальтовый и кремнистый комплексы с конодонтами **верхнего кембрия – низов среднего ордовика** [13–19, О.И. Никитина, И.Ф. Никитин, 2000].

В **островодужных системах раннего палеозоя** Казахстана выделяются комплексы основания, собственно вулканических дуг (энсиматических, энсиалических, с гетерогенным основанием), окраинно-континентальных вулканических поясов и сопряженных бассейнов. Типичной чертой островодужных вулкаников является парагенез с рифогенными известняками. Все известные **комплексы энсиматических дуг** обладают значительным сходством. В основании присутствует офиолитовая или офиолитоподобная ассоциация, сменяющаяся ба-

зальт-андезибазальтовыми или базальт-риолитовыми сериями с натриевым типом щелочности, с которыми часто связаны колчеданные месторождения. Выше залегают вулканы дифференцированной известково-щелочной базальт-андезит-дацитовой (до риолитов) серии с калий-натриевым типом щелочности. Они по латерали часто замещаются туфогенными и туфотерригенными образованиями, которые накапливались в сопряженных бассейнах на удалении от вулканических построек, а также часто тесно связаны и тектонически совмещены с комплексами смежных бассейнов с океанической корой [10].

Островодужные вулканы *нижнего-среднего кембрия* типичны для *Бозшакольского сегмента* и осевой *Каншынгызской зоны* БШТ, а также *Селетинского сегмента* Ерементау-Чуилийской области КСТ. Они относятся к дифференцированным натриевым и калий – натриевым известково-щелочным сериям, характерным для островных дуг с различными типами фундамента и часто надвинуты на кремнисто-туфо-терригенные толщи сопряженных бассейнов. В Каншынгызской зоне типичная последовательность представлена лавами, туфами и вулканогенно-осадочными породами андезитового состава, в верхней части с риолитами и их туфами (верхний кембрий), перекрытыми толщей туфогенных песчаников с отдельными потоками и туфами андезитов (тремадок). На разных уровнях встречаются прослои и линзы органогенных известняков. В Бозшакольской зоне одноименного сегмента развиты эффузивы основного состава, туффиты, туфы и лавы риолитов и дацитов, с прослоями кремнистых алевролитов верхнего кембрия. К нижнему ордовика (тремадоку) относятся вулканогенно-осадочные толщи (туфы, туффиты, андезибазальты, андезиты и андезидациты, кремнистые алевролиты, известняки). С эффузивами и субвулканическими образованиями тремадока связано золото-барит-полиметаллическое месторождение Торткудук [10, 35и др.].

В пределах КСТ подобные образования типично представлены *сулусайской* и *карабаурской свитами верхнего кембрия Жалаир-Найманской* и *Кокадыр-Щербактинской зон*, обрамляющих с севера и юга *Чу-Кендыктасский сиалический массив*. Они частично надвинуты на него вместе с более древними офиолитами и кремнисто-базальтовыми толщами и сложены серо-зеленоцветными, пестроцветными, часто чередующимися в разрезе туфами, туффитами, туфо-терригенными породами с подчиненными объемами лав андези-

базальтов, андезитов, дацитов и риолитов. Для верхней части *сулусайской свиты* характерно чередование туфов кислого состава с потоками, риолитов и риодацитов. Для *карабаурской свиты*, датированной конодонтами верхнего кембрия наряду с туфами, потоками базальтов и андезибазальтов, особенно характерны гемипелагические гравитационные фации – тефроидные турбидиты риолитов [24]. Можно предположить, что они отлагались на склонах и у подошвы энсиматической вулканической дуги. В основании свиты присутствуют прослои и линзы кремней и яшм, гравелиты, тонкие прослои и линзы известняков. Перекрывается она, скорее всего, согласно терригенно-флишевой *щербактинской свитой* нижнего-среднего ордовика.

В Жалаир-Найманской зоне все указанные комплексы пространственно совмещены или сближены в пакетах тектонических покровов и «запечатываются» залегающей на них трансгрессивно, с базальными гравелито-брекчиями, мощной терригенно-флишевой джамбульской свитой. Ее возраст по редким брахиоподам и конодонтам, обнаруженным в кремнистых фациях вблизи основания разреза соответствует, скорее всего, позднему тремадоку. Таким образом, основные коллизионные события здесь приходятся на конец кембрия – начало ордовика. В пределах Степняк-Бетпак-Дала-Северо-Тяньшаньской СО сходные по составу и возрасту комплексы, датированные конодонтами среднего?–верхнего кембрия и, возможно, низов ордовика, выделены при ГДП-200 не только в Кокадыр-Щербактинской зоне гор Кендыктас, но и Киргизско-Терскейской СФЗ в Киргизском хребте, где офиолиты *караарчинского комплекса* перекрываются непрерывной последовательностью, состоящей из *караарчинской кремнисто-базальтовой, туюксайской вулканогенно-терригенной (островодужной) и кызылкайнарской терригенно-флишевой свит*. Последняя из них датирована граптолитами нижнего и среднего ордовика [16, 24]. Нельзя не отметить, что в этих двух зонах отсутствуют признаки структурных перестроек на рубежах указанных комплексов и, соответственно, коллизионных событий в данном возрастном интервале, проявившихся лишь на этапе флишеобразования в раннем и среднем ордовике. Такого же типа последовательности комплексов кембрия-среднего ордовика наблюдаются в Северной Бетпак-Дале (Бетпакдалинский сегмент), к северу от Чу-Кендыктасского сиалического массива, вдоль юго-западной

ветви Жалаир-Найманской зоны разломов (но не одноименной СФЗ, расположенной северо-восточнее) [22].

Разновозрастным комплексам энсиалических дуг и краевых вулканических поясов, сформировавшимся на постколлизийных этапах, свойственно преимущественно несогласное залегание на породах основания. В их составе преобладают вулканиды дифференцированной базальт-андезит-риолитовой и трахиандезитовой серии с повышенной щелочностью калиево-натриевого и калиевого типа, а также большие объемы вулканокластических пород, краснокаменные изменения эффузивов. Пространственно они зачастую смещены или ориентированы косо по отношению к более древним вулканическим дугам. В промежутках между этапами активной вулканической деятельности, в относительно мелководных дуговых бассейнах с контрастным рельефом, узкими и подвижными островными шельфами накапливались значительные по объему вулканогенно-осадочные и осадочные серии. Они отличаются, как правило, сравнительно простым складчатоблоковым строением и низкой степенью метаморфизма. В строении фундамента, наряду с деформированными доколлизийными (включая офиолитовую ассоциацию) и коллизийными комплексами, часто аккретированными к жестким докембрийским сиалическим блокам, участвуют осадочные чехлы, «запечатывающие» структуры вновь образованных конвергентных окраин.

В Казахстане особенно широко распространены ордовикские, в меньшей степени – кембрийские и силурийские комплексы энсиалических дуг. Наиболее древние из них выделяются в **Бозщакольском сегменте**, где относятся к **майскому ярусу среднего кембрия** и представлены вулканидами трахибазальт-трахиандезитового и трахириолитового состава, с линзами известняков. Эффузивы основного и среднего состава относятся к субщелочному низкотитанистому банакит-шошонит-андезит-базальтовому ряду [35]. Комплексы **среднего и верхнего ордовика Бозщаколь-Шынгыз-Тарбагатайской энсиалической дуги** наблюдаются в непрерывных фашиально изменчивых вулканогенно-осадочных сериях. Фундамент дуги состоит из деформированных образований кембрийских вулканических дуг и смежных бассейнов. Для верхов нижнего и низов среднего ордовика характерны недифференцированные или контрастно-дифференцированные комплексы андезибазальтового и трахиандезит-трахи-

базальтового состава с калиево-натриевым типом щелочности. В позднем ордовике дуга была особенно масштабной и охватывала, кроме осевой зоны, весь юго-западный фланг области, включая переходные к Жонгаро-Балхашской СО **Байдаулетскую** и **Акбастаускую** зоны, где вулканизм проявился наиболее активно и прекратился только в раннем силуре. **Вулканиды верхнего ордовика** относятся к трахибазальт-андезитовой и базальт-риолитовой сериям. В Бозщакольском сегменте локально развиты породы трахидацит-трахиандезитовой серии. Вулканокластические разности повсюду резко преобладают над лавами. Осадочные толщи верхнего ордовика и нижнего силура, чередующиеся с эффузивами, залегают в регрессивной последовательности. Они представлены вулканомиктовыми терригенными и карбонатными фациями с подчиненным объемом турбидитов. Крупные рифогенные постройки (карбонатные биогермы) с вулканидами на ряде уровней верхнего ордовика [12, 15, М.К. Аполлонов, 2000, И.Ф. Никитин, О.Н. Никитина, 2000].

Степняк-Северо-Тяньшаньская энсиалическая дуга является самой протяженной и наиболее выдержанной по составу и строению среди подобных структур в ранних палеозоидах Казахстана. Вулканизм наиболее активно проявился в **среднем и позднем ордовике**. Эффузивная часть состоит из лав и туфов подводных базальтов, трахириолит-трахибазальтов с калиево-натриевой щелочностью и андезитов, а также субаквальных и субаэральных андезибазальтов и андезитов, в меньшей мере риолитов, с преобладающими объемами пирокластических пород. Синхронные осадочные толщи представлены терригенными мелководными, зачастую красноцветными фациями с небольшим объемом известняков. Эффузивы среднего ордовика прослеживаются вдоль всей осевой части дуги. Они залегают согласно на подстилающих осадочных толщах и перекрываются мелководными красноцветно-пестроцветными отложениями. Андезито-базальтовый комплекс верхнего ордовика распространен менее широко: местами эффузивы замещаются мелководными красноцветными и пестроцветными фациями. Разрез завершается грубообломочной морской молассой верхов верхнего ордовика. С вулканидами связан позднеордовикский плутонический комплекс, представленный диоритами, гранитами, граносиенитами [12, 15, 22]. К особенностям фундамента дуги относится повсеместное присутствие непрерывных и выдержанных по латерали

нижне-среднеордовикских терригенных и кремнисто-терригенных комплексов (кварцево-полевошпатовых, кварцево-кремнистых турбидитов, металлоносных углисто-кремнистых сланцев, фтанитов, редко — туфов кислого состава), с рифогенными известняками в кровле. В **Сарысу-Тенизском, Кендыктасском и Северо-Тяньшаньском** сегментах дуги осадочный комплекс залегает согласно, с постепенным переходом на верхнекембрийско-нижнеордовикских островодужных образованиях (см. выше); в **Бетпак-Далинском (Кипчакском)** сегменте — на породах офиолитовой ассоциации и *железисто-кремнисто-базальтовой серии* (аналоге ащисуйской свиты?) северо-западного окончания южной ветви Жалаир-Найманской зоны разломов. Здесь установлены стратотипы когашикского горизонта, караканского надгоризонта, ряда граптолитовых и конодонтовых зон нижнего и среднего ордовика, а также парастратотип нижней границы среднего ордовика в Казахстане [22]. В **Степнякском** сегменте присутствуют эффузивы трахидацитового, трахириолитового и трахибазальтового состава, чередующиеся с фтанитами, красными яшмами, кремнистыми алевролитами и кварцевыми песчаниками нижнего — низов среднего ордовика [10].

Селеты-Чуилийская дуга начиная со среднего ордовика была в основном амагматичной. Фундамент ее состоит из докембрийских сиалических блоков, аккретированных к ним и сложно деформированных кембрийских офиолитовых, вулканогенных комплексов и тремадокского флиша Жалаир-Найманской зоны. Локальные проявления вулканизма отмечены небольшими по объему излияниями андезибазальтов, андезитов, перекрывающих толщу известняков с фауной **верхов нижнего ордовика**, а также лавами и туфами базальт-андезит-риолитовой серии с повышенной щелочностью калий — натриевого и калиевого типа, которые чередуются в разрезе с туффитами, туфосилицитами и терригенными породами с конодонтами и другой фауной того же уровня. В синхронных осадочных толщах соседних районов встречаются горизонты туфов кислого состава [23-24, 36].

Силурийские вулканогенные комплексы сформировались на завершающем этапе эволюции ранних палеозойд. В конце **раннего силура** вулканический пояс образовался вдоль северо-восточной периферии Ерментау-Чуилийской области, в **Моинты-Южножунгарской зоне** [12]. В

центральной части пояса и на юге преобладают лавы и туфы базальтов, андезибазальтов и андезитов, а на крайнем северо-западе — риолиты с повышенной щелочностью калиевого типа. Вулканиды чередуются с туфогенными турбидитами, красноцветными мелководными фациями, реже с известняками. На северо-восточном фланге зоны преобладают терригенные турбидиты, местами черносланцевые углистые фации. Для верхнего силура в этой зоне характерны крупные и протяженные карбонатные барьерные рифы и синхронные с ними песчано-алевритовые фации. Аналогичный пояс с локальными проявлениями андезито-базальтового, реже риолитового вулканизма, с мелководными осадками молассового типа и органогенными постройками существовал в конце раннего силура в Бозшаколь-Шынгыз-Тарбагатайской области. Вулканизм проявился особенно активно по ее северо-восточной периферии и в юго-восточном сегменте, в **Алкамергель-Тарбагатайской зоне**.

Среди образований, связанных с **внутренними докембрийскими (довендскими) сиалическими массивами**, нами рассматриваются в основном **комплексы осадочных чехлов и внутриконтинентальных рифтов**. Комплексы **пассивных континентальных окраин** достаточно хорошо изучены и многократно описаны ранее [6, 10, 12, Н.А. Азербайев, 1997, М.К. Аполлонов, 2000], поэтому здесь приводится лишь их краткая характеристика, необходимая для понимания структуры и истории формирования ранних палеозойд в целом. Основной и наиболее представительной зоной пассивной окраины является Ишим-Байконур-Большекаратау-Нарынский сегмент Ишим-Каратау-Нарынской СО, с северо-запада, запада и юго-востока подковообразно обрамляющей всю систему казахстанских палеозойд, с продолжением в Средний Тянь-Шань. Здесь на протяжении более 2000км с удивительным постоянством состава прослеживаются непрерывные последовательности кремнисто-терригенно-карбонатных, преимущественно гемипелагических фаций **венда-верхнего ордовика** общей мощностью до 2000м. Они залегают трансгрессивно на метаморфизованных вулканогенных, терригенных и карбонатных толщах рифея и накапливались в режиме некомпенсированного прогибания. В основании венда и кембрия отмечаются горизонты конгломератобрекчий (тиллитоподобных). В **раннем кембрии** накапливались конденсированные углеродисто-кремнистые ванадиеносные фации, а в среднем

— позднем кембрии и раннем ордовике — карбонатные и терригенно-карбонатные фации с фауной трилобитов, брахиопод и конодонтов. В верхах нижнего и в среднем ордовике выделяется второй (арениг-лланвирнский) маркирующий уровень черных сланцев и кремней с граптолитами и конодонтами. Разрез наращивается слюдисто-глинистыми сланцами и завершается мощными терригенными турбидитами с олистостромами верхнего ордовика. Здесь установлены стратотипы рахметовского горизонта и ряда граптолитовых зон нижнего ордовика (горы Улытау, р. Байконур).

Венд-раннепалеозойские осадочные чехлы докембрийских сиалических массивов отличаются наиболее простым складчатым и складчато-блоковым строением, низкой степенью метаморфизма. Чехольные комплексы широко развиты в структурах КСТ, где сложены мощными (до 6000 м) компенсированными терригенно-карбонатными сериями. Они наиболее типично представлены в области юго-западной пассивной окраины Малокаратау-Таласского сиалического массива, где уже в венде в условиях мелководного бассейна накапливались карбонатно-терригенные осадки с большим количеством аркозовой кластики, крупными строматолитовыми биогермами и богатыми комплексами мелкораковинных организмов. Для **раннего кембрия** особенно характерны углисто-кремнистые фации внешнего шельфа с резко повышенными концентрациями фосфора, послужившие источником богатых промышленных залежей фосфоритов, которые до сих пор разрабатываются. Со **второй половины раннего кембрия и до среднего ордовика включительно** на поверхности и склонах крупной изолированной подводной карбонатной горы, получившей название Айша-Биби, вдали от источников вулканической активности и сноса терригенного материала, теплом тропическом море, располагавшемся в низких широтах, происходит формирование мощной серии органогенных карбонатных осадков. Наблюдаются постепенные переходы по латерали от мелководных фаций поверхности подводной горы до мощных гравитационных шлейфов, сформировавшихся на ее склонах. Здесь установлены и описаны опорные разрезы и стратотипы многих казахстанских регионарусов среднего кембрия, ярусов и границ верхнего кембрия Общей российско-казахстанской шкалы, а также множества трилобитовых и конодонтовых зон, местных стратиграфических подразделений (серий, свит) и их границ [14].

Сходное строение и состав имеют чехольные комплексы по всей юго-западной и южной периферии Кокшетау-Иссыккульской группы массивов, а также чехол Актау-Джунгарского массива, где в Моинты-Джунгарской зоне в интервале венда — позднего ордовика (возможно, и раннего силура) преобладали обстановки карбонатного плато. На отдельных уровнях выделяются окраинно-шельфовые черносланцевые — углисто-глинистые, углисто-кремнистые и карбонатно-углисто-кремнистые фации, в том числе такие как продуктивная текелийская свита и вмещающие ее отложения в Текелийском рудном районе, которые, как доказано находками граптолитов, конодонтов и хитинозой, накапливались в течение раннего и среднего ордовика. В основании ордовикского разреза залегают пиллоу-лавы базальтов и андезито-базальтов, фтаниты, туфы, туфо-кремнисто-терригенные осадки, датированные граптолитами и конодонтами верхнего тремадока-аренига. В вышележащем комплексе присутствуют терригенные турбидиты, перекрывающиеся более мощными карбонатными. Все это указывает на обстановки внутриконтинентального рифта, раскрывшегося в начале ордовика и на более поздних стадиях заполнявшегося осадочными отложениями в регрессивной последовательности, которая завершается мощной толщей мелководных рифогенных известняков [1, 10, 20]. В то же время, вдоль восток-северо-восточных окраин Кокшетау-Иссыккульской группы, таких как Чу-Кендыктасский массив, в области тектонического взаимодействия со структурами соседней Жалаир-Найманской и других подобных ей активных зон, венд-кембрийские и ранне-среднеордовикские чехольные комплексы в значительной степени деформированы и рассланцованы (местами до фации зеленых сланцев). В их составе преобладают кремнисто-терригенные осадки с подчиненными объемами карбонатов. В последние годы в Кендыктасском сегменте массива, благодаря находкам конодонтов в процессе совместных работ с геологами ГИН РАН и ВСЕГЕИ (РФ), доказан позднекембрийский возраст чехольной жайсанской свиты, залегающей трансгрессивно на копинской свите верхнего рифея. Она состоит из кварцевых песчаников и гравелитов с горизонтами известняков, ванадиеносных кремней, залежами баритов и ранее была датирована трилобитами среднего и позднего кембрия. Одновременно установлено, что жайсанская свита с севера тектонически перекрывается надвинуты-

ми на нее кембрийскими офиолитами и островодужными комплексами Жалаир-Найманской зоны Ереметау-Чу-Илийской СО, а с юга — аналогичными образованиями Кокадыр-Щербактинской зоны Чу-Кендыктасского сегмента Степняк-Бетпак-Дала-Северо-Тяньшаньской СО [24].

С точки зрения стратиграфии особый интерес представляют **ордовикские и силурийские карбонатно-терригенные чехлы** отдельных сиалических массивов и их окраин, таких как небольшой Анрахайский массив на юго-востоке Чу-Илийских гор, являющийся частью структуры амагматичной с начала среднего ордовика Селеты-Сюгатинской островодужной СФЗ. Здесь на протерозойском кристаллическом фундаменте с аккретированными к нему раннекембрийскими офиолитами [2, 23-24] с размывом и базальными конгломератами в основании моноклиально или в виде простых складок залегают непрерывные последовательности почти не метаморфизованных карбонатно-терригенных фаций, образующих несколько трансгрессивных циклов (секвенсов), часто завершающихся терригенными турбидитами. Благодаря последовательной смене богатых и разнообразных комплексов фауны здесь установлены стратотипы 6 из 12 региональных горизонтов среднего и верхнего ордовика Казахстана, целого ряда биостратиграфических зон (граптолитовых и брахиоподовых), а также казахстанский стратотип границы ордовика и силура [2].

В качестве наиболее крупного **внутриконтинентального рифта** (рифтогенного окраинно-континентально бассейна) в системе ранних палеозойид в настоящее время рассматривается **Ереметау-Бурунтауская зона (ЕБЗ)**. Она протягивается более чем на 2000 км от гор Ереметау на севере до Чу-Илийских гор и гор Улькен-Богуты на юге [23-25]. В ее структуре наиболее широко распространены сложно построенные кремнистые, кремнисто-терригенные, терригенные, в меньшей степени — кремнисто-вулканогенные нижнепалеозойские комплексы с турбидитами и олистостромами, отлагавшиеся на докембрийском метаморфическом фундаменте обширного окраинно-континентального (тылового?) бассейна и образующие систему тектонических покровов. В горах Ереметау (**Ереметауский сегмент**) на нижнем структурном уровне выделяется преимущественно терригенная толща с кварцевыми песчаниками, гравелитами, алевролитами и маломощными прослоями кремней, залегающая трансгрес-

сивно на рифейских образованиях. Она датируется трилобитами тремадока — нижнего аренига и конодонтами верхнего аренига (здесь и далее — по данным Т.Ю. Толмачевой [32-33, 24-25]). Структурно выше залегает аллохтон с полимиктовым олистостромом в видимом основании. Он сложен высокотитанистыми базальтами и пикритами, туфами кварцевых риолитов, кремнистыми туффитами и кремнями, в которых обнаружены комплексы конодонтов верхнего кембрия и тремадока—верхнего аренига (новогиреевская толща). С этой толщей ассоциирует комплекс щелочных ультрамафитов [25, 32]. Вышележащий аллохтон имеет наиболее широкое распространение. Он подстилается полимиктовым или олигомиктовым кремнеобломочным олистостромом и сложен кремнистой акдымской серией, которая представлена конденсированным (100-200 м) разрезом кремней, яшм, фтанитов и алевролитов. Здесь обнаружены последовательные комплексы конодонтов верхнего кембрия, нижнего (?) и верхнего тремадока, интервала от верхов тремадока до верхов аренига и наиболее высоких — лланвирнского возраста (дарривилия МСШ). Акдымская серия верхнего кембрия — среднего ордовика несогласно перекрывается терригенной флишовой толщей с олистостромовыми горизонтами, предположительно среднего (?) — верхнего ордовика.

В **Бурунтауском сегменте (Сарытумская и Бурунтауская зоны)** некоторые уровни уверенно сопоставляются с Ереметаускими. В Сарытумской зоне нижний покров сложен вулканитами контрастной серии с преобладанием щелочных базальтоидов и их туфов (жалгызская свита), с высокотитанистыми разностями ультраосновного состава, с прослоями кремней и туффитов. Она датирована конодонтами от верхнего тремадока до нижнего лланвирна и сопоставляется с новогиреевской толщей. К этому же структурному уровню относятся интрузии габбро-диорит-плагиогранитного котнакского комплекса. Вышележащий покров сложен мелководными карбонатами и кварцевыми песчаниками дарбазинской свиты (условно венда-нижнего кембрия), а также связанной с ней (тектонически?) пестроцветной терригенной толщей с олистостромами, углистыми, глинистыми сланцами и прослоями кремней, с конодонтами от нижнего аренига до нижнего лланвирна. Последняя коррелируется с нижней терригенной толщей Ереметауской зоны. Верх-

ний структурный уровень занимают стратиграфическая последовательность, состоящая из кремнистой бурубайтальской, туфогенно-черносланцевой с фтанитами бурултасской и терригенной с олистостостромами майкульской свиты (в Бурунтауской зоне). 1-я и 2-я являются аналогами акдымской серии, а третья – верхней терригенной флишоидной толщи Ерементауской зоны. Бурубайтальская свита представлена конденсированным разрезом кремней с конодонтами от верхнего кембрия до нижнего лланвирна включительно. В низах разреза с кремнистыми фациями связаны крупные пластовые залежи баритов. С черными сланцами бурултасской свиты связано промышленное свинцово-цинковое оруденение того же типа, что и в глубоководных котловинах Красного моря. Здесь же в прослоях фтанитов среди черных сланцев и туфов базальтов обнаружены конодонты нижнего и среднего лланвирна. Для майкульской свиты характерны горизонты кремнеобломочных олистостром, в которых обломки кремней по конодонтам отвечают всему спектру возрастов подстилающих отложений. Кроме того, присутствуют линзы кремней с конодонтами верхнего лланвирна-нижнего карадока [7, 22, 32-33, 23, 25, 38]. На юго-восточном продолжении Бурунтауского сегмента, в районе северных подножий гор Улькен-Богуты (Богутинский сегмент – сопка (Кара-Койлы) по конодонтам в диапазоне аренига и лланвирна датирована кремнисто-базальтовая толща, близкая жалгызской свите Сарытумской зоны. Она залегает в тектонических покровах, разделенных серпентинизированными ультрабазитами и горизонтами полимиктовых олистостром. С базальтами связана колчеданная минерализация [24].

Жонгаро-Балхашская область раннепалеозойского тылового бассейна с разобщенными, поразному ориентированными офиолитовыми зонами раскрывалась, по-видимому, с конца раннего ордовика [10, 20]. Кремнисто-базальтовые комплексы вместе с подстилающим серпентинитовым меланжем, габброидами и параллельными дайками слагают пакеты деформированных покровов, местами надвинутых на терригенные силурийские отложения. Базальты относятся к толеитовой и щелочной сериям. На юго-востоке, в Итмурунды-Казыкской зоне Северного Прибалхашья кремнисто-вулканогенный комплекс отвечает всему интервалу среднего ордовика, а вышележащая толща терригенных осадков, известняков, кремнистых и кремнеобломочных фаций с олистостромами, горизонтами вулканитов риодацитового, дацитового и андезитового состава относится к верхнему ордовику. Непрерывная трансгрессивная серия **силура** (и до нижнего девона включительно), охватывающая обширные площади, сложена в основном зеленоцветными терригенными турбидитами, а также олистостромами на склонах поднятий, возникших на месте офиолитовых зон [12].

Девонские структурно-вещественные комплексы. Наиболее распространенными комплексами девонского периода палеозой Казахстана являются комплексы континентального склона и подножия, комплексы переходной стадии эволюции палеобассейнов, характеризующихся чрезвычайным разнообразием – это и ассоциации пород островных поднятий и дуг, комплексы глубоководных желобов, краевых или задуговых бассейнов, внутренних (внутриконтинентальных) прогибов и морей, окраинных континентальных вулканоплутонических поясов (ВПП), межгорных впадин и олистостромовые комплексы в зонах шарьирования и коллизий. Несмотря на существенное сокращение акватории моря, обширные территории с морским характером осадконакопления, в основном малоглубинные морские обстановки, отмечаются в **раннем-среднем девоне на западе и востоке Казахстана**, в связи с раскрытием Уральского и Обь-Зайсанского морских бассейнов, в **Центральном и Южном Казахстане** в пределах Жонгаро-Балхашского окраинного моря (или задугового бассейна), формирование которого началось еще в ордовике. Морские бассейны часто расчленились группами островов, мысов, перешейков на отдельные полузамкнутые бассейны. Крайняя расчлененность морских бассейнов девонского времени является весьма характерной их особенностью. В указанных палеобассейнах установлены сокращенные, иногда прерывистые, почти исключительно карбонатные разрезы и главная масса рифов [2, 4, 12, 29]. Терригенные и вулканогенные отложения в разрезах становятся преобладающими лишь в соседстве с каледонской сушей и в прогибах, пролегающих вдоль островных дуг [8, 31].

Существенно отличная от описанного, преимущественно карбонатного осадконакопления седиментация в раннем-среднем девоне отмечается в **Жонгаро-Балхашском палеобассейне**, где разрезы представлены в основном терригенными, кремнистыми и вулканическими породами (лавы и туфы кислого и среднего состава). Карбонат-

тостромами, горизонтами вулканитов риодацитового, дацитового и андезитового состава относится к верхнему ордовику. Непрерывная трансгрессивная серия **силура** (и до нижнего девона включительно), охватывающая обширные площади, сложена в основном зеленоцветными терригенными турбидитами, а также олистостромами на склонах поднятий, возникших на месте офиолитовых зон [12].

ные породы здесь крайне редки. В целом разрезы характеризуются исключительной фациальной пестротой, что связано с подвижностью и сложностью морского дна. Море изобиловало островами, большей частью вулканическими. Именно к этому времени относится также формирование так называемой вторичной островной дуги [31] в Карабулакской зоне, вблизи каледонского массива Шингиз.

Морской тип осадконакопления в **позднем девоне, особенно в фамене**, неразрывно связанным с раннекаменноугольным периодом, характеризуется наибольшим распространением, в связи с морской трансгрессией на всей территории Центральной Азии. Верхнедевонское море с преимущественно карбонатными осадками, по-видимому, покрывало основную часть равнин **Средней Азии, Западного Казахстана, Урала**. Усилившаяся тектоническая активность в девонское время, обусловленная раскрытием Обь-Зайсанского и Уральского палеобассейнов, вызвала активизацию вулканических процессов по периметру активных окраин Казахстанского микроконтинента и Сибирского континента [29, 34]. Вулканизм девонского времени проявился особенно значительно в западных областях Центральной Азии — **Алтае, Казахстане, отчасти Хангае**. С окраиной Сибирского континента связано возникновение систем островных дуг (ОД) и окраинно-континентальных поясов **Кузнецкого Алатау и Рудного Алтая** [31, 34 и др.]. Вдоль южной окраины Казахстанского континента сформировался **Тургайский вулканический пояс (ВП), Южно-Тяньшаньская вулканическая дуга** отделялась от континента окраинным спрединговым морем. По северо-западному, западному, северному и северо-восточному обрамлению Жонгаро-Балхашского окраинного моря формировался **Центрально-Казахстанский девонский окраинно-континентальный (краевой) ВПП** [4, 12, 18, 21, 31, 34 и др.].

В большей части **вулканические пояса (ВП)** и ареалы развития вулканических пород девона хорошо изучены, им посвящена обширная литература. Согласно этим публикациям, в морфологическом отношении они представляют собою выраженные поднятия (вулканические нагорья), отделенные от окружающих областей системой глубинных разломов. Внутреннее их строение характеризуется глыбовой тектоникой, осложненной появлением частных вулкано-тектонических структур: впадин, депрессий, грабен, горстов и пр. Чаще всего ВП развиваются на гетероген-

ном основании, что объясняет их неоднородность. Так, например, в девонском вулканическом поясе Центрального Казахстана в последние 15-20 лет все исследователи однозначно выделяют три сектора — западный, широтный и восточный [18 и др.]. Девонский вулканизм во всех областях его проявления развивался в условиях орогенного режима с преобладанием восходящих движений, обусловленных, возможно, заложением суперплюмов [5, Добрецов Н.Л., 2002; Любецкий В.Н. и др., 2004]. С этим связан наземный облик вулканических пород, среди которых главная роль принадлежит **риолитовым, андезито-дацитовым и андезито-базальтовым комплексам**, производным щелочноземельной андезит-базальтовой магмы. Часто устанавливается зональность со сменой вулканических пород щелочноземельной серии **субщелочными и щелочными породами-трахириолитами, трахиандезитами, трахибазальтами**, по мере продвижения от фронтальных зон ВП во внутрь континентов [18, 21 и др.]. Закономерная эволюция магматических расплавов четко устанавливается и во времени. Позднедевонские вулканические породы представлены риодацитами, риолитами нормальной (К-Na) и калиевой щелочности. Весьма характерной особенностью девонских вулканических пород во всех ареалах его проявления в Центральной Азии является тесная ассоциация их с комагматическими интрузивными образованиями, в связи с чем ВП девонского возраста можно классифицировать как **вулкано-плутонические пояса (ВПП)**. Действительно, большая часть ВП девонского периода характеризуется широким проявлением **гранитоидных формаций** нормальной-известково-щелочной и субщелочной серий [4, 18 и др.].

Синхронно и в тесной взаимосвязи с развитием ВП (от **раннего девона до франского века** включительно) происходило формирование другого типа орогенных структур — **межгорных впадин** [4, 8, 31, 34 и др.]. В **Казахстанских каледонидах — Селетинская, Шидертгинская Каракенгир-Жаксыконская, Западно-Балхашская; в Саянах — Минусинская, Тувинская, Уйменская, Назаровская** и другие. Эти обширные депрессии располагаются обычно по периферии поясов, контактируя внутренними бортами с вулканическими нагорьями, а внешними — с глыбовыми поднятиями более древнего обрамления. Молассовые и вулканогенно-молассовые толщи различных впадин, как правило, имеют красную и пеструю окраску, вследствие своего континентального происхождения. В геодинамической эволюции де-

вонского периода, явившегося заключительным этапом в консолидации каледонских структур и формировании крупного Казахстанского материка, наибольший интерес представляет **поздний девон**, когда проявленный на многих континентальных блоках рифтогенез существовал с процессами формирования надсубдукционных структур в пределах активных континентальных окраин [5]. Во франское время закрылась юго-западная часть Жонгаро-Балхашского бассейна, куда по глубинным разломам типа трансформных сместился блок Центрально-Казахстанского девонского ВПП, в строении которого значительную роль играют интрузивные образования, комагматичные вулканическим. В самом конце франского века на значительном удалении от вулканического пояса с формирования формации ультракалийевых риолитов начинается развитие **Каракенгирско-Жаильминско-Успенской рифтовой системы** протяженностью около 1000 км. Вслед за этим на рубеже франского и фаменского веков по глубокопроникающим конседиментационным разломам происходит проседание днищ прогибов этой системы, а также формируется еще ряд рифтовых прогибов (**Большой Каратау, Мюнкюмский** и др.) [5, 34]. В позднем девоне продолжается развитие активной окраины Сибирского кратона. Латеральный ряд структур этой окраины, реконструированный на **Юго-Западном Алтае**, включает: глубоководный желоб, преддуговой прогиб, вулканический пояс (Рудно-Алтайская зона), задуговой прогиб (Белоубинско-Южноалтайская зона), тыловые поднятия [4, 31 и др.]. Задуговой прогиб, выполненный терригенно-туфогенными толщами, пронизанными поясом даек и силлов щелочных диабазов и габброидов, расположен в непосредственной близости от ВП и имеет с ним близкие простираения.

Каменноугольно-пермские структурно-вещественные комплексы.

Карбон и пермь являются важнейшими этапами в развитии складчатых систем Центральной Азии. Именно в этот период завершилось длительное развитие большей части складчатых структур, сопровождавшееся интенсивными тектоническими движениями, вызвавшими перераспределение площадей накопления осадков, поднятие к поверхности значительных магматических масс, метаморфизм ранее сформировавшихся отложений и образование крупнейших месторождений цветных, редких, благородных металлов, углеводородного и нерудного сырья.

Турне – ранневизейский этап (360-343 млн. лет) развития структур Центральной Азии во многом сохраняет тенденции позднедевонского времени, почему выделяется в качестве переходного к окончательному формированию единого Сибирско-Казахстанского континентального массива. На начало раннекаменноугольной эпохи приходится одна из крупнейших трансгрессий палеозоя, в связи с чем морские обстановки осадконакопления отмечаются во многих провинциях Центральной Азии [17, 26, 29, 34, 37]. Мелкое открытое море существовало в низкой части **Урала, Тургае**, и в большей части **палеозойд Казахстана, горной Средней Азии, Южной Монголии, Иране**. Пик морской трансгрессии приходился на раннее визе (ишимские слои) и повсеместно отмечен выдержанными мелководными горизонтами известняков или прослоями их среди эффузивов и терригенных осадков, всегда с обильной морской фауной. Глубоководные осадки установлены в отдельных районах **Калба-Нарымской** структурно-формационной зоны (СФЗ), в предконтинентальных прогибах – **Восточно-Торгайском, Бороталинском, Саркандском** и других. Однообразный карбонатно-глинистый, карбонатно-кремнистый и карбонатно-терригенный состав осадков раннекаменноугольных морских акваторий Казахстана свидетельствует о том, что затоплявшаяся в то время поверхность обладала слабо дифференцированным и плоским рельефом. Ранний карбон был временем максимального затопления **Тянь-Шаня** с преобладанием карбонатного типа осадконакопления [34]. Особенностью этого времени является также зарождение новых вулканических районов или возрождение старых, поэтому комплекс отложений турне-раннего визе в большинстве районов Казахстана либо содержит вулканические образования, либо отражает вулканизм в виде появления большого количества кремнистых и туфитовых прослоев среди карбонатных толщ. В Казахстане наиболее активно проявлен вулканизм раннего карбона в **Иргизской, Валерьяновской, Илийской, Кусак-Гастыйской, Котырассанской, Кастекской СФЗ**, отвечая часто по составу вулканитов комплексам островодужного типа [17, 26, 31, 34 и др.].

Позднепалеозойский этап (C₁V₂-P₂). Весь дальнейший этап развития палеозойд Центральной Азии от позднего визе до раннего триаса принято объединять в единый позднепалеозойский период, так как история развития многих структур непрерывна на протяжении всего этого вре-

мени. Позднепалеозойский этап окончательного формирования герцинской континентальной коры во многих провинциях Центральной Азии характеризуется широчайшим проявлением процессов магматизма. Однако, несмотря на указанное доминирование в позднем палеозое на всей территории Центральной Азии вулканогенного и вулканогенно-осадочного седиментогенеза, во многих регионах устанавливаются типичные морские отложения. В большей части морские типы разрезов **поздневизейско-башкирского возраста** отмечаются в **Прикаспии, Мугоджарах, Иргизе, Восточном Торгае**. Из Уральского и Среднеазиатского морей трансгрессия захватила районы **Каратау, Тянь-Шаня, Жонгарии**. Причем в этих районах отлагались осадки глубокого моря. **Визе-серпуховское время** было периодом максимального затопления **Памира и Тянь-Шаня**. В дальнейшем море последовательно отступало к югу, оставляя северные прогибы. Сложная и динамичная тектоническая обстановка конца раннего карбона сохраняется для **Казахстана, Монголии, Алтая и других провинций Центральной Азии** до конца карбона [4, 17, 29, 34 и др.]. Рассматриваемый период обычно описывается как время значительного сокращения морских акваторий, в то же время осадконакопление морского типа прослеживается во многих СФЗ периферических районов Казахстана. При этом отмечается большое разнообразие собственно морских обстановок. Фашии мелкого и глубокого шельфа и островных дуг распространены в **Прикаспии, Актобинском Приуралье, Мугоджарах, Иргизе, Восточном Торгае, Валерьяновке, на юге Казахстана в Каратау, Жонгарском Алатау, на северных склонах Тянь-Шаня** [3, 4, 17, 26, 34, 37 и др.], и по новым данным [27-28] даже в **Центральном Казахстане**, для которого считалось, что процесс континентализации завершился в конце визейского времени. Обнаруженные в ряде вулканогенно-осадочных разрезов Центрального Казахстана (Кокдомбак, Аксункар, Койкеткен, Сарыюзек, Бала-Босага, Бугулы и др.) морских пелелипод и остракод позднемосковского и гжельского уровня (определения Л.А.Бетехтиной, С.Б. Мамутовой), а также преобладание в разрезах карбонатных, углистых, углистоглинистых алевролитов и аргиллитов, мелко-тонкозернистых туфопесчаников, туфоалевролитов и туффитов достаточно определённо свидетельствует о лагунно-морских обстановках осадконакопления. Этот, так называемый «живой уровень» играет роль репера при картировании чаще немых

толщ континентальных вулканогенно-осадочных образований. В палеогеографическом аспекте авторами было высказано предположение, что московская складчатость подновила и углубила тектонические разломы поперечные береговой линии Жонгаро-Балхашского окраинного моря, которые в последующем были обводнены [28, 37]. Эти районы претерпели трансгрессию со стороны Уральского моря, имевшего связь с мировым океаном через Среднюю Азию. Описываемое время является последним, когда казахстанская часть Центрально-Азиатского складчатого пояса развивается в тесной связи со Средней Азией. Морские отложения установлены также в восточной периферии **Обь-Зайсанского пролива**, отделяющего Казахстан от Алтайской возвышенности, а также в **Саякском прогибе** Жонгаро-Балхашского моря и в узких шовных зонах, отделяющих его от континента, **Кусак-Тастыйской, Северо-Саякской, Котыр-Саянской, Саркандской, Бороталинской**. Последний прогиб, вероятнее всего рифтогенного характера, отличается значительными глубинами. Связь с океаном описываемого морского бассейна была, по-видимому, непостоянной, так как в комплексах мшанок, морских остракод, брахиопод, пелиципод присутствует значительное количество (до 50%) эндемиков [3, 4, 17, 26, 28, 37 и др.].

В позднебашкирское и раннемосковское время в Тенгизской, Жезказганской, Сарысульской и Шуйской континентальных впадинах существовали обширные моря-озера, характеризующиеся пресноводной, реже солоновато-водной фауной [17, 29, 37 и др.]. В этих озерах накапливались мощные в начале зеленоцветные, а затем красноцветные осадки. Крайне неустойчивые климатические условия в башкирском веке в этих районах определили слабое сульфатообразование и образование медистых песчаников (**Жезказганская впадина**). Позднекаменноугольные отложения морского осадконакопления установлены помимо Казахстана ещё во многих провинциях Центральной Азии. **В Северном Тянь-Шане** морского типа позднепалеозойские отложения установлены в единичных разрезах. Промежуточное положение между типичным морским осадконакоплением и континентальным вулканогенным в позднем палеозое занимает процесс **угленакопления**, проявленный во многих регионах Центральной Азии с разной интенсивностью [4, 17, 26 и др.]. Так для **Казахстана** наиболее мощное угленакопление произошло в поздневизейское время

в восточной части Центрального Казахстана — **Карагандинская и Экибастузская мульды**, в разрезах которых встречаются пласты углей и в верхнем карбоне. Активное угленакпление на протяжении карбона — ранней перми отмечается в **Восточном Тарбагатае, Прииртышье, Рудном Алтае, Жарма-Саурской СФЗ**, где к этому времени установились условия аллювиально-озерных долин и межгорных впадин, а также умеренно-влажного и теплого климата, благоприятных для угленакпления [4, 17, 26 и др.].

Начало **пермского времени** почти на всей территории Центральной Азии знаменуется становлением континентального режима [4, 17, 26, 29, 34 и др.], поэтому морские отложения фаций глубокого и мелкого шельфа и прибрежных лагун наблюдаются лишь на **западе Казахстана**, где морской тип седиментогенеза прослеживается до конца перми. Вторым регионом развития пермских осадочных отложений является западное и северо-западное обрамление **Жонгаро-Балхашской складчатой системы (ЖБСС) — Кокшетау-Ишимская, Тенизская, Жезказганская, Сарысуйская и Шуйская впадины**. Раннепермские отложения в этих впадинах в целом соответствуют терригенной формации и лишь в деталях несколько отличаются друг от друга. Так, в **Жезказганской впадине** раннепермские отложения представлены сероцветной толщей мергелей, известковистых алевролитов и аргиллитов с прослоями красноцветных пород, а в южной части впадины скважинами вскрываются мощные соленосные образования. Отложения **Сарысуйской впадины** наиболее соответствуют определению “красноцветные”. Они представлены красноцветными песчано-сланцевыми пачками с мощными (до 200 м) горизонтами каменной соли. В **Тенизской впадине** они крайне изменчивы по латерали. Осадочные пермские породы установлены также в **Нарынской и Чаткальской зонах**, где они представлены в основном серыми и красно-бурыми песчаниками, конгломератами, аргиллитами, известняками с фораминиферами. Иногда встречаются туфы дацитов и андезитов, а также пачки вулканитов, редко появляются гипсы.

Наиболее широко распространенными позднепалеозойскими образованиями на территории Центральной Азии являются **вулканогенные и осадочно-вулканогенные комплексы** пород различных геодинамических обстановок. Названные комплексы пород и комагматичные с ними интрузивные комплексы слагают огромные ареалы по периферии активной окраины Казахстанско-

го континента и юго-западной окраины Сибирского кратона. Они участвуют в строении окраинно-континентального и внутриконтинентального **ВПП Жонгаро-Балхашской складчатой системы**, краевых магматических поясов **Монголии, Чаткало-Кураминского хребта**, вулканических поясов островодужного типа — **Валерьяновской СФЗ, Рудного Алтая, Кузнецкого Алатау** и других.

Столь массовое и масштабное проявление магматизма в Центральной Азии в позднем палеозое по мнению ряда исследователей, является результатом воздействия на её литосферу Сибирского, Монгольского и Казахстанского суперплюмов [Добрецов Н.Л., 2002, Любецкий В.Н. и др., 2004 и др.]. Последние определили формирование сложнейшей системы рифтовых зон, к которым и тяготеют все проявления позднепалеозойского преимущественно континентального магматизма Центральной Азии. Определенную роль в формировании огромных ареалов магматических пород играют также процессы тектонического сжатия — растяжения, возникавшие при коллизии Алтайско-Монгольского террейна с Сибирской платформой, а в дальнейшем Казахстанской и Горно-Алтайской континентальных окраин [34 и др.]. Длительное формирование магматических поясов во всех случаях определило их сложное строение, с проявлением магматической деятельности в вулканической, интрузивной и вулканоплутонической формах. Так, во внутренних зонах **Горно-Алтайской континентальной окраины (Жарма-Саур-Харатунгской, Рудноалтайской СФЗ)** над поднятиями метабазальтового слоя и астенолитах в узлах пересечения разломов образовались крупные ареалы **андезибазальтовых и андезитовых вулканитов** и сининверсионных интрузий сложной **габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой серии** (саурский C_1 и змеиногорский C_{2-3} комплексы). В **Иртыш-Фуюнской и Северо-Восточной** коллизионных зонах, обрамляющих Рудноалтайско-Ашалинскую зону, локализовались линейные **пояса габбро-диорит-плагиогранитовых**, малых порфириновых и **гнейсоплагиогранитовых интрузий** (прииртышский комплекс C_1 и его аналоги). В тыловых частях континентальных окраин, охватывающих **Западно-Калбинский** задуговой прогиб, **Чарско-Зимунайскую** зону, характеризующихся утонченной субокеанической ЗК, магматизм имел ослабленное развитие и фиксируется двумя рядами доботолитовых вулканоплутонических ассоциаций верхнего карбона: **базальт-андезитового и габбро-диорит-диабазового; риолит-дацитового и плагиогранит-гранодиори-**

тового. Эти магматиты контролируются продольными глубинными разломами и образуют прерывистые региональные пояса сквозного развития (**Западно-Калбинский** и **Жанан-Боко-Зайсанский пояса** плагиогранит-гранодиоритовых малых интрузий, даек и их вулканогенных аналогов), которые пересекают структуры Жарма-Саура, Калбы, Южного Алтая и далее прослеживаются в Китай. В **позднюю стадию (С₂-Т₁)** в обстановке внутриплитной активизации сформировались постколлизийные гранитоидные пояса с редкометалльным и редкометалльно-редкоземельным оруденением, разместившиеся на границах литосферных блоков (Рудный и Горный Алтай, Жарма-Саур, Калба-Нарым). Наиболее крупным является Калба-Нарымский пояс [31 и др.].

В **Северном Тянь-Шане** в позднепермскую эпоху сформировались небольшие и умеренных размеров массивы: вначале щелочных габброидов, габбро, габбро-диоритов, затем сиенитов, сиенито-диоритов, диоритов, еще позднее гранодиоритов, роговообманковых гранитов, граносиенитов и, наконец, щелочных гранитов, сиенитов. Время становления точно не определено, но, видимо, они дотриасовые и не исключено их внедрение в два этапа. В **Тургайско-Срединно-Тянь-Шаньской складчатой системе** в **Кураминской краевой зоне** каменноугольные вулканиты наращиваются пермскими толщами **вулканогенных и вулканомиктовых пород кислого и среднего состава**, чередующиеся между собой. Есть и осадочные породы. Разрез завершается существенно риолитовыми вулканитами, с которыми тесно ассоциируют субвулканические тела и экструзивные купола красных **кварцевых порфиров**, датируемые поздней пермью – ранним триасом. Мощности вулканитов, как и площади их распространения, значительные. В отрогах **Таласского Алатау** пермские магматиты имеют иной состав. Здесь, в Даубабинской синклинали на маломощной аргиллит-мергелистой с песчаниками толще нижней перми залегают **трахибазальты, лейцитовые и анальцимовые базальты, тефриты** поздней перми. Выходы щелочных вулканитов известны в нескольких пунктах. Интрузивные образования локализуются в основном в южной части системы. **Позднекаменноугольные** гранитоиды представлены довольно крупными (десятки и сотни квадратных километров) многофазными плутонами **Чаткальского хребта** и других отрогов **Таласского Алатау**, сложенными **гранодиоритами, биотитовыми гранитами, аплитовидными и лейкократовыми гранитами**. Однотипные гранитоиды того же возраста

есть и в **Нарынской зоне**. Среди **пермских интрузий** заметное место занимают субщелочные образования повышенной основности, распространенные как в **Чаткало-Кураминской области**, так и в Нарынской зоне. В северо-западных отрогах **Таласского Алатау**, установлены небольшие плутоны щелочных габброидов **поздней перми** (щелочные пироксениты, псевдолейцитовые шонкиниты и сиениты, монзониты и т.п.). В **Чаткало-Кураминской области** и **Нарынской зоне к концу перми** (или к началу триаса) относятся **лейкократовые, щелочные, нормальные граниты, аляскиты и гранофиры**, образующие сравнительно большие (десятки квадратных километров) тела. Интрузивная деятельность закончилась формированием даек и небольших штоков, считающихся позднепермскими и раннетриасовыми. Их слагают кислые, субщелочные, средние, основные породы, в том числе **лампрофиры**.

Позднепалеозойские вулcano-плутонические пояса Жонгаро-Балхашской складчатой системы (ЖБСС). Анализ пространственного расположения позднепалеозойских магматитов указывает на группирование вулканических и вулcano-тектонических структур (ВС и ВТС) в протяженные, различные по строению и длительности развития пояса, положение которых контролируется зонами глубинных разломов. Ранее они объединялись в единый Балхаш-Илийский континентальный ВПП [3, 4, 17, 31 и др.]. Детальное исследование позднепалеозойских отложений пояса в последние 25 лет [26–28] позволило выявить ряд существенных различий, так называемой ранее фронтальной зоны в сравнении с остальными сегментами Б-И ВПП. Различные формационные ряды, длительность проявления вулканизма (в первом случае только в карбоне, а во втором – начиная с карбона до конца перми), существенные различия химического состава одноименных пород, различные соотношения осадочных и вулканогенных пород в разновозрастных свитах и т.д. обосновывают выделение в объеме Б-И ВПП, в старом понимании двух позднепалеозойских ВПП: каменноугольного окраинно-континентального Тасты-Кусак-Котырарсан Алтынэмельского и каменноугольно-пермского внутриконтинентального Балхаш-Илийского ВПП.

Каменноугольный Тасты-Кусак-Котырарсан-Алтынэмельский окраинно-континентальный ВПП [26–28] узкой подковообразной полосой протяженностью до 1000 км окаймляет Жонгаро-Балхашский палеобассейн. Четкое пограничное по-

ложение Тасты-Кусак-Котырасан-Алтын-эмельского пояса между окраинным Жонгаро-Балхашским морем и краевой частью Казахского микроконтинента не вызывает особых дискуссий относительно типизации его с современными окраинно-континентальными ВПП. Особенностью пояса является зональное строение, фиксируемое латеральной сменой состава разновозрастных пород и их ассоциаций от внутренних (фронтальных) зон к внешним. Формирование его происходило в наземных, континентальных или местами прибрежно-континентальных условиях, вслед за мощными орогеническими движениями на континенте. Несмотря на предполагаемое сложное строение фундамента окраинно-континентального пояса, для всех его сегментов — Тастыйского, Кусакского, Котырасанского и Алтынэмельского — можно привести единый вертикальный формационный ряд. Геологическое строение Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельского ВПП определяют формации: **раннекаменноугольные ($C_1v_2-s_1$) контрастная базальт-андезибазальт-риодацит-риолитовая Na щелочности** с частыми прослоями терригенных и углисто-кремнистых пород (кусакская свита) и **последовательно дифференцированная андезибазальт-андезит-дацит-риолитовая K-Na и K типов щелочности** (каркарлинская, батпакская свиты), среди вулканитов которых доминируют в первом случае базальты и андезибазальты, близкие к толлитам фронтальных частей островных дуг, а во втором — риолиты. Для вулканогенных формаций раннего карбона характерна тесная ассоциация с широко проявленной на всем протяжении пояса **раннекаменноугольной габбро-диорит-тоналит-гранодиорит-плагиигранитовой интрузивной формацией**. На завершающей стадии формирования окраинно-континентального пояса отмечается еще один мощный цикл вулканизма, начинающийся **базальт-андезитовой формацией ($C_1S_2-C_2b$) Na, K-Na и K щелочности**, состав которой осложнен многочисленными переходными породами — трахиандезитами, дацитами, андезидацитами и завершающийся **дацит-риодацит-риолитовой (C^1_2) K-Na и K щелочности** **риодацит-риолитовой (C^2_2) с широкой вариацией щелочности и большим количеством прослоев алевролитов, углстых пород, песчаников, туфопесчаников, туффитов**. Вертикальный ряд формаций пояса дополняют интрузивные комагматы: последовательно дифференцированная **габбро-диорит-гранодиорит-гранитная формация (C^1_2) преимущественно K-Na щелочности** **адамеллит-гранитовая (C^2_2) K-Na,**

реже Na или K щелочности и гранит-лейкогранитовая формация (P^1) K и K-Na щелочности с преобладанием нормальных, реже субщелочных гранитов.

Балхаш-Илийский позднепалеозойский внутриконтинентальный ВПП (Б-И ВПП) [26-28], расположенный между окраинно-континентальным Тасты-Кусак-Котырасан-Алтынэмельским и Центрально-Казахстанским (девонским) ВПП и протягивающийся более чем на 1600 км, при ширине от 80-100 до 150-200 км, обнаруживает очень много характерных для внутриконтинентальных ВПП признаков. Традиционная сегментация Б-И ВПП с выделением **северо-западного Токрауского, северного Котанэмель-Калмакэмельского, северо-восточного Баканасского и южного Жонгарского или Илийского секторов** обусловлена существенными различиями, главным образом, в нижних частях вертикальных формационных рядов, характеризующих названные блоки пояса. Формации собственно позднего палеозоя **Б-И ВПП** принципиальных различий не имеют, формируются они полициклично и в целом синхронно, представляя следующий вертикальный формационный ряд. **Раннекаменноугольные вулканогенно-осадочные, реже вулканогенные последовательно дифференцированные андезибазальт-андезит-дацит-риолитовые формации.** Состав их широко варьирует от зоны к зоне за счет меняющегося соотношения осадочных и вулканогенных пород. Среди последних преобладают **игнимбри-ты, игниспумиты, гиалокластические и кристаллокластические туфы риолитового состава**. Вулканиты принадлежат субщелочной и известково-щелочной сериям магматитов с меняющимся типом щелочности — **K-Na, и K**. Далее разрез наращивается **ранне-позднекаменноугольными дифференцированными базальт-дацит-андезитовой, дацит-андезитовой формациями** андезитового семейства **нормальной и K щелочности** с отдельными прослоями осадочных пород. Комагматами описываемых вулканитов являются породы **габбро-диорит-диорит-гранодиорит-адамеллитовой формации (C^1_2)**. **Позднекаменноугольный** этап становления Б-И ВПП характеризуется интенсивным проявлением преимущественно кислого вулканизма и локальной (Восточно-Токрауская, Жантауская, Восточно-Баканасская, Илийская СФЗ) трансгрессией Жонгаро-Балхашского моря. В результате формируются вулканогенно-осадочные ассоциации, вулканиты которых представляют собой **последовательно дифференцированную андезидацит-дацит-риолитовую, андезибазальт-ан-**

дезидацит-андезитовую, дацит-риолитовую формации К-На щелочности. Параллельно с кислыми позднекаменноугольными вулканитами повсеместно в Б-И ВПП формируются интрузивные массивы **гранодиорит-гранитовой и адамеллит-гранитовой формаций К-На**, реже **К** или **Na** щелочности (C^2). Вертикальный ряд формаций в большей части СФЗ ВПП в конце позднекаменноугольного времени наращивается **вулканогенно-осадочной ассоциацией** пород (коскызыльская, колдарская, верхнекугалинская свиты). **Вулканы** этой ассоциации **представлены главным образом риолитами и ультракислыми риолитами** (SiO_2 до 76-78%) **К-На**, реже **К** щелочности. **Комагматами** риолитов позднекаменноугольного уровня **являются** нормальные биотитовые граниты и лейкограниты **редкометалльных комплексов** (P^1), соответствующих **гранит-лейкогранитовой формации К-На** и **К** типов щелочности.

Дальнейший магматизм в Б-И ВПП проходил в пермское время в режиме роста мантийного плюма, провоцировавшего раскол молодой, вновь сформированной континентальной каменноугольной коры и новые этапы тектоно-магматической активизации, проявившиеся в виде раннепермского, ранне-среднепермского и позднепермского вулканических циклов. **Вулканизм раннепермского цикла** (P_1a-ar_1) начинается излиянием субщелочных основных и средних по составу вулканических пород — базальтов, андезитов, андезидацитов, латитов, реже дацитов, трахитоидных разновидностей преимущественно **К**, реже **К-На** щелочности (P_{as_1}), соответствующих **андезитовой, базальт-андезибазальт-андезитовой, андезидацит-дацит-андезитовой формациям**, в целом относящихся к андезитовому семейству формаций субщелочной серии. В поясе широко проявлены комагматичные вулканитам **интрузивные монцитонитовидные комплексы** (P^2). Второй **раннепермский цикл** ($P_{1as_2-ar_1}$) завершается интенсивным кислым вулканизмом, который по широте и мощности проявления является главным корообразующим для Б-И ВПП. Большая часть СФЗ Б-И ВПП завершает развитие именно на этой стадии. Различные объемные соотношения вулканитов в СФЗ позволяют выделять **трахидацит-риодацит-риолитовую, дацит-риолитовую формации нормальной и К щелочности**. Интрузивными образованиями комагматичными раннепермским кислым вулканитам являются гипабиссальные гранитоиды **гранит-граносиенитовой формации** (P_1^3). **Заключительный** ($P_{1ar_2-P_3t}$) цикл позднепалеозойского вулканизма,

ЖБСС, завершающий формирование Б-И ВПП, проявлен незначительно и приурочен к краевым и поперечным глубинным разломам (Жантауская, Восточно-Баканасская, Илийская СФЗ), образовавшимся по типу континентальных рифтов в сводовой части мантийного плюма [17, 31 и др.]. Глубинный характер расколов подтверждают излияния ранне-позднепермских субщелочных базальтоидов **К** щелочности, соответствующих **трахибазальт-андезибазальт-трахиандезитовой формации** (P_{1-2}). Венчаются формационные ряды всех сегментов Б-И ВПП вулканогенно-осадочными, вулканогенными **трахириолит-риолитовой и трахидацит-риолитовой формациями** преимущественно **К** щелочности (P_2t). Осадочные породы вулканогенно-осадочных ассоциаций представлены вулканомиктовыми красноцветными молассоидными образованиями. **Интрузивные комагматы** двух последних вулканических формаций — **монцогаббро, монцодиорит-монцогранодиоритовая** (P^2_1) и **граносиенит-калиевогранитная** — (P^2_2) комплексы проявлены в поясе незначительно. Окончательно завершает становление Б-И ВПП внедрение крупных плутонов самой молодой **лейкогранит-алаяскитовой формации**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аполлонов М.К., Жемчужников В.Г., Дубинина С.В. Ордовик северо-западного Прибалхашья // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1990. № 4. С. 3-16.
2. Атлас опорных стратиграфических разрезов фанерозоя Казахстана. Алматы, 2008. Авторы: Г.Х. Ергалиев, Э.Ю. Сейтмурадова, О.И. Никитина, В.Я. Жаймина.
3. Афоничев Н.А. Основные этапы развития Джунгаро-Балхашской геосинклинальной системы // Сов. геол. 1967. № 2. С. 33-53; № 3. С. 61-82.
4. Беспалов В.Ф. Геологическое строение Казахской ССР. Алма-Ата, 1971, 382
5. Веймарн А.Б., Дегтярев К.Е., Тевелев А.В. Позднедевонские плюмтектонические и плейттектонические процессы в Казахстане, Восточной Сибири и на Урале // Тектоника и металлогения Центральной и Северо-Восточной Азии: Тез. докл. Междунар. конф. Новосибирск, 16-18 сент., 2002. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. С. 71-72.
6. Геология и металлогения Каратау. Т. 1: Геология. Алма-Ата: Наука, 1986. 240 с.
7. Геология и металлогения Сарытумской зоны. Алма-Ата: Наука, 1976. 160 с.
8. Геология и полезные ископаемые Центрального Казахстана. М., Наука, 1998, 335 с.
9. Дегтярев К.Е. Тектоническая эволюция раннепалеозойской активной окраины в Казахстане. М.: Наука, 1999. 123 с.
10. Дегтярев К.Е., Рязанцев А.В. Кембрийская коллизия дуга — континент в палеозоиде Казахстана // Геотектоника. 2007. № 1. С. 71-96.

11. Дегтярев К.Е., Рязанцев А.В., Котов А.Б. и др. Раннекембрийские офиолиты Бошекульской зоны (Центральный Казахстан): строение разрезов и обоснование возраста // Доклады Академии Наук 2010. Том 431. №4. С. 503-508.
12. Ергалиев Г.К., Никитин И.Ф., Палец Л.М., Шужанов В.М., Цай Д.Т. Венд-палеозойская эволюция Казахстана и Северного Тянь-Шаня // Геология Казахстана. Алматы «Гылым», 1995. № 5-6. С. 11-22.
13. Ергалиев Г.К., Мясников А.К., Никитин И.Ф. и др. Новые данные по палеозою Семипалатинского полигона // Геология Казахстана. 1998. № 4. С. 11-32.
14. Ергалиев, Жемчужников и др. (Ред.). Путеводитель полевой экскурсии. 14 Международная конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрийской системы. Алматы, 2009. 88с.
15. Звонцов В.С., Фрид Н.М. Эволюции венд-раннепалеозойского вулканизма Казахстана: возрастная корреляция, эволюционные корреляционные ряды, некоторые особенности петрохимии. // Изв АН КазССР. Сер. Геол. 1991. С. 55-67.
16. Зорин А.Е., Мамонов Е.П., Миколайчук А.В., Апааров Ф.Х. Строение разреза и структурные соотношения раннепалеозойских комплексов Северного Тянь-Шаня (предварительные результаты работ по ГДП-200). Состояние и задачи стратиграфических исследований в Казахстане. Материалы Республиканского стратиграфического совещания. Караганда, 2006. С. 96-98.
17. Кумпан А.С. Верхний палеозой Восточного Казахстана. Науч. ред. Миклухо-Маклай А.Д. Л.: Недра, 1966. 247 с.
18. Курчавов А.М., Гранкин М.С., Мальченко Е.П. и др. Зональность, сегментированность и палеогеодинамика девонского вулканического пояса Центрального Казахстана // Геотектоника. 2000. № 4. С. 32-43.
19. Никитин И.Ф. Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. № 6. С. 512-527.
20. Никитин И.Ф., Цай Д.Т., Шлыгин А.Е., Никитина О.И. Рудовмещающие толщи Коксу-Текелийского рудного района // Отечественная геология. 1993. №10. С. 33-41.
21. Никитина Л.Г., Шужанов В.М. Закономерности размещения и петрохимические особенности девонских вулканических ассоциаций Центрального Казахстана // «Магмат. и метаморф. комплексы Казахстана» Алма-Ата, 1974. С.
22. Никитина О.И., Толмачева Т.Ю., Рязанцев А.В. Стратиграфия, районирование и основные типы палеобассейнов ордовика Северной Бетпак-Далы (Центральный Казахстан) // Известия НАН РК, серия геологическая. № 6. 2008. С. 8-23.
23. Рязанцев А.В., Толмачева Т.Ю., Никитина О.И. Офиолиты, островодужные и внутриконтинентальные рифтогенные комплексы в системе тектонических покровов Чу-Илийского района Казахстана. // Материалы совещания. Вып. 4. – Иркутск: Институт земной коры. СО РАН, 2006. Т.2. С. 104-108.
24. Рязанцев А.В., Миколайчук А.В., Толмачева Т.Ю., Дегтярев К.Е., Котов А.Б., Никитина О.И., Мамонов Е.П., Зорин А.Е. Офиолиты и островодужные комплексы Джалаир-Найманской зоны и Чуйско-Кендыктаского массива (Южный Казахстан): положение в структуре, обоснование возраста и обстановки формирования / Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геологические проблемы. Выпуск 4. Сборник материалов четвертого международного симпозиума Москва-Бишкек, 2009. С. 53-58.
25. Рязанцев А.В., Толмачева Т.Ю., Дегтярев К.Е., Толмачева Т.Ю., Никитина О.И. Комплексы раннепалеозойского внутриконтинентального рифта в Ерементау-Бурунтауской зоне Казахстанских палеозоид / Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. Материалы совещания. Том 2. 2010. С. 228-233.
26. Сейтмуратова Э.Ю., Гоганова Л.А., Ляпичев Г.Ф., Марфенкова М.М. и др. Палеобстановки осадконакопления в карбоне и перми Казахстана // «Топорковские чтения»: (Междунар. научн. горно-геолог. конф.). Рудный, 1999. Вып. IV. С. 44-54.
27. Сейтмуратова Э.Ю., Гоганова Л.А., Ляпичев Г.Ф. и др. Итоги геологических и бистратиграфических исследований позднепалеозойских отложений Балхашского сегмента земной коры Казахстана / Геология Казахстана. 1997. № 5. С. 33-56
28. Сейтмуратова Э.Ю. Позднепалеозойские вулканогенные и вулканогенно-осадочные формации Жонгаро-Балхашской складчатой области. / Отв. ред. Абдулин А.А., Никитин И.Ф. Алматы, 2002. 254 с.
29. Синицин В.М. Палеография Азии. Отв. ред. Лавров В.В. М.-Л.: Академия Наук СССР, 1962. 268 с.
30. Стецюра М.М. Кембрийский вулканизм Шынгыз-Тарбагатайской складчатой системы // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Алматы, Республика Казахстан, 2007.
31. Тектоника Казахстана. Объяснительная записка к Тектонической карте Восточного Казахстана масштаба 1 : 2 500 000. Отв. Ред. Пейве А.В., Московский А.А. Москва, Наука. 1982. 139с.
32. Толмачева Т.Ю., Дегтярев К.Е., Рязанцев А.В., Никитина О.И. Кремнистые комплексы в структуре раннепалеозойских рифтогенных и островодужных зон Центрального Казахстана. / Материалы совещания «Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики». Т. II. Москва, 2008. С. 337-343.
33. Толмачева Т.Ю., Никитина О.И., Рязанцев А.В., Дегтярев К.Е. Кремнистые отложения и конодонты кембрия в Казахстане. / Материалы XIV Международной полевой конференции рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Алматы, Гылым. 2009. С. 70-74 (рус. яз.).
34. Ужкенов Б.С., Мазуров А.К., Быкадоров В.А. и др. Палеогеография и геодинамика Казахстана и сопредельных территорий // Геонауки в Казахстане. Алматы. «КазГЕО». 2007. С. 39-54.
35. Хромых Б.Ф. Новые данные о венд-раннепалеозойском развитии и металлогении Бошекульского рудного района // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1986. №6. С. 20-34.
36. Чу-Илийский рудный пояс: Геология Чу-Илийского региона. Алма-Ата: Наука, 1980. 504 с.
37. Seitmuratova E.Yu., Lyapichev G.F., Goganova L.A. et al. Stratigraphy of the Carboniferous and Permian of Kazakhstan. Proceedings of the XII International Congress of the Carboniferous and Permian. Varshava, 1995, V.3. P.227-236.
38. Tolmacheva T.J., Danelian T., Popov L.E. Evidence for 15 m.y. of continuous deep-sea biogenic siliceous sedimentation in early Paleozoic oceans // Geology. 2001. Vol. 29. № 8. P. 755-758.

УДК 553.463:553.411

М.С. РАФАИЛОВИЧ¹, А.Г. ШЕВКУНОВ², С.М. КОЛОСКОВА³, Ю.Б. ЕЖКОВ⁴

ВОЛЬФРАМ КАК ИНДИКАТОР КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ

Қаратактас түріндегі ірі вольфрам құрамды кенорындарының геологиялық позициясы, құрылымдық-морфологиялы және минералогиялық ерекшеліктері мен геохимиялық зоналылығы талқыланды. Алтын-кварцты шеелит (Мұрунтау), алтын-сульфидті (Құмтөр), алтын-сульфид-кварцты (Нежданин) кенорындарының түрлік-морфологиялық белгілері сипатталған. Алтын сирекметалды нысандармен дәстүрлі емес минерал шикізат көздерін кешенді зерттеу ұсынылады.

Обсуждаются геологическая позиция, структурно-морфологические и минералогические особенности и геохимическая зональность крупных вольфрамсодержащих месторождений золота черносланцевого типа. Охарактеризованы типоморфные признаки шеелита золото-кварцевых (Мурунтау), золото-сульфидных (Кумтор), золото-сульфидно-кварцевых (Нежданинское) месторождений. Рекомендуется комплексное изучение золото-редкометалльных объектов и нетрадиционных источников минерального сырья.

The geological setting, structural, morphological, mineralogical characteristics and geochemical zonality of large tungsten-bearing gold deposits of black shale type are examined. The typical features of scheelite of the gold-quartz (Muruntau), gold-sulphide (Kumtor) and gold-quartz-sulphide (Nezhdaninskoye) deposits are characterized. The complex exploration of the gold-rare metal deposits and non-traditional sources of mineral raw materials is recommended.

Вольфрамовая минерализация с различной полнотой проявлена на многих крупных месторождениях золота в углеродисто-терригенных толщах Центральной и Северной Азии (Мурунтау и Кокпатас в Узбекистане, Кумтор в Кыргызстане, Бакырчик и Суздальское в Казахстане, Олимпиада, Нежданинское, Майское, Наталкинское в России и др.). Месторождения формируются в заключительные стадии тектонических циклов позднего протерозоя и фанерозоя, ассоциируя с проявлениями орогенного или внутриплитного диорит-гранодиорит-гранит-лейкогранитового магматизма.

По соотношению золота, сульфидов и кварца месторождения подразделяются на три геолого-промышленных типа: 1) золото-(вольфрам)-кварцевый мегаштокверковый с резко подчиненной ролью сульфидов (представительные объекты – Мурунтау, Мютенбай, Триада в Узбекистане), 2) золото-(вольфрам)-сульфидный прожилково-вкрапленный и вкрапленный с отсутстви-

ем или незначительной долей кварца (Олимпиада, Кумтор, Бакырчик, Кокпатас и др.), 3) комбинированный золото-сульфидно-кварцевый жильно-прожилковый и прожилково-вкрапленный с попутным вольфрамом (Нежданинское) [11, 29, 34 и др.]. На золото-редкометалльно-сульфидном месторождении Олимпиада эндогенная минерализация ассоциирует с рудоносной корой выветривания. В настоящей статье в сравнительном плане рассмотрим эталонные золоторудные вольфрамсодержащие объекты: в первом протипе объектами внимания являются месторождения Мурунтауского поля, во втором протипе – Олимпиада, Кумтор, Бакырчик, в третьем – Нежданинское (рис.1).

Золото-(вольфрам)-кварцевый мегаштокверковый тип. Представительные *месторождения Мурунтау, Мютенбай, Триада* сконцентрированы в Западном Узбекистане, Центральных Кызылкумах, в Мурунтауском рудное поле [7, 14, 16, 34, 42].

¹ Казахстан, 050008, г. Алматы, ул. Шевченко, 162Ж, Институт природных ресурсов ЮГГЕО.

² Кыргызстан, 720001, г. Бишкек, ул. Льва Толстого, 3, Кыргызский институт минерального сырья.

³⁻⁴ Узбекистан, 100060, г. Ташкент, ул. Шевченко, 11а, Институт минеральных ресурсов.



Рис. 1. Схема размещения крупных золоторудных вольфрамсодержащих месторождений черносланцевого типа на территории Азии (отмечены месторождения, рассматриваемые в настоящей статье): месторождения: 1 – Мурунтау, 2 – Кумтор, 3 – Бакырчик, 4 – Олимпиада, 5 – Нежданинское

Мурунтауское поле – объект мирового уровня, образец крупнообъемного золото-вольфрамового оруденения в углеродистых осадках нижнего палеозоя. Рудовмещающей для Мурунтау является косманачинская толща ϵ_3 - O_2 возраста (ранее выделялась как третья подсвита бесапанской свиты под названием «пестрый бесапан») – тектоническое тело типа межформационного шарьяжа, сложенное фрагментами метаморфизованных разнофациальных и разновозрастных осадочных образований, образующих повторяющиеся в разрезе тектонические пакеты, чешуи, линзы пестрого состава [36]. Преобладают сланцы полевошпат-кварц-слюдистого, углеродисто-кварц-слюдистого состава, филлитовидные сланцы, аргиллиты с прослоями полевошпат-кварцевых песчаников, кремней, известковистых алевролитов, глинистых известняков, среди которых хаотически расположены блоки кремнистых и карбонатных пород. Для рудовмещающих отложений косманачинской толщи характерны: слабовыраженная гранулометрическая сортировка и низкая окатанность обломков; зерна фельзитов, спилитов, андезитов; осадочно-диагенетический, кластогенный пирит (от 0,0 до 3,0 %, в отдельных прослоях до 15-20 %) с микровключениями самородного Au, арсенопирита, сфалерита, блеклых руд; керит-антракосолит-шунгит-битумоиды (до 3-5 %, в тонкообломочных породах до 8-10 % и более), зеленосланцевая фация метаморфизма;

повышенный фон Au десятки мг/т, W 7-10 г/т и более, Mo 8-10 г/т, As 40-50 г/т [16].

Мурунтау – мезотермальный золоторудный объект надинтрузивной зоны [16, 34, 42 и др.]. Магматические образования верхнепалеозойского возраста представлены дайками сиенито-диоритовых порфиритов мурунтауского комплекса, Мурунтауским скрытым интрузивом лейкогранитов и сопровождающими его дайками пегматитов, аплитов и лейкогранитов. Интрузивные породы специализированы на Au, Ag, As, W, Bi, Mo, Sn и др.

Гидротермальные изменения подразделяются на: додайковые биотит-полевошпат-кварцевые и последайковые кварц-хлорит-альбитовые, кварц-серицитовые, углеродистые и аргиллизитовые. С додайковыми площадными кремнещелочными изменениями связана максимально продуктивная золото-шеелит-карбонат-калишпат-кварцевая минеральная ассоциация (самородное золото, шеелит, молибденит, минералы Bi, арсенопирит). С последайковыми метасоматитами сопряжены менее продуктивные золото-пирит-арсенопирит-кварцевая, полиметаллическая карбонат-кварцевая, серебро-адуляр-карбонат-кварцевая, антимонит-пирит-карбонат-кварцевая, антимонит-пирит-кальцитовая, киноварь-кварц-диккитовая ассоциации.

Золото-редкометалльный мегаштокверк Мурунтау – сложная комбинация стержневых и

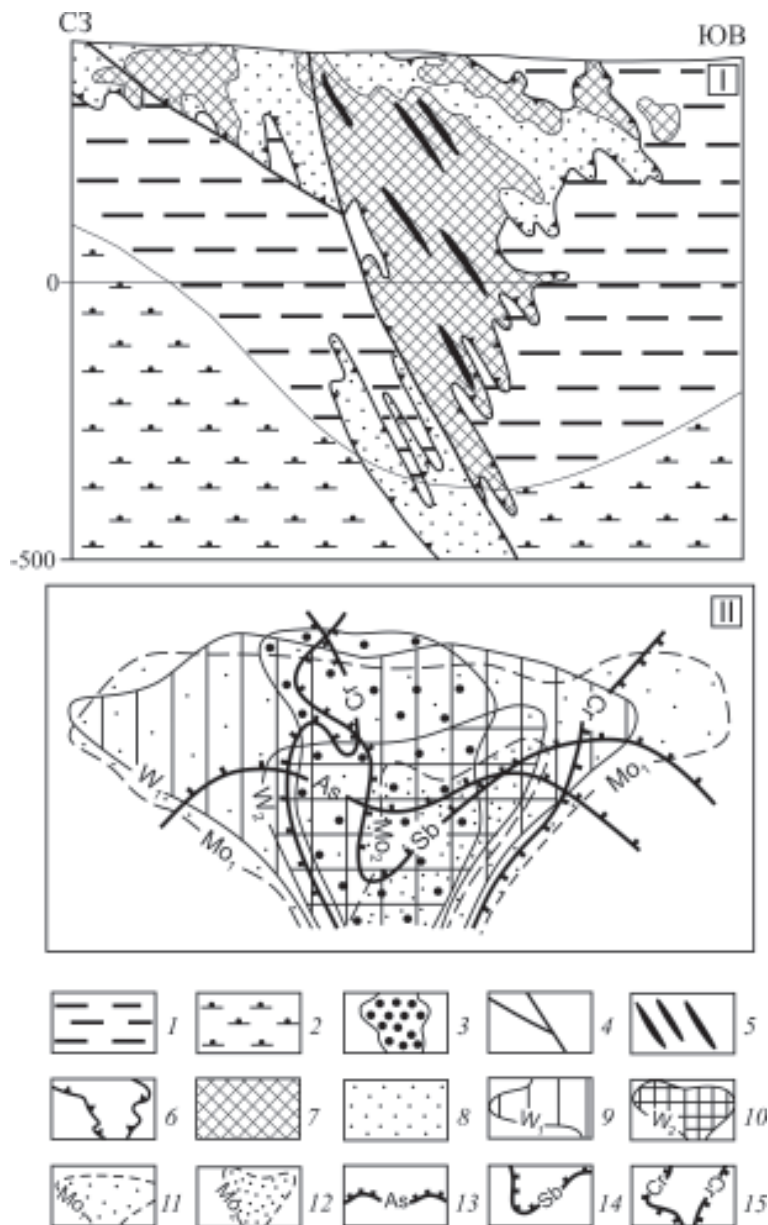


Рис. 2. Золото-вольфрамовое месторождение Мурунтау, Центральные Кызылкумы, Узбекистан. Схематический геологический разрез через центральную часть месторождения (I) и модель распределения элементов-индикаторов в плоскости рудоносного штокверка (II), по [10, 16]:

1 – косманачинская толща C_3-O_2 : углеродистые алевролиты, сланцы; 2 – рохатская свита O_{1-2} : кварцевые мелкокристаллические сланцы; 3 – калишпат-кварцевые метасоматиты; 4 – блокоформирующие разломы; 5 – стержневые золото-кварцевые жилы; 6 – контур золоторудного мегаштокверка; 7-8 – руды золота: 7 – средние и богатые, 8 – бедные; 9-15 – поля содержаний химических элементов, г/т: 9 – W_1 45-65, 10 – W_2 более 65, 11 – Mo_1 9-13, 12 – Mo_2 более 13, 13 – As 70-320, 14 – Sb 10-16, 15 – Cr 85-125; берг-штрихи изолиний As, Sb, Cr указывают направление возрастания содержаний элементов

оперяющих кварцевых жил, рудных столбов, прожилково-вкрапленных и вкрапленных минерализованных зон с ярко выраженным зональным строением (рис. 2). Общая площадь штокверка на поверхности около 3 кв. км, по вертикали он прослежен на 1200 м. Рудные пересечения с содержаниями Au от 2.0 до 15.2 г/т отмечены до глубины почти 4000 м (скважина СГ-10).

Среднее содержание золота в карьере Мурунтау 3.72 г/т. Содержания WO_3 в технологических пробах от 0.003 % до 0.6 % [16, 42].

Мурунтау – золоторудный гигант и одновременно значительное месторождение вольфрама. Запасы WO_3 составляют 65 тысяч тонн, что на порядок превышает запасы в традиционных вольфрамоносных штокверках Узбекистана [30, 47].

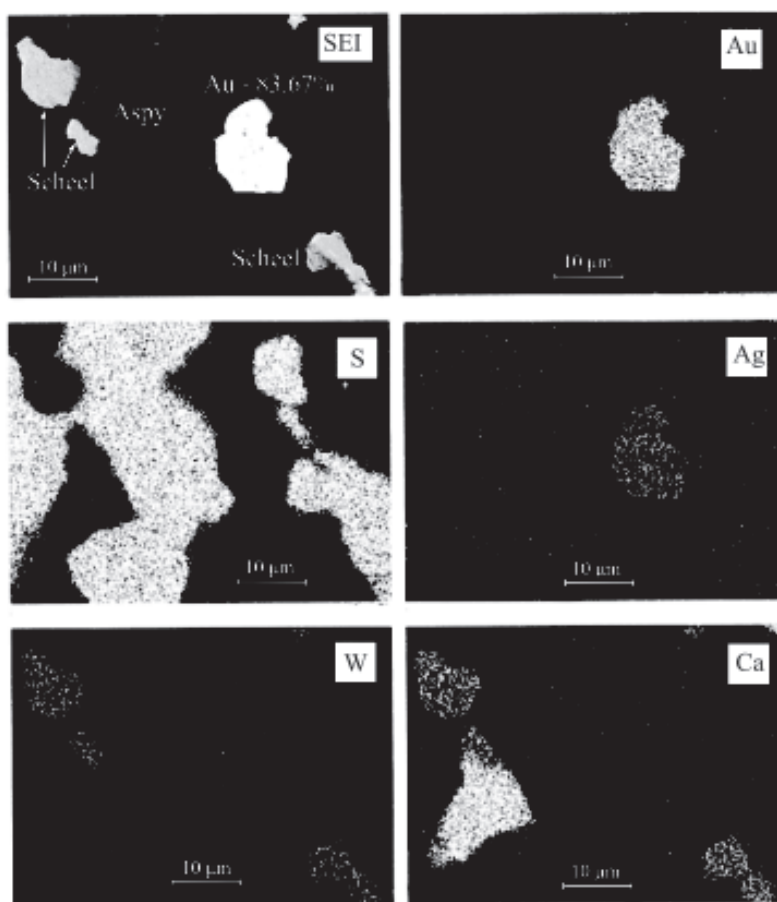


Рис. 3. Месторождение Мюntenбай. Самородное золото Au, арсенопирит Aspy и шеелит Scheel в метасоматите. Распределение Au, S, Ag, W, Ca снято в характеристическом рентгеновском излучении; SEI – снимок в обратнорассеянных электронах, по [7]

Золото-шеелит-карбонат-калишпат-кварцевая ассоциация локализована в «каркасе» рудоносного мегаштокверка, тяготея к круто- и пологопадающим плитообразным и линзовидным жилам и системам прожилков, секущим слоистость, сланцеватость, метаморфогенные кварцевые тела. В центральной части месторождения, в ядре кварц-полевошпатовых метасоматитов, в большей степени развиты крутопадающие золото-вольфрамосные залежи (системы жил и ветвящихся прожилков). По периферии штокверка, в полях биотит-кварц-полевошпатовых изменений, преобладают пологозалегающие кварцевожилные образования.

Вольфрамовая минерализация Мурунтауского поля изучалась разными авторами. По Ч.Х. Арифулову [16], в составе золото-шеелит-карбонат-калишпат-кварцевой ассоциации выделяются три минеральные разновидности: золото-кварцевая, золото-шеелит-кварцевая с арсенопиритом и золото-арсенопирит-кварцевая. Промышленные

скопления шеелита «вписываются» в контур золотого оруденения. Окраска шеелита от коричневатой-оранжевой до полупрозрачной, бесцветной. Минерал концентрируется в кварцевых жилах и прожилках и в обрамляющих их метасоматитах. Выделения его достигают 1.0-5.0 см, отдельные жилы и линзы кварца содержат шеелита до 10-30%. В брекчированных породах шеелит приурочен к сферолит-зернистым агрегатам светлоокрашенных слюд, полевого шпата и кварца. Характерны сростания шеелита с самородным золотом, молибденитом, пирротинитом, пиритом. Золото образует прожилки в шеелите, каймы вокруг зерен шеелита, просечки в арсенопирите. Преобладающий размер золотин в шеелитсодержащих кварцевых телах 0.05-0.3 мм. Микропарагенезисы и формы выделения золота, шеелита и арсенопирита на месторождении Мюntenбай показаны на рис. 3.

Редкометалльно-редкоземельный профиль золотого оруденения Мурунтауского поля и дос-

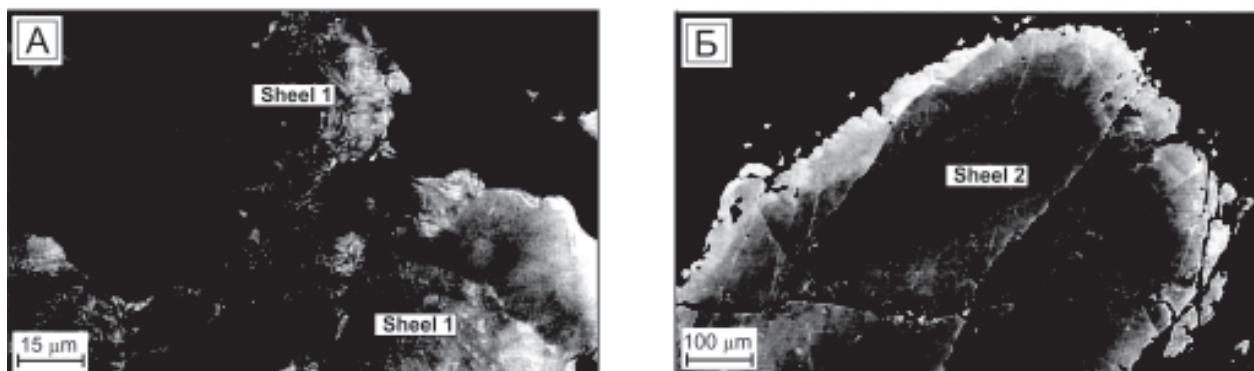


Рис. 4. Шеелиты месторождения Мурунтау (Jeol JSM 6400): А – интенсивно деформированное зерно шеелита 1 (Scheel 1) в полого залегающей субсогласной кварцевой жиле; Б – трещиноватый кристалл шеелита 2 с проявлениями колебательных зон роста (Scheel 2) в крутопадающей кварцевой жиле секущего типа, *по [44]*

таточно контрастная специализация шеелитов на редкоземельные элементы (РЗЭ) подчеркиваются в работах [13, 14]. По данным Ю.Б. Ежкова, Ю.Ф. Баскакова (1974), суммарное значение РЗЭ в шеелите составляет 854 г/т – это более чем в 4 раза превосходит сумму РЗЭ в валовых золотых рудах. По уровню концентрации редких земель шеелиты Мурунтау располагаются между шеелитами редкометалльных (грейзены, альбититы, апограниты) и некоторых высокотемпературных золоторудных месторождений (сумма РЗЭ 1000–1500 г/т) и шеелитами стратиформных и средне-низкотемпературных гидротермальных объектов (70–140 г/т). Содержания РЗЭ в шеелитах Мурунтау (в скобках среднее значение элементов), г/т: Y 303–350 (334.1), Ce 190–285 (227.6), Nd 145–178 (165.3), La 58–96 (75.2), Pr 22–41 (33.1), Yb 6–10 (7.9), Er 6–9 (7.3), Dy 2–5 (3.5). Высокая доля Y в сумме редких земель (39 %) позволяет вольфрамат кальция характеризовать как иттрошеелит. Средние содержания Sr, Mo, Pb, Bi в шеелите невысоки, соответственно, г/т: 149.0; 83.9; 41.9; 40.3.

В жилах молочно-белого кварца Мурунтау присутствует тунгстенит WS_2 [38]. Минерал серовато-черного цвета, чешуйчатого строения, образует тонкие прерывистые просечки протяженностью до 0.7 м, примазки по стенкам трещин и зеркалам скольжения, редко плотные сажистые скопления, проникающие в кварц по тончайшим трещинкам и микропорам. Тунгстенит, по Р.И. Конееву, содержит W 73.3 %, S 25.9 % (микроанализатор MS-46 «Самеса»). Минерал ассоциирует с мелкими метакристаллами пирита (пентагон-додекаэдры), ромбододекаэдрами карбоната, зернами шеелита и переотложенными выделениями самородного Au (до 0.5 мм). На скоплениях тунгстенита местами отмечаются зеленовато-желтые

корочки гипергенного тунгстита $WO_2(OH)_2$ толщиной до 0.1 мм. Изучение тунгстенита имеет важное диагностическое и прикладное значение. На глубоких горизонтах Мурунтауского поля среднее содержание WO_3 в рудных пробах составляет 0.051 % (максимально 0.15 %), в то время как содержания шеелита не превышают 0.016–0.024 %. Не исключено, значительная часть W в отдельных залежах Мурунтау присутствует в форме тунгстенита, заполняющего дефекты кристаллов, межзерновые пространства и микротрещинки (подобно тунгстениту Тамватнейского вольфрамowego и Майского золоторудного месторождений на Чукотке).

Шеелиты Мурунтау подразделяются на две разновидности, различающиеся геологической позицией и минералого-геохимическими параметрами (рис. 4) [44]. Интенсивно деформированный шеелит 1 в виде мелких неравномерно рассеянных зерен отмечается в пологозалегающих субсогласных кварцевых жилах. Цвет его от коричневатого до белого. В некоторых случаях наблюдались кристаллические агрегаты шеелита 1 диаметром до 1–2 см. Минерал ассоциирует с пиритом, пирротинном, калишпатом, апатитом, хлоритом, кальцитом, характеризуется голубовато-белой люминесценцией. Предполагается, что мелкие вкрапления шеелита образовались в результате сдвиговых деформаций и разрушения более крупных кристаллов. Примеси в шеелите 1, г/т: Sr 200–260, La 15–140, Ce 30–250, Nd 30–60, Sm 5–15, Eu 2–7, Tb 1–3, Lu 0.5–4.0. Шеелит 1 обеднен Mo (менее 1.0 г/т).

Шеелит 2 коричневатого и коричневатого-оранжевого оттенков распространен в крутозалегающих кварцевых жилах секущего типа в ассоциации с мусковитом, пиритом, халькопиритом,

молибденитом, ортитом. Минерал рассекается поздними карбонатными прожилками. Формы выделения шеелита 2: вкрапления, округлые мелкие зерна, трещиноватые кристаллы размером до нескольких см. Особенности шеелита 2: желтоватая фотолюминесценция, зоны роста колебательной природы, локализация в участках с богатыми рудами Au, контрастная позитивная аномалия Eu. Шеелит 2, в сравнении с шеелитом 1, характеризуется более высокими содержаниями большинства примесей, г/т: Sr 400-1100, La 15-80, Ce 60-350, Nd 65-250, Sm 20-90, Eu 9-130, Tb 3-75, Lu 0.2-3.0, Mo 0.1-2.2.

Вольфрам играет значительную роль в геохимическом спектре Мурунтау, входя в индикаторную триаду Au-W-As (до 95 % и более от суммы привнесенных рудогенных элементов). Элементы триады и сопровождающие их спутники (Mo, Bi, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, Pb, Ag, В, Sb, Ва и др.) занимают закономерную позицию в геохимических полях, геохимических моделях и рядах геохимической зональности.

Мурунтауское поле фиксируется контрастными и обширными вторичными ореолами Au, W и As. Максимально продуктивные ореолы Au и W сосредоточены в «ядре» рудного поля – области развития биотит-полевошпат-кварцевых метасоматитов. Вторичные ореолы As преимущественно развиты на флангах [16].

В месторождениях Мурунтау и Мютенбай проявлен стандартный ряд геохимических парагенезисов золота: Au-W, Au-As, Au-Te, Au-Ag, Au-Sb, Au-Hg [7, 18]. Основные объемы Au и W сосредоточены в первом парагенезисе.

Геохимическая модель Мурунтау имеет высокоупорядоченную объемно-концентрическую структуру, что видно на примере разреза через центральную часть месторождения (рис. 2). Ядерная зона штокверка, сложенная калишпат-кварцевыми метасоматитами, трассируется дифференцированными полями W и Mo (высокопродуктивная ранняя ассоциация). Содержания W и Mo возрастают с глубиной. Повышенные концентрации As и Sb (индикаторов поздних и заключительных стадий минерализации) тяготеют к средним и верхним горизонтам и апикальным частям рудных залежей. Хром, петрогенный когерентный элемент метасоматитов, концентрируется в периферической зоне.

Закономерные соотношения геохимических полей Au, W и As отмечены Э.Б. Бертманом в поперечных сечениях третьей рудной залежи (во-

сточный фланг Мурунтау). Рудная залежь (совокупность субсогласных и субпараллельных кварцевых жил, разделенных минерализованными метасоматитами) приурочена к антиклинальной складке с относительно крутым южным и пологим северным крыльями. Рудовмещающий разрез характеризуется частым чередованием литологически разнородных углеродисто-терригенных образований косманачинской толщи. Эшелонированное распределение геохимических ореолов контролируется мелкой складчатостью и флексурными изгибами пластов. Ореолы W развиваются в границах геохимического поля Au, ореолы As повышенной интенсивности (0.01-0.05 %) смещены в висячий бок рудной залежи (рис. 5).

По С.В. Григоряну, осевая вертикальная геохимическая зональность Мурунтау выглядит следующим образом: W, Mo, Co, Ag, Au – Bi – As – Cu, Zn, Pb, Ag. По Э.Б. Бертману, ряд зональности эндогенных ореолов: $W_1 - (W_2 - Bi - Au_1) - (Mo - Cu - As - Co - Ni - Au_2) - (Zn - Pb_1) - (Pb_2 - Sb - Ag)$. Пологозалегающие субсогласные рудные залежи с ранним золото-кварц-редкометалльным парагенезисом имеют фациальную зональность: Mn, Ni, Mo, Cu, Ag (тыловая зона) – W, Au, Mo, Bi, As (стволовая зона) – As, Ва, Ag, В (фронтальная зона). Крутопадающие, секущие рудные тела с поздними минеральными комплексами характеризуются развитием W, Au, Mo, Co и As на нижних и средних уровнях, ореолов Cu, Pb, Bi, As, Ag, Sb на верхних (Ю.И. Петров, Е.В. Янишевский).

Золото-(вольфрам)-сульфидный прожилково-вкрапленный и вкрапленный тип. Особенности золото-вольфрамовой минерализации данного типа рассмотрим на примере месторождений Олимпиада, Кумтор и Бакырчик.

Крупное золоторудное (с W и Sb) месторождение Олимпиада находится в России, Красноярском крае, в северо-западной части Енисейского кряжа. Рудное поле, по [29], сложено углеродисто-терригенно-карбонатными и кварц-слюдистыми сланцами кординской свиты среднего протерозоя, обрамленными древними (верхний протерозой, рифей) орогенными интрузивами гранитов и гранито-гнейсов (татарско-аяхтинский и тейский комплексы). Золоторудные, золото-вольфрамовые и золото-вольфрам-сурьмяные сульфидсодержащие месторождения приурочены к горизонту углеродистых терригенно-карбонатных осадков, претерпевших региональные изменения эпидот-амфиболитовой и зеленос-

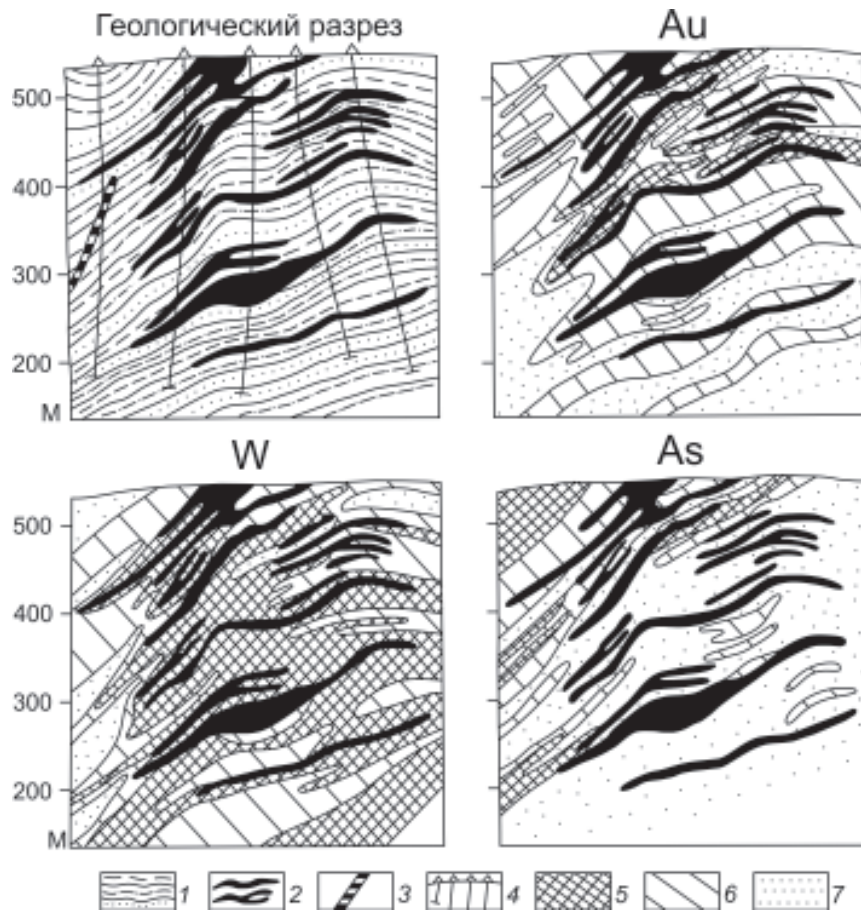


Рис. 5. Месторождение Мурунтау, восточный фланг. Геологический разрез и эндогенные ореолы Au, W, As в разрезе по линии 124, по материалам Э.Б. Бертмана (1978):

1 – переслаивающиеся отложения косманачинской свиты: углеродистые сланцы, слюдясто-кварцевые алевролиты, песчаники; 2 – субсогласные рудные тела (залежь № 3); 3 – крутопадающая кварцевая жила; 4 – скважины; 5-7 – содержания элементов (Au и W в г/т, As в %): 5 – Au 0.5-1.0, W 50-150, As 0.02-0.05, 6 – Au 0.2-0.5, W 12-50, As 0.01-0.02, 7 – Au менее 0.2, W менее 12, As менее 0.01

ланцевой фаций. Широко проявлены смятие и брекчирование пород, кливаж, запрокинутые складки северо-восточного простирания. Гидротермальные изменения пород: окварцевание, карбонатизация, серицитизация, березитизация (серицит, мусковит, кварц, хлорит, декарбонизация углеродистого вещества). Рудные залежи приурочены к замкам и периклинальным замыканиям складчатых структур. Протяженность Основного рудного тела до 800 м, мощность до 400 м, вертикальных размах более 700 м (рис. 6).

Выделяются пять стадий минералообразования: эндогенные дорудная I, раннерудная II, позднерудная III, пострудная IV и гипергенная V [4]. В дорудную стадию (480-380 °С) отложились мусковит-кварц-карбонатные, мусковит-кварц-цоизитовые метасоматиты с кварцевыми, кварц-кальцитовыми, кальцитовыми гнездами и про-

жилками с шеелитом. В раннерудную стадию сформировались тонковкрапленная золото-арсенипирит-пирротиновая (380-280 °С) и прожилково-вкрапленная полисульфидная (280-220 °С) минерализация. Позднерудная золото-шеелит-антимонит-бертьеритовая минерализация возникла после образования аргиллизитов. Эндогенный процесс завершился при 230-200 °С отложением пострудных кварц-кальцит-флюоритовых и кварц-калишпатовых прожилков.

Первичные золото-сульфидные руды содержат: самородное Au, ауристобит, пирротин, пирит, арсенипирит, антимонит, бертьерит, самородную Sb, шеелит, ильменит, магнетит. Редко встречаются халькопирит, пентландит, кубанит, виоларит, висмутин, молибденит, сфалерит, блеклая руда, брейтгауптит, бурнонит, джемсонит, ульманит, гудмундит, киноварь. Количество сульфидов

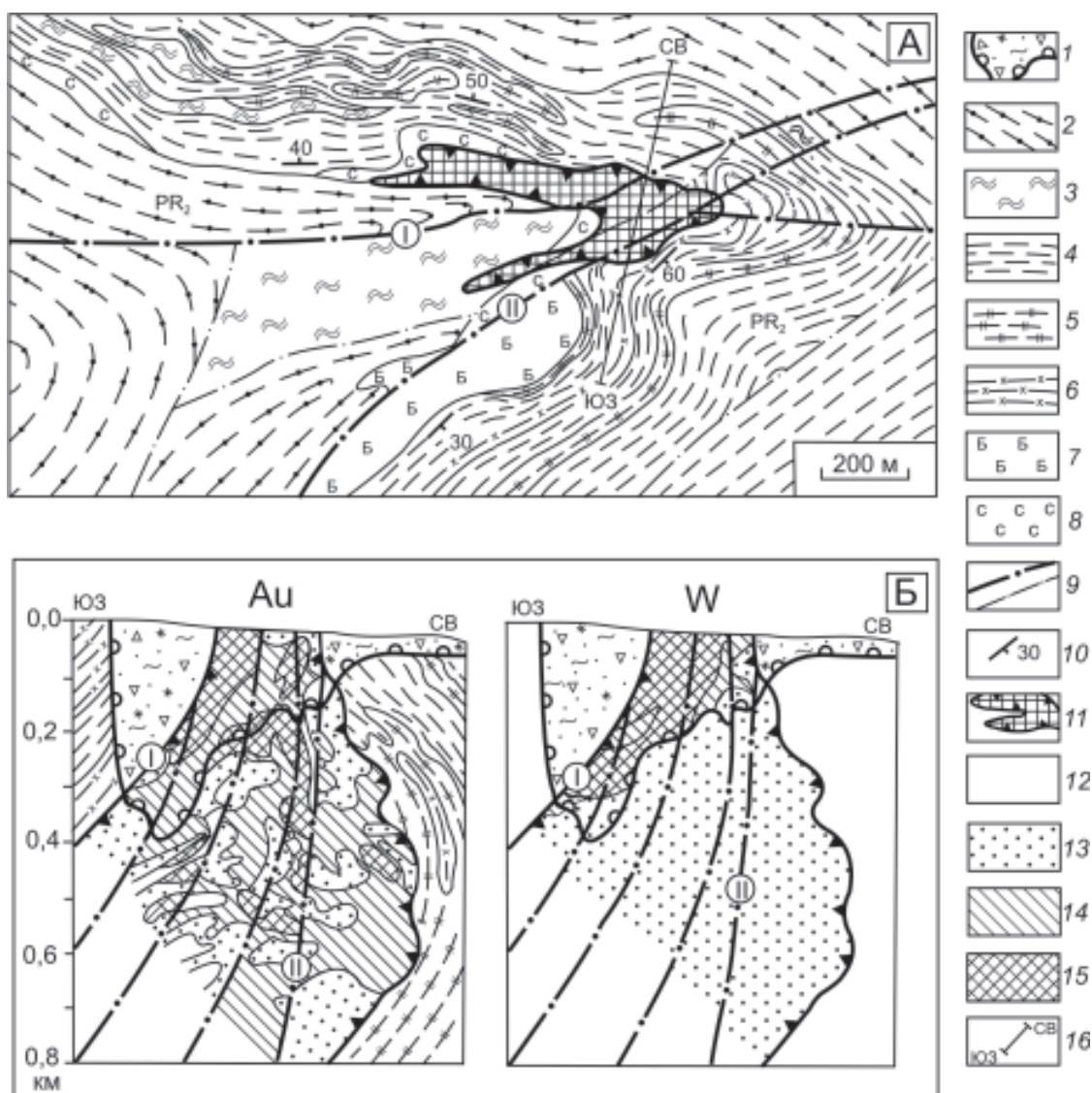


Рис. 6. Золото-вольфрамовое месторождение Олимпиада, Енисейский край, Россия. Геологическая карта Восточного участка (А) и распределение Au и W в разрезе по линии ЮЗ-СВ в Основном рудном теле (Б), по материалам [29]: 1 – глинисто-щебнистая кора выветривания; 2-6 – сланцы кординской свиты среднего протерозоя: 2 – кварц-слюдистые, 3 – карбонат-биотит-мусковит-кварцевые, 4 – углеродистые слюдисто-кварцевые, 5 – углеродистые мусковит-кварц-карбонатные, 6 – углеродистые хлоритоидные; 7-8 – метасоматиты: 7 – биотит-кварц-карбонатные, 8 – мусковит-кварц-карбонатные; 9 – разломы (I – Граничный, II – Главный); 10 – элементы залегания слоистости; 11 – Основное рудное тело; 12-15 – содержания Au (г/т) и W (%): 12 – Au менее 1.0, 13 – Au 1.0-3.0, W менее 0.03, 14 – Au 3.0-8.4, W 0.03-0.1, 15 – Au более 8.4, W 0.1-1.0; 16 – линия геологического разреза

фидов до 3-5 % (вкрапленность, прожилки, гнезда). Нерудные минералы представлены карбонатами (30-40 %), кварцем (30-35 %), слюдами (биотит, мусковит, серицит, 13-18 %), хлоритом, цоизитом, каолинитом. Золото двух генераций. Раннее тонкодисперсное Au-I заключено в пирите и арсенопирите, размер выделений 1-10 мкм, проба 910-997‰. Игольчатый арсенопирит содержит Au 40-1850 г/т. Свободное крупное золото-II (до 1 мм) ассоциирует с антимонитом; проб-

ность его 647-757‰, примеси – Ag 15-22 вес. %, Hg 8.9-12.9 вес. %.

Шеелитовая минерализация размещается в скарноидах, скарнированных известняках, кварц-цоизитовых, углеродисто-серицит-кварцевых, слюдисто-кварц-карбонатных и карбонатных метасоматитах [3, 4]. Шеелитоносные скарноиды (гроссуляр, андрадит, салит, тремолит, цоизит, кварц, кальцит, сфен, хлорит) и кварц-цоизитовые метасоматиты развиты на Западном

участке (рудное тело № 1). Шеелит (гнезда и полосовидные скопления кристаллов размером от 0.01 до 1.0 мм) ассоциирует с пирротином и арсенопиритом, содержит микровключения кварца, кальцита, бертьерита размером 30-50 мкм. Углеродистые серицит-кварцевые метасоматиты характерны для Основной рудной залежи (Восточный участок). Кристаллы шеелита размером до 1.0 мм образуют здесь послойную вкрапленность, а также прожилки совместно с кварцем и карбонатом. В слюдяно-кварц-карбонатных метасоматитах отмечаются более крупные кристаллы шеелита (до 2-3 мм) с микрофазами кварца, кальцита и бертьерита.

Минералогический анализ позволяет в эндогенных рудах выделить две генерации шеелита. Ранняя генерация (шеелит 1) в виде вкрапленников в метасоматитах, кварцевых, кварц-кальцитовых гнездах и прожилках, ассоциирует преимущественно с пирротином и арсенопиритом. Поздняя генерация (шеелит 2) образует сростки с антимонитом и бертьеритом. Основная масса шеелита связана с вкрапленно-прожилковым золото-сурьмяным комплексом. Обе генерации шеелита содержат примесь Au до 0.4 г/т; шеелит 2 дополнительно включает Sb до 107 г/т [3]. Средняя концентрация W в первичных рудах составляет 56 г/т, что в 2.5-3.0 раза превышает фон данного элемента во вмещающих углеродистых сланцах. Сульфидные минералы обогащены Au, Ag и W, г/т: арсенопирит содержит Au 225, Ag 20, W 4.5; пирит — Au 9.2, Ag 6.0; пирротин — Au 11.2, Ag 50, W 65; антимонит — Au 5.1, Ag 14, W 45. В гравитационных концентратах золото-сульфидных руд выявлены высокие содержания шеелита (среднее 2.92 %). При использовании методов магнитной сепарации и электросепарации из такого сырья ежегодно можно получать свыше 400 тонн шеелитового концентрата.

В золотых и Au-W рудах присутствуют платиноиды. В первичных рудах Основного тела содержания Pt от 0.005 до 24.0 г/т (среднее 1.41 г/т), Pd от 0.001 до 1.9 г/т (среднее 17.5 мг/т). Платина концентрируется в арсенопиритсодержащих метасоматитах; палладий — в метасоматитах, обогащенных пиритом и антимонитом [19].

На месторождении проявлена линейная золото-вольфрам-сурьмяноносная кора выветривания мел-палеогенового возраста, приуроченная к дислоцированным контактам рудоносных углеродисто-терригенных и углеродисто-терригенно-карбонатных пород [17, 29]. Кора гидрослюдис-

то-каолининового профиля с зоной дезинтеграции и начальными глинистыми изменениями пород. Глубина распространения коры выветривания в зонах разрывных нарушений до 350-400 м (Главный разлом).

Руды коры выветривания представлены пористыми, супесчано-суглинистыми желто-бурыми образованиями, сохранившими текстурно-структурный рисунок метасоматитов и сланцев. Реликтовые гипогенные минералы — кварц и слюды, среди гипергенных минералов преобладают каолинит, гиббсит и гидрослюды. Широко развиты оксиды и гидроксиды Fe, Mn, Sb, вторичные карбонаты, фосфаты и вольфраматы [35]. Невидимое золото (78-95 %) связано с гидроксидами Fe и оксидами Sb. В коре выветривания Au высвобождается из сульфидов, руды становятся легкообогатимыми. В гипергенных рудах, по сравнению с эндогенными, содержания Au в два раза выше. Преобладает весьма высокопробное легко извлекаемое золото; размеры частиц от 1-10 мкм до 250-500 мкм, редко 1.0-1.5 мм. Видимое самородное Au на 64-92 % относится к классу -0.074 мм, оно подразделяется на эндогенное остаточного типа (до 70 %) и новообразованное гипергенное (до 30 %). Гипергенное золото, по А.Д. Генкину, Г.В. Нестеренко, представлено тонкопористыми микроэмульсионными скоплениями («горчичное» Au) и ветвисто-друзовидными, колломорфно-губчатыми и округло-удлиненными выделениями. Агрегаты тонкопористого золота размерностью 50-100 мкм, широко распространенные на месторождении, при травлении выявляют структуры рекристаллизации [41]. Переотложенное вторичное золото (глобули, пластинчатые кристаллы) часто концентрируется в натечных метакolloидных агрегатах вольфрамсодержащего трипугита $FeSbO_6$ [17]. Основной объем промышленной вольфрамовой минерализации (остаточный и переотложенный шеелит, гидроокислы W — тунгститы) ассоциирует со слюдами и оксидами Fe, Mn и Sb. Вторичный (гипергенный) игольчатый шеелит пронизывает оксиды Fe-Sb, содержит примесь Au до 0.5 г/т и Sb 0.04-2.9 %. Среднее содержание вольфрама в одной из залежей коры выветривания 0.16 %.

Окисленные руды содержат Pt и Pd (средние значения 1.82 г/т и 19.0 мг/т). Платиноносные участки приурочены к пересечениям разрывов и мелкоблоковой тектонической нарушенности пород [19]. В аккумуляции полезных минералов значительная роль отводится коллоидным

растворам [41]. В коре выветривания Основного рудного тела концентрируются Au, W, Sb, Co, Pb (средние содержания соответственно более 5.0 г/т, 500 г/т, 0.14 %, 0.004 % и 0.004 %). Такие элементы, как Zn, V, Ni, Mo, Ba, выносятся из рудного тела, концентрируясь в периферийной зоне.

Золото-(вольфрам)-сульфидное месторождение Кумтор находится на территории Срединного Тянь-Шаня, вблизи «линии Николаева» – сuture Кыргызско-Казахстанского палеоконтинента субширотно-северо-восточного простирания. Протяженность её составляет сотни километров. Рудные залежи локализованы в Кумторской зоне смятия длиной более 7 км и мощностью 300–400 м [2, 5, 12, 27, 37 и др.]. При описании месторождения использованы опубликованные материалы В.Н. Богдецкого, Б.А. Трифонова, В.В. Никонорова, Н.К. Курбанова, В.Г. Дзялошинского, Ю.И. Новожилова, С.И. Аникина, А.В. Никифорова и др.

Рудовмещающая зона смятия месторождения Кумтор имеет надвиговую природу и выполнена дислоцированными породами вендского и нижнепалеозойского возраста [5]. Выделяются три литологических комплекса пород: подстилающий вулканогенно-кремнисто-терригенный, рудовмещающий углеродисто-карбонатно-терригенный и перекрывающий терригенный. Отложения рудовмещающего комплекса (джетымтауская серия) отличаются повышенной углеродистостью (до 1.5–3.0 % и более), син-, диагенетической рассеянной минерализацией пирита, повышенным геохимическим фоном Au, Ag, Te, W, Zn, As, РЗЭ, Ga, Th [2, 15, 33, 39 и др.]. Рудоносная структура северо-восточного простирания погружается на юго-восток под углами 25–55°. По [21], месторождение располагается на 1.5–2.0 км выше кровли скрытого массива гранитоидов верхнепалеозойского возраста. Связь оруденения с магматизмом предполагается также в работах [20, 45 и др.]. За пределами рудоносной структуры встречаются редкие дайки кислого и щелочного состава [37]; сама структура амагматична.

Золото-(вольфрам)-сульфидные тела Центрального участка (Штокверковое, Южное, Северное, Северо-Восточное) размещаются в зонах гидротермального преобразования углеродистых филлонитов (рис. 7) [28]. Преобладающие метасоматические изменения: калишпатизация, альбитизация, карбонатизация и пиритизация. Руды представлены метасоматически изменёнными

породами, пронизанными штокверком пирит-кварц-полевошпат-карбонатных прожилков. Штокверки обычно слагают периферийные части, полнопроявленные метасоматиты – “ядра” рудных тел. Рудные тела преимущественно линзо-, пластообразные, мощностью от первых десятков метров до 100–150 м и протяженностью 600–1000 м и более. Текстуры руд – вкрапленные, прожилково-вкрапленные, сетчато-прожилковые, полосчатые, пятнистые, брекчиевидные.

Основные рудные минералы – пирит, гематит, шеелит. Содержание пирита в руде (кубы, октаэдры, пентагондодекаэдры, губчатые выделения) до 10–20 %. Средние значения золота в пирите 0.05–280.0 г/т и более. Второстепенные рудные минералы: халькопирит, сфалерит, самородное золото, теллуриды, блёклые руды (тетраэдрит, теннантит), галенит, висмутин, тетрамит, самородное Ag и др. Нерудные минералы – карбонаты (анкерит, доломит, кальцит, сидерит), микроклин, альбит, кварц, серицит, целестинобарит, антраксолит-графит. Главный промышленный компонент руд Кумтора – золото (средние содержания в рядовых рудах 2–10 г/т, в богатых десятки г/т). Серебро – попутно извлекаемый элемент. Потенциальный интерес представляют W, Te, S.

Руды характеризуются разнообразием форм нахождения золота [24]. Разными методами достоверно определены следующие минералы, содержащие Au: самородное золото (пробность 920–986 и 704–876‰); интерметаллиды Au-Ag: электрум (пробность 600–700‰), кюстелит (400–600‰), “белёное золото” (<400‰); теллуриды: калаверит $AuTe_2$, сиванит $AuAgTe_4$, петцит Ag_3AuTe_2 , креннерит $(Au,Ag)_2Te_4$, мутманнит $(Ag,Au)Te$, монтбрейит $(Au_2Te_3)Au_2(Te,Sb)_3$, безсмертновит $Au_4Cu(Te,Pb)$. На долю теллуридов Au-Ag в рудах приходится около 50 % всего золота, остальные 50 % связаны с самородным золотом и интерметаллидами Au-Ag [1]. До 90 % всех золотосодержащих минералов и минеральных ассоциаций связано с “рудным” пиритом [27, 37].

Кумтор – крупнообъёмный вольфрамсодержащий объект [2, 28, 43]. Вольфрам, наряду с Te и Ag, является типоморфным элементом золотых руд. Он образует широкий и устойчивый ореол, выходящий за контуры золоторудных тел. Содержания WO_3 в рудных пробах от 0.005 до 1.0 %, в рядовых рудах они чаще всего составляют 0.027–0.11 % [27]. В Штокверковой и Южной зонах

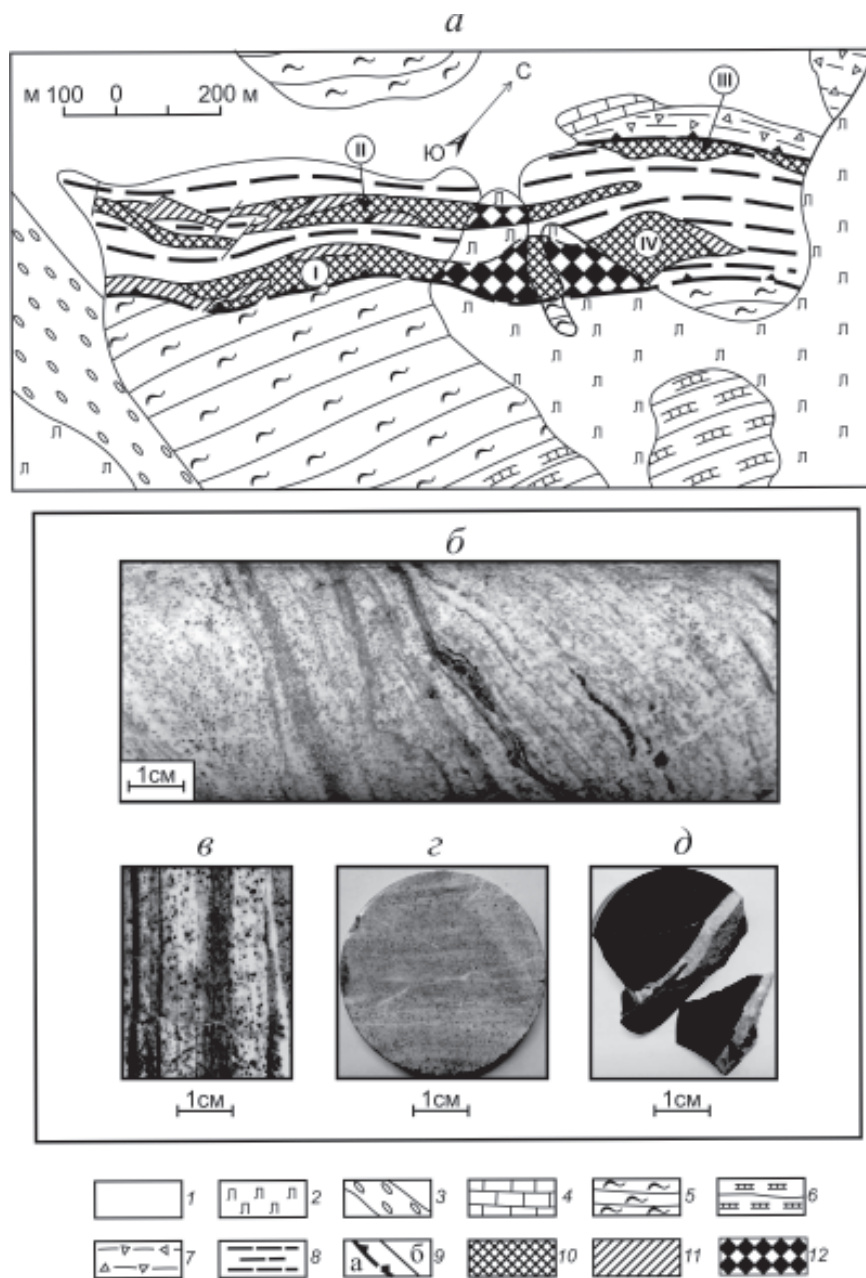


Рис. 7. Золото-(вольфрам)-сульфидное месторождение Кумтор, Тянь-Шань, Кыргызстан: *а* – схематическая геологическая карта Центрального участка, по В.В. Никонорову; *б-д* – формы проявления шеелитовой минерализации: *б* – тонкополосчатая, насыщенная шеелитом карбонатная порода с прослойками углеродистых филлитов и густой вкрапленностью метасоматического пирита (фрагмент керна скважины); *в, г* – полосчатый шеелит-пирит-карбонатный метасоматит; *д* – углеродистый филлит с пирит-карбонат-шеелитовым прожилком, по А.Г. Шевкунову: *1* – аллювий, пролювий; *2* – ледники; *3* – морена; *4* – известняки (С-О₁); *5-6* – отложения венда: *5* – углисто-глинистые сланцы (филлиты) джетымтауской свиты, *6* – переслаивание филлитов и известняков; *7* – тектонический меланж; *8* – углеродистые милониты; *9* – тектонические дислокации: *а* – надвиги, *б* – прочие разломы; *10-11* – руды с концентрациями золота: *10* – средними и высокими, *11* – низкими; *12* – рудные тела, перекрытые ледником; рудные зоны: *I* – Южная, *II* – Северная, *III* – Северо-Восточная, *IV* – Штокверковая

содержания WO_3 местами достигали 0.2-0.5 %, что позволило при разведке месторождения выделить тела бедных вольфрамовых руд [37].

Основной минерал вольфрама – тонкозернистый шеелит, тесно ассоциирующий с карбона-

тами. Шеелит встречается в составе пирит-карбонатных прожилков, а также в виде густой вкрапленности в телах полевошпат-карбонатных метасоматитов (см. рис. 7). Прожилки с вкрапленностью шеелита наблюдаются в разных струк-

турных позициях: 1) выполняют одинаково ориентированные трещины скола; 2) слагают плёночно-сетчатые образования в разноориентированных зонах дробления и брекчирования; 3) концентрируются вдоль тектонических нарушений, ограничивающих зоны смятия и будинажа; 4) трасируют мелкие складки и моноклинально залегающие блоки метасоматически преобразованных углистых пород; зоны таких прожилков субогласны с первичной слоистостью или рассланцеванием вмещающих осадков [40].

Состав шеелитсодержащих прожилков от пирит-кварц-полевошпат-карбонатных до шеелит-карбонатных и моношеелитовых. Мощность прожилков — от тончайших просечек до 1-2 см. Реже шеелит концентрируется в карбонат-полевошпат-кварцевых и полевошпат-карбонатных жилах, слагающих секущие линзовидные тела мощностью от 0.2 м до 1-2 м. Здесь он тяготеет к одному из контактов жил, образуя струйчато-полосчатые вкрапленные скопления, параллельные этому контакту.

Наибольшие концентрации шеелита связаны с телами пирит-карбонатных метасоматитов. Это массивные серые альбит-карбонатные разности с равномерной тонкой вкрапленностью пирита и шеелита (Северная рудная зона) и белые, существенно карбонатные тела с вкрапленностью шеелита по полосчатости (Южная рудная зона). Мощность их от 0.5-5.0 м до 10 м и более. Тела ограничены с обеих сторон тектоническими зонами или характеризуются постепенным переходом в углистые карбонатные филлиты, с которыми часто смяты в мелкие складки.

Во всех случаях шеелит образует сгущения светло-серых изометричных выделений размером от 0.01-0.05 мм до 1-2 мм, редко кристаллы медово-коричневого цвета до 0.5-0.7 см. По формам и взаимоотношению с окружающими минералами выделяются три основные генерации: 1) шеелит 1 — изометричные зёрна с ровными кристаллизованными гранями в карбонатах и кварц-полевошпатовых метасоматитах; 2) шеелит 2 — изометричные лапчатые выделения, образующие аллотриоморфные срастания с пирит-карбонатным агрегатом, развивающиеся по кварц-полевошпатовой или карбонатной основе метасоматитов, а также в жилах и в цементе тектонических брекчий; 3) шеелит 3 — отдельные кристаллы, их скопления и сростки в ассоциации с кальцитом (манганокальцитом); в эту же генерацию входит шеелит, слагающий мономинеральные и

кальцит-шеелитовые прожилки, секущие ранние ассоциации с шеелитами 1 и 2.

К ранней генерации также отнесены катаклазированные, обломочные зёрна шеелита с затёртыми гранями, наблюдаемые в микробрекчиево-полосчатых пирит-карбонатных метасоматитах (милонитах). Большинство выделений шеелита в таких разностях сконцентрированы по полосчатости (первичной слоистости) пород. В центральных частях пирит-карбонатных тел сохранились фрагменты тонкозернистых неизменённых песчаных известняков, в которых шеелит образует скопления по слойкам “запесоченности”. Зёрна шеелита здесь также имеют округлую (окатанную) форму, разбиты трещинками, заполненными тонкозернистым карбонатом. Они корродированы поздним метасоматическим золотоносным пиритом. Возможно, это “сингенетичная” вмещающим породам разновидность россыпеобразующего шеелита, отложившаяся при перемыве продуктов разрушения древних рудопроявлений вольфрама (подобно заметным скоплениям рутила и ильменита в рудовмещающих филлитах месторождения).

Содержания W в неизменных углеродистых филлитах Кумторского рудного поля составляют 3-17 г/т (в среднем 8 г/т), что в 4 раза и более превышает кларк осадочных пород [39]. Наряду с шеелитом, вольфрам сконцентрирован в углеродисто-серицитовой массе [15]; высокие его содержания определены в аксессуарных минералах — ильмените, рутиле и цирконе [26]. Пара “W-Ti” имеет строгую корреляцию как в составе первичных, так и рудных пиритов [46]. Повышенные концентрации W в диагенетическом и метасоматическом пиритах связаны с включениями обломочного рутила и ильменита. Первичные пороодообразующие и аксессуарные минералы-концентраторы вовлекаются в процесс прерудного метасоматоза, обогащают вольфрамом рудоносные растворы.

Элементы-примеси в шеелитах, г/т: Si, Mg, Fe, Al, Cu, Ni, Ba, Sr, Sc, La, Y, Yb, Mn, Mo и др. Первые четыре элемента обусловлены микроксенолитами вмещающих силикатов и карбонатов, захваченных при метасоматическом росте зёрен шеелита. С микропрожилками и вкрапленностью сульфидов и барита связано присутствие Cu, Ni и Ba в вольфрамите кальция. В матрицу шеелита входят изоморфно или в виде одновременно кристаллизовавшихся микрофаз следующие элементы, г/т: Sc 20-300, La 11-3000, Y 10-

6000, Yb 10-400, Mn 10-300, Mo 10-1000. По вариации содержаний последней группы примесей шеелиты Кумтора подразделяются на три разновидности. Самая многочисленная выборка характеризуется ярко-голубой люминесценцией в ультрафиолетовых лучах, полным набором элементов-индикаторов (Mo, Mn, Sc, Y, Yb) и незначительными колебаниями их содержаний. Для ограниченной части зёрен шеелита (4 %) определена повышенная концентрация Mo (до 1000 г/т); эта разновидность имеет зеленовато-желтоватобелую люминесценцию. Около 15 % исследованных зёрен шеелита имеет голубовато-белую люминесценцию и Yb-Y специализацию. Все шеелиты месторождения характеризуются высоким содержанием Sr (до 3.0 вес. %), что связано с частичной ассоциацией шеелита и барито-целестина.

По спектрам фото- и рентгеновской люминесценции выделяются два вида шеелита: 1) с выраженными пиками Dy^{3+} , Tb^{3+} , Er^{3+} , Eu^{3+} , Pr^{3+} и Sm^{3+} ; 2) с отдельными мало выразительными всплесками Dy^{3+} и Pr^{3+} [40]. Ярко голубая фотолюминесценция шеелита возбуждается излучением с длиной волны 350-600 нм при максимуме 450 нм, связанным со свечением центров $[WO_4]^{2-}$. Спектры люминесценции шеелитов Кумтора подобны таковым месторождения Мурунтау и резко отличаются от спектров шеелитов скарновых объектов (Кенсу в Кыргызстане и др.). Контрастность содержаний РЗЭ в шеелитах Кумтора связана со средой отложения: шеелиты в кварц-полевошпатовой основе существенно обогащены РЗЭ; в шеелитах, заключенных в карбонатной матрице, концентрации редких земель понижены.

По результатам фазового химического анализа, в пробах с высокими содержаниями вольфрама и в групповых пробах, кроме шеелита, установлены фазы “вольфрамит” $(Fe, Mn)WO_4$, “тунгстенит” WS_2 и др. Доля фазы “вольфрамит” колеблется от 0.0 до 30.4%. Вольфрамит наблюдался в пирит-карбонат-полевошпат-кварцевом агрегате зёрен как реликтовый минерал в относительно крупных (до 7 мм) изометричных выделениях шеелита [40]. Редкие кристаллы вольфрамит (0.08x0.14 мм), образующие сростки с пиритом и кварцем, и отдельные зёрна гюбнерита отмечались ранее [5, 27]. Доля фазы “тунгстенит” от 0.0 до 38.8% (минерал пока не диагностирован). Среднее содержание W в золотоносных пиритах составляет 78 г/т при экстремально боль-

шой вариации содержаний от 0.001 до 3000 г/т [46]. Высокие значения W в пирите связаны с микровключениями шеелита, а также с пока неопределёнными микрофазами W (предположительно с вольфрамитом и тунгстенитом) [15, 40].

Важный прогнозно-поисковый признак – комплексные геохимические поля Au и W. Ореолы вольфрама развиты гораздо шире ореолов золота; они наблюдаются в осевой зоне, кровле и подошве рудообразующей структуры [1, 12, 27, 37]. В рудных телах относительно простого состава (участки Юго-Западный, Сарытор) W имеет положительную корреляцию с Au, Te, Hg (коэффициент 0.73). В рудоносных блоках с чередованием или наложением разных типов метасоматитов (Центральный участок) корреляция W с Au и другими элементами ослабевает, становится незначимой. С глубиной ореолы W увеличивают свои размеры (ширину). Наибольшими средними содержаниями W характеризуются пирит-карбонатные и пирит-альбит-карбонатные тела (соответственно 260 и 118 г/т); в пирит-карбонат-калишпатовых и пирит-карбонат-альбитовых разностях они равны 72 и 23 г/т [27, 28]. Концентрация W нарастает с усложнением состава (наложением) разных типов метасоматитов – от 191,5 г/т в простых комбинациях серицит-карбонатных и альбит-карбонатных рудоносных пород до 774 г/т в композиции всех известных метасоматитов.

Золото-вольфрам-сульфидные залежи сопровождаются контрастными эндогенными ореолами Te, Hg, Sb, Sr, Ag, Ba, Cu, Pb, Zn и других элементов. Морфология ореолов в целом согласуется с формой и условиями залегания рудных залежей. Контурные ореолы Au и Te повторяют друг друга. С глубиной, по падению рудоносной зоны, снижается интенсивность ореолов Hg, Sr и Ba, а концентрации Ag и Sb нарастают (указатель возможности обнаружения новых залежей на глубоких уровнях месторождения). В осевой части рудной зоны, в местах проявления пирит-карбонатных метасоматитов, развиты слабые ореолы Pb. Из рудной зоны выносятся As, Cu и Zn, образующие слабоконтрастные аномальные ореолы в висячем и лежачем боках. Геохимическая зональность в целом контрастная, дифференцированная, нередко деформированная процессами альпийской тектоники (надвигами, сдвигами).

Кумтор – эталон безмышьяковистых золото-редкометалльных месторождений в черносланцевых толщах. Золотая и вольфрамовая минера-

лизация Кумтора локализована в древних, геохимически разносторонне специализированных углеродисто-карбонатно-терригенных отложениях джетымтауской серии и связана с орогенным метаморфогенно-гидротермально-метасоматическим этапом (поздний палеозой). Основная масса руд отложилась в структурно благоприятном участке в условиях стрессовых деформаций надвигового типа, при отсутствии видимых интрузивных образований. Глубинным высокотемпературным флюидом из зоны ультраметаморфизма в рудолокализирующую структуру привнесены важнейшие петрохимические компоненты CaO, MnO, SrO, CO₂, CO и S, а также Au, W, Te. Предполагается, что значительная часть петрогенных, рудообразующих и рудных элементов была заимствована из вмещающих филлитов при их преобразовании в разнообразные метасоматиты.

Крупное золото-(вольфрам)-сульфидное месторождение Бакырчик находится в Восточном Казахстане, Западно-Калбинской металлогенической зоне, Кызыловской зоне смятия широтного направления. Важнейшие рудоконтролирующие структурные элементы Кызыловской зоны — надвиговые швы, тектонические линзы, кливаж, милонитизация, развальцевание пород, внутриформационные отслоения. При характеристике месторождения использованы опубликованные материалы [6, 23, 25, 29, 31, 34 и др.].

Руды Бакырчика залегают в углеродисто-терригенных породах буконьской свиты среднекаменноугольного возраста (алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты). Отложения свиты, формировавшиеся в застойных лимнических и флювиальных условиях, накапливали пирит-пирротинную, карбонатно-железистую (сидерит, анкерит), фосфатную, седиментогенную золотую (хемогенное и кластогенное Au) минерализацию. Диагенетические и ранние метаморфические изменения относятся к цеолитовой фации. Углеродистое вещество керит-антраксолит-шунгит-графит-битумоидного ряда.

Интрузивные образования, с которыми парагенетически сопряжены руды бакырчикского типа, представлены малыми штокообразными телами и дайками пестрого состава. Это диорит-гранодиорит-плагиигранитовая формация кунушского коллизионного С₃ комплекса, имеющая золото-мышьяково-редкометалльную специализацию (Au, As, Sb, W, Mo и др.). Дифференциаты данного комплекса на Бакырчике размещены ярусно: гранитоидный очаг залегает на глубине

3.0–3.5 км, дайковые породы локализуются на верхнем горизонте в зоне рудоносного надвига.

На месторождении развиты углеродисто-серицитолитовая, каолинит-гидрослюдистая, кварц-серицитовая, серицит-флогопит-карбонатная, хлорит-альбитовая и другие метасоматические ассоциации (Л.Г. Марченко, М.М. Старова, М.С. Рафаилович, В.Б. Чекваидзе и др.). Метасоматическая модель выглядит следующим образом (рис. 8). Углеродисто-каолинит-гидрослюдистые метасоматиты проявлены на верхних горизонтах, углеродисто-серицитолитовые изменения имеют “сквозное” распространение (максимально выражены в центральной части), серицит-флогопит-карбонатная с апатитом и турмалином ассоциация занимает нижние уровни. На глубоких горизонтах развиты метасоматические карбонаты: брейнерит, анкерит, доломит. В надрудной и верхнерудной зонах размещаются альбитовые и альбит-хлоритовые изменения (10–20 %), распространяющиеся вдоль трещинных зон на сотни метров.

Минералогия Бакырчика освещена во многих публикациях (М.М. Старова, В.С. Шибко, В.С. Зенкова, В.Н. Матвиенко, В.А. Нарсеев, М.С. Рафаилович, В.Д. Борцов и др.). Рудные минералы образуют пять парагенетических ассоциаций: раннюю мельниковит-пирит-пирротин-марказитовую (с никелином, пентландитом); рудные золото-пирит-арсенопиритовую (с кубанитом, герсдорфитом), золото-кварц-полиметаллическую (с блеклой рудой, халькопиритом, галенитом, сфалеритом) и золото-арсенопирит-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовую с брейнеритом, доломитом, анкеритом, айкинитом; позднюю кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовую. Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация имеет «транзитное» развитие, мельниковит-пирит-пирротин-марказитовая и золото-арсенопирит-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовая отмечаются на средних и больших глубинах, золото-кварц-полиметаллическая и кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая тяготеют к верхнему горизонту [31].

В суммарном балансе Au ведущую роль играет прожилково-вкрапленная золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация. По Л.Г. Марченко, значительная часть золота Бакырчика (до 10–30 %) концентрируется в углеродистом веществе. Самородное золото имеет пленочную, капельную, шаровую, амeboобразную, комковую, дендритовую, прожилковую формы. Превалируют суб-

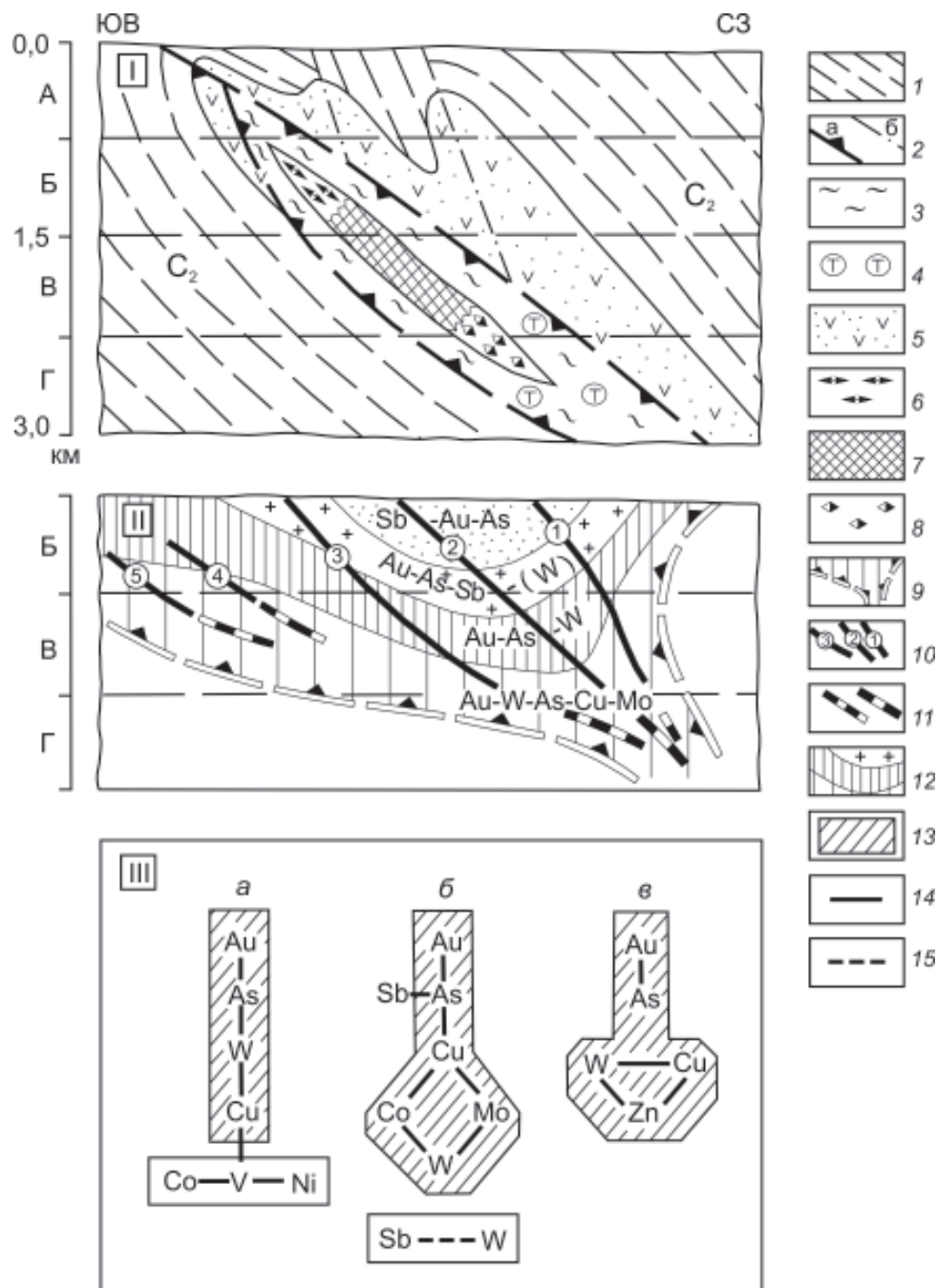


Рис. 8. Бакырчицкое золоторудное поле, Западно-Калбинская металлогеническая зона, Восточный Казахстан. Модели метасоматической (I) и геохимической (II) зональностей и корреляционные графы золото-арсенипирит-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовой ассоциации (III), составил М.С. Рафаилович с использованием материалов Л.Г. Марченко, М.М. Старовой, В.Б. Чекваидзе:

1 – углеродисто-терригенные породы буконьской свиты; 2 – разрывные структуры: а – надвижки, б – оперяющие разломы; 3 – серицитизация; 4 – турмалинизация; 5 – хлорит-альбитовые изменения; 6-8 – гидротермальные изменения в контуре Главной залежи Бакырчика (рудное тело № 1): 6 – углеродисто-каолинит-гидрослюдистые, 7 – углеродисто-серицитолитовые, 8 – серицит-флогопит-карбонатные; 9 – контур рудного пучка в проекции на вертикальную плоскость; 10-11 – осевые линии рудных залежей (1 – Загадка, рудное тело № 12; 2 – Бакырчик, рудное тело № 1; 3 – Бакырчик, рудные тела № 9, 10; 4 – Промежуточное; 5 – Глубокий Лог); 10 – установленные, 11 – предполагаемые; 12 – геохимические зоны; 13 – блоки Au-As-W-Cu-Mo ассоциации; 14-15 – корреляционные связи элементов, значимые на 5 % уровне: 14 – положительные, 15 – отрицательные; реперные вертикальные зоны: А – фронтальная (надрудная), Б – прифронтальная (верхнерудная), В – промежуточная (среднерудная), Г – тыловая (нижнерудная и подрудная)

микроскопические (менее 10 мкм) пыле- и амёбовидные выделения Au, локализованные в пирите и арсенопирите. Менее развито золото в микротрещинах сульфидов, находящееся в ассоциации с блеклой рудой, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, кварцем и карбонатом, и золото, входящее в кварц-серицит-карбонатные оторочки, обрамляющие зерна пирита и арсенопирита. Свободное преимущественно комковое Au отмечается в кварц-полиметаллическом и кварц-карбонат-арсенопирит-шеелит-халькопирит-молибденитовом парагенезисах. Мелкое переотложенное Au ассоциирует с поздними минералами – кварцем, антимонитом, тетраэдритом. Пробность тонкого Au в сульфидах верхнего горизонта равна 760‰, свободного самородного (средний и глубокий горизонты) – 960‰ [25].

Парагенезис золота и редких металлов, чрезвычайно важный как в теоретическом, так и в прикладном аспектах, изучен недостаточно. Первичным источником благородной и редкометалльной минерализации могли быть подверженные метатамофизму литологически и геохимически неоднородные осадки буконьской свиты. На средних и глубоких горизонтах Бакырчика в прожилково-вкрапленных золото-пирит-арсенопиритовых рудах и в их лежачем и висячем боках (основной тип руд) отмечаются гидротермально-метасоматические проявления золото-арсенопирит-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовой ассоциации. Показательны линзовидные и прожилково-гнездовые скопления железисто-марганцевых карбонатов и кварца, содержащие свободное Au, арсенопирит, шеелит, молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, айкинит. Золото локализуется в кварце, карбонате, арсенопирите, пирите в виде комков (преобладающая форма), октаэдров, пленок, дендритов, остроугольных выделений размером от 10-20 мкм до десятых долей мм. В золотоносном арсенопирите присутствуют примеси W (до 0.2 %), Mo, Bi, Sn (М.М. Старова, В.А. Нарсеев и др.). Содержания элементов в таких участках составляют: Au первые г/т и более, W до 0.н %, Cu и As до 0.1-1.0 %, Mo и Bi десятки г/т. Масштабы развития золото-арсенопирит-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовой минеральной ассоциации не исследованы.

Золото, вольфрам и сопутствующие компоненты (Cu, Sb, Pb, Zn, Mo, Ni, Co) занимают определенные места в геохимической модели (см. рис. 8). В вертикальной плоскости по геохимическим данным выделяются следующие зоны:

верхняя Sb-Au-As, первая промежуточная Au-As-Sb (с W), вторая промежуточная Au-As-W и нижняя Au-W-As-Cu-Mo [31]. Осевая зональность руд и эндогенных ореолов Бакырчика: V, Ni, Co, Cr – Mo, W, Sn, Cu – As, Au – Zn, Pb, Ag – Sr, Ba – Sb, Hg [29]. Содержания Au в окколорудных ореолах 0.01-1.0 г/т, в рудных телах первые г/т-20-25 г/т (среднее по месторождению 8-10 г/т). Концентрации W от 0.00н-0.0н % на верхнем горизонте до 0.1-0.5 % на среднем и глубоком. Содержания As в ореолах 0.005-0.6 %, во вкрапленных рудах 0.7-1.5 %. Для Sb характерны концентрации 0.00н %, редко 0.2-0.3 %. Устойчивые связи в корреляционных графиках образуют блоки Au-As-W, Au-As-Sb, Au-As, Cu-W, W-Cu-Zn, Co-V-Ni.

Недавними исследованиями, проведенными с использованием сканирующего электронного микроскопа, в антраксолит-шунгитах и сульфидных минералах Бакырчикского рудного поля установлены фуллерены и фуллеренообразные выделения, микро- и наночастицы, нанотрубки, содержащие благородные металлы (Au, Ag, Pt, Pd), черные и цветные металлы (Mn, Fe, Ni, Co, Al, Pb, Cu, Zn), редкие металлы и редкие земли (W, Mo, Sn, Y, Ce, Ga, In, Ta, Yb, Er, La и др.) [23]. Перечень свободных элементов, интерметаллидов и химических соединений (сульфиды, оксиды, карбиды, вольфраматы, арсениды) разнообразен: Au, Ag, Pt, Au, Ag+Cu, Au+Ni, Au+Ag, Au+Pd, MoC, AlYCo_{0.5}, WS₂, PtAs₂, PdAs₂, ErNd₂S₄, Co₃W, PtY, Ni₃Mo₂, Au₃Er, CeNdPd₂, EuMn₂Pr, Nd₂O₃, ErFe₅O₁₂, LiWO₄, Ce+La+TR, Ce+Ca+F+TR, Yb+Lu, Y+P+TR, Ta+Mn, W+Mo+Mn+Fe, Ga+In+Sn и др. [22, 23]. Реален выход на неизвестные, во многом экзотические источники металлов, которые могут существенно изменить стратегию поисков, оценки и освоения месторождений золота в углеродисто-терригенных толщах.

Золото-сульфидно-кварцевый (с вольфрамом) жильно-прожилковый и жильный тип. Представительное **месторождение Нежданинское** находится на территории республики Саха (Россия), в восточном борту Сибирской платформы, в Южно-Верхоянском синклинии. Описание геологии месторождения, его золотой и вольфрамовой минерализации приводится по материалам Г.Н. Гамянина, Ю.И. Новожилова, А.М. Гаврилова, М.М. Константинова, В.М. Яновского, В.В. Алпатов и др.

Южно-Верхоянский синклиний глубинными разломами северо-восточного и субширотного направлений разделен на ряд поперечных

блоков. Нежданинский рудоносный блок, расположенный в северной части региона, имеет малый уровень эрозионного среза. Месторождение Нежданинское приурочено к стыку Верхне-Юдомской и Аллах-Юньской металлогенических зон субмеридионального направления.

Регион сложен породами верхоянского осадочного комплекса мощностью 10-13 км. Выделяются формации: ниже-верхнекаменноугольная карбонатно-терригенная лагунно-морская, верхнекаменноугольно-нижнепермская ритмично-песчаниково-глинисто-сланцевая морская, верхнепермская туфогенно-осадочная флишеидная. Значительный объем верхней части земной коры занимают нескрытые эрозией интрузивные массивы гранит-гранодиоритовой и гранитовой формаций мелового возраста. На эрозионном уровне магматизм наблюдается в виде небольших штокообразных тел и даек [9, 29].

Нежданинское рудное поле сложено толщей переслаивающихся углеродистых алевролитов, алевропесчаников, песчаников и песчано-глинистых сланцев, относящихся к нижнепермской кукканской и ниже-верхнепермской дыбинской свитам общей мощностью около 2.0 км. Породы рудовмещающей кукканской свиты содержат органическое вещество первые % и карбонаты 5-10 %. Характерны конкреционные выделения пирита и диагенетические стяжения редкоземельных фосфорсодержащих минералов (рабдафанит-черчит). В кровле свиты прослеживается маркирующий горизонт песчаников с текстурами взмучивания. Залегающая выше дыбинская свита содержит частые прослои углистых аргиллитов (экран при формировании золотого оруденения). Метаморфизм пород относится к низшим ступеням зеленосланцевой фации.

Углеродистые осадки дислоцированы (кливаж, сланцеватость, будинаж, межформационные срывы, насыщенность трещинами различных направлений). Субмеридиональные разломы и зоны смятия имеют вертикальное или крутое западное или восточное падение. Они контролируют размещение даек диоритовых порфириров и лампрофириров. В тектонитах присутствуют гуминит, витринит, лейптинит, нафтены, кериты, антраксолиты, графитит, редко графит. Кериты и антраксолиты образуют прожилки и срастания с разновозрастными жильными и рудными минералами. Нередко скопления углеродистого вещества избирательно замещены сульфидами.

Самая крупная рудолокализирующая структура месторождения — рудная зона № 1. Азимут

простирается зоны 350°, протяженность около 10 км, вертикальный размах 1.9 км без признаков выклинивания, мощность 2-40 м (средняя 14.0 м), падение крутое 70-80° преимущественно на запад. Параллельно ей развита серия менее крупных минерализованных зон дробления, смятия и рассланцевания. Во всех зонах ведущая золоторудная прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация совмещена с золото-сульфидно-кварцевыми жилами и системами кварцевых прожилков, характеризующимися небольшой мощностью и протяженностью не более первых сотен метров.

Гидротермальные изменения пород — окварцевание, серицитизация, карбонатизация, альбитизация, пиритизация, графитизация. По В.В. Алпатову, околорудные метасоматиты представлены двумя фациями березитов: кварц-карбонат-серицитовой и кварц-карбонат-альбит-серицитовой (с пиритом, арсенопиритом). Метасоматический пирит содержит Au десятки г/т, Ag до 100-200 г/т, Cu 0.02-0.04 %, Pb и Zn до 0.2 %, Sb до 200-300 г/т; метасоматический арсенопирит — Au десятки-первые сотни г/т, Ag десятки г/т, Sb сотни г/т. Дайки диоритовых порфириров и лампрофириров лиственитизированы. Ареал метасоматического карбоната соответствует площади Нежданинского месторождения.

Выделяются минеральные парагенезисы околожильного метасоматоза и жильного выполнения. Последовательный ряд минеральных ассоциаций таков: шеелит-пирит-арсенопирит-доломит-кварцевая — золото-халькопирит-галенит-сфалеритовая — золото-сульфосольно-анкеритовая — халькостибит-антимонитовая. Регенерированные (новообразованные) ассоциации: шеелит-пирит-арсенопирит-кварцевая, золото-полиметаллически-серебро-сульфосольно-магносидеритовая, гидрослюдисто-диккитовая.

Рудные минералы — арсенопирит, пирит, самородное золото, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит, буланжерит, шеелит. Реже встречаются антимонит, джемсонит, бурнонит, сульфосоли Ag (пираргирит, миаргирит, свихиит, андорит, фрейбергит и др.), геокронит, пирротин, аргентит, гудмундит, арсеносульфанин, германит, фаматинит, иорданит [9]. Нерудные минералы представлены кварцем разных видов (метасоматический, жильного выполнения, регенерированный), карбонатами (кальцит, анкерит, доломит) и серицитом, меньше полевыми шпатами, хлоритом, гидрослюдой.

Золото двух генераций: 1) тонкодисперсное, связанное с ранними пиритом и арсенопиритом,

2) более крупное, свободное и в сростках с сульфидами, ассоциирующее с поздними кварцем, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой, буланжеритом. Формы самородного Au: комки, жилки, пластинки, дендриты, кристаллы (октаэдрические и кубооктаэдрические), каркасные, ажурные, ветвистые выделения. Размер зерен от первых мкм до нескольких десятых долей мм, иногда 2.0-2.5 мм. Основная масса золотин имеет размеры десятки мкм. Структура выделений Au монокристаллическая гомогенная, пробность 550-925%. Преобладает Au пробности 725-775%. Относительно высокопробное золото (800-925%) составляет около 10 % общего числа золотин; оно ассоциирует с блеклыми рудами и сульфоантимонитами. Примеси в золоте – Ag (от 7-10 до 30-35 вес. %), As, Sb, Pb, Hg (десятки-сотни г/т).

Оруденение характеризуется тесной связью Au с As и Ag. Специфична повышенная сереброносность минеральных ассоциаций. Содержания Au в рудах 2.5-19 г/т (среднее 9.2 г/т), Ag 14.2-230 г/т (среднее 44.7 г/т), As 0.8-1.4 %. В геохимический спектр входят W, Bi, Sn, платиноиды, Co, Ni, Mn, Sb, Cu, Pb, Zn, Hg, Ba и др. Ряд геохимической зональности, по А.Г. Бахареву (снизу вверх): Ni, Co – Au – As – Pb, Cu, Zn – W – Ba – Sb – Ag.

Вольфрамовая минерализация (шеелит) – информативный признак Нежданнинского месторождения. Шеелит в виде акцессорного минерала (в ассоциации с апатитом, сфеном, рутилом, цирконом) присутствует в магматических телах (Курумский, Яманский гранитоидные массивы) и вмещающих терригенно-осадочных породах. Вольфрамат кальция, по Г.Н. Гамянину, Н.А. Горячеву, отчетливо проявлен в разновозрастных кварцевожильных образованиях, где образует две генерации. Шеелит 1 отлагался близко одновременно с ранним метасоматическим кварцем. Минерал имеет желтовато-белый или желтовато-серый оттенок, формирует мелкую вкрапленность и гнезда до 1-2 см в зальбандах кварцевых жил. Он встречается во всех рудных зонах в ассоциации с арсенопиритом, галенитом и сфалеритом. В участках деформационных процессов и переотложения вещества зерна шеелита 1 сопровождаются каемками позднего мелкокристаллического арсенопирита.

Шеелит 2 формировался следом за регенерированным кварцем. Минерал отмечается практически во всех рудных телах. Он образует мелкокристаллические агрегаты оранжевого цвета в ассоциации с кварцем и гребенчатым карбона-

том доломит-сидеритового ряда. В пустотах регенерированного кварца встречаются октаэдрические кристаллы шеелита. В отдельных случаях наблюдается нарастание шеелита 2 на доломит. Отмечаются полосовидные и прожилковые выделения шеелита, совместно с анкеритом, в массе крупнозернистого арсенопирита и кварца. Средние содержания W составляют, г/т: в кварце рудных зон – 11.7, в кварце рудных жил – 29.6 (максимально 0.п %, иногда более), в безрудных жилах 6.2, в регенерированном кварце – 4.0.

Шеелиты месторождения Нежданнинское различаются по составу примесей. Ранний шеелит 1 содержит, г/т: Ce 5000, Fe 15500, Ti 750, Pb 416. Шеелит 2 в большей степени концентрирует, г/т: Sr 13900, La 505, Ag 15.0, Mn 210. Содержания Y и Yb в шеелитах 1 и 2 сопоставимы (соответственно 110 и 125; 3 и 3) [9]. По [8], в шеелите 1 сумма РЗЭ составляет 1101-1642 г/т (минерал обогащен Ce и Eu), шеелит 2 обеднен редкими землями.

Обсуждение результатов. Ассоциация «золото-вольфрам» – типоморфная черта многих крупных месторождений золота в углеродистотерригенных толщах. Подобные месторождения локализуются на стыке разнородных блоков земной коры, в офиолитовых поясах, тектонических зонах смятия. Золото является главным рудным компонентом. Вольфрам выступает в качестве сопутствующего полезного компонента или в роли индикатора минералообразующего процесса и важного прогнозно-поискового признака.

Золото и вольфрамовая минерализация образуют следующие уровни концентрирования: 1) первично-осадочные накопления в углеродистых породах (повышенный или высокий кларк элементов, кластогенное Au, акцессорный шеелит и т.д.); углеродистые осадки, претерпевшие метаморфизм и флюидно-гидротермальные преобразования, активно участвуют в рудоподготовительном и рудоформирующем процессах (донорская формация, геохимический барьер); 2) в числе ранних источников особое место занимает вольфрамовая минерализация кумторского типа – тонкополосчатые скопления шеелита в «запесоченных» известняках; предположительно это продукты перемыва древних проявлений вольфрама и других металлов; данные образования высокоперспективны, но изучены и обоснованы недостаточно; 3) проявления Au и W в зонах контактового метаморфизма углеродисто-карбонатных толщ (скарноиды месторождения Олимпиада); 4)

слабоконтрастная Au-W минерализация в метаморфогенном дорудном кварце (Нежданинское, Кумтор); 5) широкий спектр золото-вольфрамоносных метасоматитов (кварц-биотит-полевошпатовые, мусковит-кварц-кальцитовые, углеродисто-серицит-кварцевые, пирит-карбонатные и т.д.) с системами минерализованных кварцевых, кварц-калишпатовых, кварц-карбонатных и карбонатных прожилков (Мурунтау, Олимпиада, Кумтор и др.); 6) высокопродуктивная Au-редкометаллическая минерализация штокверковой и жильной морфологии (крупнотоннажный штокверк Мурунтау, богатые кварцевые жилы месторождения Нежданинское); 7) вкрапленные золото-пирит-пирротин-арсенопиритовые руды с шеелитом (Олимпиада, Бакырчик); 8) поздняя (переотложенная) золото-кварц-карбонат-шеелит-халькопирит-молибденитовая жильно-прожилковая минерализация (Бакырчик); 9) заключительная золото-шеелит-бертьерит-антимонитовая продуктивная ассоциация (Олимпиада); 10) золото-вольфрамоносная кора выветривания (Олимпиада).

Минералы-концентраторы W в углеродистотерригенных образованиях — породообразующие серицит, плагиоклаз, углеродистое вещество, акцессорные шеелит, ильменит, рутил, циркон. В гидротермалитах, эндогенных вкрапленных и жильно-прожилковых рудах с различной интенсивностью проявлены: шеелит (преобладает), вольфрамит, гюбнерит, тунгстенил; вольфрам также концентрируется в золотоносных пирите, арсенопирите, пирротине. Для гипергенных руд свойственны остаточный и переотложенный шеелит, тунгстит, вольфрамсодержащий трипугиит. Источником вольфрама могут служить продукты металлургического передела (гравитационные концентраты золото-сульфидных руд).

Природный шеелит образует несколько генераций с характерным набором типоморфных признаков (форма, размерность, окраска, люминесценция, геохимическая нагрузка). Шеелитовый концентрат может рассматриваться как сырье для получения не только вольфрама, но и других химических элементов (P3Э, Mo, Bi и др.). Максимальные содержания примесей в вольфрамите кальция составляют, г/т: Ce 1000-5000 (Мютенбай, Нежданинское), La 500-1100 (Кумтор, Нежданинское), Sr 30000 (Кумтор), Mo 1000 (Кумтор), Y 100-6000 (Кумтор, Мютенбай, Мурунтау, Нежданинское), Yb 400 (Кумтор), Nd 250 (Мурунтау). Шеелиты Мурунтауского поля (золото-вольфрам-кварцевый мегаштокверковый

тип) имеют Y-Ce-Nd-Eu специализацию; шеелиты Кумтора (золото-вольфрам-сульфидный протип) — Sr-La-Y-Yb; Нежданинское (золото-сульфидно-кварцевый комбинированный протип с попутным вольфрамом) — Ce-La-Y-Eu.

На поисковой и оценочной стадиях работ особого внимания заслуживают пространственные соотношения и масштабы развития золотой и вольфрамовой минерализации. В кварцевом мегаштокверке Мурунтау основной объем промышленно ценных Au и W связан с золото-шеелит-карбонат-калишпат-кварцевой ассоциацией; элементы образуют тесные парагенезисы в первичных и вторичных геохимических полях, характеризуются сближенными (часто соседними) позициями в моделях геохимической зональности. На золото-(вольфрам)-сульфидных месторождениях Кумтор и Бакырчик рассматриваемые элементы концентрируются в единых минерализованных зонах, но их «центры тяжести» смещены относительно друг друга: на золото максимально продуктивны средние-верхние горизонты, роль вольфрама растет с глубиной. На месторождении Олимпиада (вертикальный размах оруденения до 0,8-1,0 км) наиболее богатые Au-W руды размещаются в приповерхностной зоне — в мезозой-кайнозойской коре выветривания; рядовые первичные Au-W-Sb руды локализованы гипсометрически ниже, в кварц-карбонатных метасоматитах верхней части рудоносного горизонта. На месторождении Нежданинское вольфрамовая минерализация (золото-кварцевые жилы с шеелитом) формировалась позднее и гипсометрически выше основной массы вкрапленных золото-сульфидных руд — это отразилось в непривычно высокой позиции W в ряду геохимической зональности (W «выше» Au). Перечисленные минералого-геохимические особенности, индивидуальные для конкретных месторождений, должны учитываться при работах на аналогичных объектах (определение эрозийного среза рудоносной структуры, локализация рудных залежей, оценка качества руды и т.д.).

Золото и вольфрам заслуживают совместного изучения и оценки промышленной значимости с учетом современной конъюнктуры. При изменении (снижении) существующих условий и усовершенствовании технологических схем переработки руд, вольфрам ряда месторождений может быть переведен в число полезных компонентов. Выделим первоочередные направления на пути укрепления сырьевой базы золо-

то-редкометалльных месторождений в черных сланцах: 1) ревизия известных объектов и традиционных типов руд золота на редкие металлы и редкие земли, возобновление геологоразведочных работ на законсервированных месторождениях; 2) углубленное изучение геохимического профиля шеелита и других минералов вольфрама как концентраторов большой группы ценных металлов; 3) микро- и наноисследования антраксолит-шунгитов и сульфидных минералов как нетрадиционного вида минерального сырья (золото, серебро, платиноиды, вольфрам, редкие земли); 4) технико-экономические обоснования комплексного освоения месторождений, разработка новых технологий извлечения полезных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аникин С.И.* Геология и минералого-геохимические особенности золото-теллур-редкометалльного оруденения в углеродистых толщах венда Кумторского рудного поля (Срединный Тянь-Шань) // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Бишкек, 1992. 20 с.
2. *Асаналиев У.А. и др.* Закономерности распределения золота и сопутствующих элементов в вендских углеродистых отложениях Тянь-Шаня // *Металлогения Киргизии*. Фрунзе: ФПИ, 1985. С. 77-99.
3. *Афанасьева З.Б., Иванова Г.Ф., Миклишанский А.З.* Геохимическая характеристика вольфрамового оруденения Олимпиадинского золото-сульфидного месторождения (Енисейский кряж) // *Геохимия*. 1995. № 1. С. 29-47.
4. *Баранова Н.Н., Афанасьева З.Б., Иванова Г.Ф. и др.* Характеристика процессов рудообразования на Au-(Sb-W) месторождении Олимпиада (по данным изучения минеральных парагенезисов и флюидных включений) // *Геохимия*. 1997. № 3. С. 282-293.
5. *Богдецкий В.Н. и др.* Геологическая позиция золото-вольфрамового оруденения в углеродистых сланцах на примере одного месторождения Тянь-Шаня // *Стратиформные месторождения цветных и редких металлов в черносланцевых формациях*. Фрунзе: ФПИ, 1981. С. 101-105.
6. Большой Алтай. Кн. 2. *Металлогения / Г.Н. Шерба, Х.А. Беспяев, Б.А. Дьячков и др.* Алматы, 2000. 400 с.
7. *Василевский Б.Б., Конеев Р.И., Рустамов А.И. и др.* Новые данные о вещественном составе золотых руд Мурунтау // *Руды и металлы*. 2004. № 4. С. 67-78.
8. *Викентьева О.В.* Распределение РЗЭ в шеелите золоторудных месторождений // *Тезисы докл. годичного собрания РМО*. Санкт-Петербург, 2006. С. 123-124.
9. *Гамянин Г.Н., Бортников Н.С., Алпатов В.В.* Нежданинское золоторудное месторождение – уникальное месторождение Северо-Востока России. М.: ГЕОС, 2001. 230 с.
10. Геолого-генетические модели золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах. Атлас // *Отв. ред. Н.К. Курбанов*. М.: ЦНИГРИ, 1993. 37 с.
11. Геология золоторудных месторождений СССР. Т. 5. *Формации, закономерности размещения, перспективная оценка*. М.: ЦНИГРИ, 1990. 172 с.
12. *Дзялошинский В.Г., Емельянов С.И., Романов В.И.* Роль гидротермального и дислокационного метаморфизма в формировании вольфрам-золото-сульфидных месторождений Срединного Тянь-Шаня и особенности их поисков // *Труды ЦНИГРИ*, 1988. С. 53-57.
13. *Душин-Барковская Э.А.* Редкоземельные элементы в золоторудных месторождениях Западного Узбекистана как индикаторы физико-химических условий рудоотложения // *Условия формирования, закономерности размещения и прогнозирование месторождений полезных ископаемых*. Ташкент, 2006. С. 105-107.
14. *Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Василевский Б.Б. и др.* Перспективы расширения Мурунтау-Косманачинского рудного узла (Центральные Кызылкумы, Узбекистан) // *Руды и металлы*. 2009. № 2. С. 28-45.
15. *Ермолаев Н.П., Чиненов В.А., Хорошилов В.Л.* Платиноиды в черных сланцах Средней Азии // *Отечественная геология*. 1994. № 4. С. 3-11.
16. Золоторудное месторождение Мурунтау. Ташкент: ФАН АН Республики Узбекистан, 1998. 540 с.
17. *Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г.* Золотоносные коры выветривания юга Сибири. Новосибирск, 2006. 399 с.
18. *Конеев Р.И., Халматов Р.А., Мун Ю.С.* Золоторудные месторождения Узбекистана: минералого-геохимический стиль, закономерности размещения и формирования // *Геология и минеральные ресурсы*. 2009. № 4. С. 11-24.
19. *Коробейников А.Ф.* Комплексные месторождения благородных и редких металлов. Томск: ТПУ, 2006. 327 с.
20. *Кудрин В.С., Соловьёв С.Г., Ставинский В.А., Кабардин Л.Л.* Золото-медно-молибден-вольфрамовый рудный пояс Тянь-Шаня // *Геология рудных месторождений*. 1990. № 4. С. 13-26.
21. *Курбанов Н.К.* Геолого-генетические модели формирования золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах // *Рудоносность осадочных комплексов*. Л., 1988. С. 138-147.
22. *Марченко Л.Г.* Микро-наноминералогия золота и платиноидов в черных сланцах. Алматы: Интерпресс-Казахстан, 2010. 146 с.
23. *Марченко Л.Г.* Генезис и минеральные ассоциации золота и платиноидов в месторождениях «черносланцевого» типа Казахстана. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2012. 53 с.
24. *Миколайчук Г.А., Усманов И.А., Шевкунов А.Г.* Золото месторождения Кумтор (Срединный Тянь-Шань) // *Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования, задачи прикладных исследований (материалы Всероссийской конференции)*. М.: ИГЕМ РАН, 2010. Т. 2. С. 52-54.
25. *Нарсеев В.А., Гостев Ю.В., Захаров А.В. и др.* Бакырчик (геология, геохимия, оруденение). М.: ЦНИГРИ, 2001. 174 с.
26. *Никифоров А.В.* Геолого-минералогическая характеристика многокомпонентных сульфидно-вкрапленных руд золота в углеродистых сланцах (на примере

месторождения Кумтор) // Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1993. 20 с.

27. *Никоноров В.В.* Новый тип золотого оруденения в Кыргызстане // Геология рудных месторождений. 1993. № 5. С. 450-454.

28. *Никоноров В.В.* Рудные месторождения Кыргызстана. Бишкек, 2009. 482 с.

29. *Новожилов Ю.И., Гаверилов А.М.* Золото-сульфидные месторождения в углеродисто-терригенных толщах. М.: ЦНИГРИ, 1999. 175 с.

30. Рудные месторождения Узбекистана. Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. 611 с.

31. *Рафаилович М.С.* Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. 304 с.

32. *Рафаилович М.С.* Крупное золото-сульфидное месторождение Бакырчик в Казахстане: геологическое строение, прогнозно-поисковая модель // Геология и минеральные ресурсы. 2009. № 4. С. 31-38.

33. *Рафаилович М.С., Голованов И.М., Федоренко О.А., Никоноров В.В.* Геолого-геохимические особенности гигантских месторождений золота в черных сланцах Центральной Азии // Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. Алматы, 2004. С. 67-83.

34. *Рафаилович М.С., Мизерная М.А., Дьячков Б.А.* Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства. Алматы, 2011. 272 с.

35. *Сергеев Н.Б.* Минералого-геохимические особенности золотоносных кор выветривания Енисейского кряжа (на примере Олимпиадинского месторождения) // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1990. 17 с.

36. Стратиграфический словарь Узбекистана // Отв. ред. *З.М. Абдуазимова*. Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. 580 с.

37. *Трифонов Б.А., Гончаренко А.В., Перельман И.М.* Новый тип вольфрам-золоторудного оруденения в вендских углеродистых отложениях // Комплексное использование вольфрамовых месторождений в СССР. Ленинград, 1986. С. 36-37.

38. *Чеботарев Г.М.* Тунгстенит // Новые данные о минералах Узбекистана. Ташкент: Фан, 1989. С. 46-47.

39. *Шевкунов А.Г.* Вольфрамовое оруденение в стратифицированных толщах Киргизии (типы, особенности формирования и критерии поисков) // Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Фрунзе, 1990. 17 с.

40. *Шевкунов А.Г.* Состав и условия образования вольфрамовой минерализации месторождения Кумтор // Труды Кыргызского института минерального сырья. Бишкек: КИМС, 2002. С. 46-51.

41. *Яблокова С.В., Коновалова М.С., Сандмирская С.М.* Минералогия золотоносной коры выветривания на месторождении прожилково-вкрапленных сульфидных руд в терригенно-карбонатных толщах докембрия // Минералогия зон окисления и кор выветривания месторождений благородных металлов. М.: ЦНИГРИ, 1986. С. 10-19.

42. Gold, silver and copper deposits of Uzbekistan. Excursion guidebook / *T. Shayakubov, F. Islamov, A. Kremenetsky, R. Seltmann* (Eds.). Potsdam, 1999. 112 p.

43. *Jenchuraeva R.J., Nikonorov V.V., Litvinov P.* The Kumtor gold deposit // Paleozoic geodynamics and gold deposits in the Kyrgyz Tien Shan: IGCP-373 Field Conference. Excursion guidebook. London, 2001. P. 139-152.

44. *Kempe U., Belyavsky B.V., Krymsky R.S., Kremenetsky A.A., Ivanov P.A.* Sm-Nd and Sr isotope systematics of scheelite from the giant Au(-W) deposit Muruntau (Uzbekistan): implications for the age and sources of Au mineralization // Mineralium Deposita. 2001. V. 36. P. 379-392.

45. *Mao J., Konopelko D., Seltmann R., Lehmann B. et al.* Postcollisional age of the Kumtor gold deposit and timing of Hercynian events in the Tien Shan, Kyrgyzstan // Economic Geology. 2004. V. 99. P. 1771-1780.

46. *Maslennikov V.V., Large R.R., Shevkunov A.G., Simonov V.A.* Evolution of the Sukhoi Log and Kumtor gold ore giants // Abstract of CERCAMS-14 and MDSG's-34 Annual Meeting. 2011. P. 4-5.

47. *Yakubchuk A.S., Cole A., Seltmann R., Shatov V.V.* Tectonic setting, characteristics and regional exploration criteria for gold mineralization in the Altai orogenic collage: the Tien Shan province as a key example // Society of Economic Geologists. Special Publication. 2002. № 9. P. 177-201.

УДК 549.514.85(574)

Н.К. КУДАЙБЕРГЕНОВА, М.М. СТЕЦЮРА

ТОРИТ И ЕГО РАЗНОВИДНОСТИ В НЕДРАХ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның тау жыныстарынан табылған және торийдің негізгі өндірістік-бағалы минералдарының бірі болып табылатын торит туралы жүйелендірілген ғылыми мәліметтер келтірілген. Торитті сипаттау кезінде біз оның физикалы және оптикалық қасиеттерін, құрамын, сондай-ақ біздің аймақтағы пайда болуы мен таралу жағдайы туралы да талдап қорытынды жасадық.

Впервые приведено систематизированное обобщение научного материала о торите, обнаруженном в горных породах Казахстана и являющимся одним из основных промышленно-ценных минералов тория. При характеристике торита нами были обобщены все данные о его физических и оптических свойствах, составе, а также условиях образования и распространенности в нашем регионе.

Firstly is given a systematized generalization of scientific material about thorite which was finding at the Kazakhstan's rocks and is major industrial important thorite mineral. At thorite characteristics by us were generalized all data about its physical and optical properties, composition and also formation conditions and prevalence at the our region.

Торит (Thorite) ThSiO_4 и его разновидности (оранжит, ураноторит, ферриторит, манганоторит, кальциоторит, торогумит, ауэрлит, фосфоторит) относятся к подклассу островных силикатов и являются наиболее распространенными среди природных соединений тория, при этом содержание последнего в них колеблется от 45 до 77%.

Коротко о тории – радиоактивном химическом элементе III группы периодической системы Д.И. Менделеева с атомным номером 90, запасы которого в недрах земли в четыре раза превышают запасы урана, при среднем содержании 13 г/т, а это сопоставимо с содержанием Pb, Zn, Sn, Co [23]. Известно, что долгое время после открытия, торий не привлекал к себе внимания ученых и только в 1898 г., когда Кюри-Склодовская и Шмидт (Мюнстер) обнаружили независимо друг от друга его радиоактивность, начались многочисленные исследования этого ценнейшего металла. Именно радиоактивность – основная причина нынешнего повышенного интереса к нему. Сегодня торий все шире используется в атомной энергетике как сырье для получения первичного ядерного горючего, поскольку является более распространенным элементом по сравнению с ураном и его эксплуатация не связана с выбросом большого количества углекислого газа. Отходы ториевых реакторов менее опасны и радиоактивны сотни лет, а не тысячи, как из урановых.

Торий – типично литофильный элемент и встречается исключительно в кислородных соединениях (оксидах, силикатах, фосфатах, кар-

бонатах, фторкарбонатах), поэтому в природе неизвестны сульфиды, селениды и галогениды тория. По оценке А. П. Виноградова, торий – элемент не очень редкий, но рассеянный. В основном содержится в минералах, где он является примесью. Но имеются и собственные минералы тория. В целом общее количество ториевых и торийсодержащих минералов более 100, при этом собственно ториевых минералов менее 10. Важнейший промышленный торийсодержащий минерал – монацит, в котором обычно 2,5–12% (до 28%) ThO_2 и десятые доли процента UO_2 . Далее следует торинит $(\text{Th,U})\text{O}_2$ – 45–93% ThO_2 , торит ThSiO_4 – от 50 до 77% ThO_2 , церинит $\text{Ce}(\text{Th})\text{O}_2$ – около 5% ThO_2 , торогумит $\text{Th}(\text{SiO}_4)_n(\text{OH})$ – от 18 до 50% ThO_2 и чералит $(\text{Th,Ca,Ce})(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)_2$ в котором до 32% ThO_2 и 4% U_3O_8 и др. [26]. Многие из этих минералов – ценная руда для извлечения тория. Кроме этого ториевые минералы, как и урановые, являются геохронометрами при исследовании геологических объектов и широко используются не только при изотопном изучении пород для определения абсолютного возраста, но и для химического датирования (Фор, 1989). Последнее применяют для оценки времени образования торита, уранинита и других U и Th-содержащих минералов (Bowles, 2002; Ерохин и др., 2009, 2010; Ковалев и др., 2010; Мичурин и др. 2011).

Довольно интересна сама история открытия этого минерала, согласно которой, в 1815 г. шведский химик Йенс-Якоб Берцелиус (1779–1848),

анализируя один редкий минерал из округа Фалун в Швеции, сделал ошибочный вывод, что в нем содержится новый металл. Исследователь поспешил назвать его торием, т.е. элемент торий получил название за 15 лет до того, как был открыт. Но мало кто посмел это опровергнуть, поскольку авторитет Берцелиуса в научном мире был достаточно высок. Ошибку обнаружил 10 лет спустя сам автор открытия, т.к. оказалось, что это был основной фосфат иттрия. А в 1828 г. Берцелиус по просьбе норвежских ученых отца и сына Эсмарк сделал анализ минерала, найденного в сиенитах на острове Левен. Исследователь обнаружил, что он состоит из кремнезема и окисла неизвестного металла, который вновь получил название торий. Эсмарки предложили назвать новый минерал берцелитом, но сам Берцелиус дал ему общепринятое название торит. Минерал был назван по имени древнескандинавского бога грома и войны Тора. И уже позже в 1838 году в письме немецкому химику Юстусу Либиху Берцелиус написал замечательную фразу, актуальную и по сей день: «При обсуждении вопросов науки не должно быть ни врагов, ни друзей. Если Вы боретесь против того, что считаете ошибочным, не обращайтесь на личность ошибающегося» [23].

Не слишком распространенный в природе, торит встречается в сиенитовых пегматитах Бревика и Арндаля в Норвегии и на Мадагаскаре, вместе с цирконом, биотитом и амфиболами. В ассоциации с сульфидами торит встречен на жильном (гидротермальном) месторождении Леми-Пасс в штате Айдахо и в горах Биттерут в штате Монтана (США). Известны значительные содержания торита и торианита на Цейлоне, в России, Швеции близ Линденеса и в ряде других мест. Отмечен торит и в горных породах Казахстана как акцессорный, так и рудонесущий минерал.

Акцессорный торит присутствует в обогащенных торием гранитоидах и щелочных породах Казахстана в виде включений в биотите, ортите, в ассоциации с монацитом и цирконом. Как второстепенный минерал он встречается в гранитах, связанных с ними редкометальных пегматитах, в щелочных гранитах, сиенитах, нефелиновых сиенитах и гидротермальных жилах. Коренные месторождения торита приурочены к умеренно кислым гранитоидам. В грейзенах и пневматолито-гидротермальных кварцево-полевошпатовых жилах он развит совместно с флюоритом, монацитом, малаконом, гематитом, пиритом, молибденитом, арсенопиритом и другими минералами. Известен в ториеносных песчаниках, оловорудных и золоторудных россыпях [7, 9, 19, 21, 24, 25].

Акцессорный торит в гранитоидах Центрального Казахстана, по данным Г.Н. Гогель, широко распространен, но содержится в небольших количествах (0,13 г/т) [7]. Он встречается в виде неправильных изометричных зерен, реже образует кристаллы призматической и дипирамидальной формы, коричневого и красно-бурого цвета. Зерна и кристаллы торита размером от десятых долей мм до 1 мм, всегда затронуты растворением (грани шероховаты, ребра притуплены), иногда образуют сростки с бурым цирконом, ортитом, биотитом или мусковитом; содержат включения зерен ильменита, флюорита, пластинки биотита. Торит является минералом позднемагматической стадии минерализации и наблюдается как в неизмененных гранитах, так и в гранитах, затронутых процессами автометасоматоза. Так торит в гранитоидах Чингиз-Тарбагатай (Арсаланский, Сарыкольский и др. массивы) образует призматические кристаллы до 0,5 мм с округленными гранями, покрытыми осветленной «рубашкой» из землистых светлоокрашенных продуктов. Ториты подвергаются метамиктному распаду и гидратации. И именно гипергенные изменения минералов группы торита выражаются в развитии на их поверхности такой «рубашки», а также в замещении вещества кристаллов желтовато-коричневыми окислами железа. Для торита характерны микровключения циркона, магнетита, гематита, гетита, ильменита, флюорита, биотита, амфиболов, полевых шпатов, а также газовые включения [7, 8, 15-17 и др.].

Торит в торий-редкоземельной минерализации, связанной с андалузитовыми, кварц-серицитовыми, алуниновыми вторичными кварцитами, отмечен в ассоциации с сарыаркитом, хюттонитом, баритом, молибденитом, пиритом, гематитом, цирконом, галенитом и др. минералами [14].

Акцессорный торит в щелочных гранитах Тлеумбетского массива (Акшатауский комплекс) [12] и Заилийского Алатау [21] ассоциирует с редкоземельными и радиоактивными минералами, такими как монацит и ксенотим. В Заилийском Алатау выделен торит желтого или оранже-

вого цвета (оранжит), часто с облачными пятнами зелено-бурых или землисто-черных тонов.

В пермских аляскитовых гранитах и ториеносных пегматитах Кентского массива отмечена ассоциация торита с редчайшим силикатом скандия - тортвейтитом, сопровождающаяся цирконом, монацитом, флюоритом, флюоцеритом, ильменитом, гематитом, колумбитом и касцитеритом [13].

В альбитизированных щелочных гранитах и их пегматитах Северного Казахстана [2, 9 и др.] и Тарбагатай [20] торит - второстепенный минерал ториево-циркониево-редкоземельных месторождений с танталитом и колумбитом. Он установлен в следующих минеральных ассоциациях: малакон-колумбитовой; пироклор-редкоземельно - (гагаринит, бастнезит, флюоцерит, гадолинит, фенакит) - сфен - апатит - ильменит - цирконово-вой и др. в виде мелких красновато-бурых обособлений в биотите или циртолите. Торит в ториево-редкоземельно (гадолинит, фенакит, колумбит, танталит, флюоцерит) - циркониево-бериллиевых альбититах ассоциирует с магнетитом, сульфидами (пирит, галенит, халькопирит), рутилом, апатитом, ильменитом, бавенитом, флюоритом и др. минералами.

В Ишимском массиве в эгириновых гакманит-нефелиновых сиенитах, подвергшихся метасоматическому преобразованию, торит встречен в ассоциации с ториацитом, цирконом (малаконом), флюоритом, бастнезитом, бритоцитом и ураноториацитом [19].

В Мугоджарах (Борсыксайский, Есильский и др. массивы) акцессорный торит распространен в дайковых телах, сложенных нефелиновыми и либнеритовыми сиенитами и в альбититах. В Борсыксайском массиве установлены маложелезистые и безжелезистые разновидности торита. Бесцветные, светло- и темно-бурые опаловидные ториты образуют сростки размером 1–5 мм в виде призматических кристаллов в нефелиновых сиенитах. А оранжевые, красно-бурые ториты (оранжиты) в виде агрегатов и отдельных зерен размером 1-2 мм неправильной формы встречены в либнеритовых сиенитах [5, 9].

В ториеносных пегматитах О.Ф. Кролем [15-17], детально описаны четыре разновидности торита: ферриторит, манганоторит, желтый мышьяксодержащий торит (арсеноторит) и оранжит, а также в ассоциации с ними отмечено присутствие ауэрлита.

В собственно гидротермальных урановых месторождениях и рудопроявлениях торит и его разновидности распространены в следующей парагенетической минеральной ассоциации: циркон–уранинит–ураноториацит–ураноторит–коффинит (торианит II)–торит (оранжит)–настуран. Наблюдалось обрастание циркона каймой торита, а также образование обособлений относительно крупных призматических кристаллов торита. Последний замещен (иногда зонально) коффинитом. Наблюдаются и псевдоморфозы коффинита по ураноториту [4].

Торит выделяется в виде изометричных зерен, кристаллов и их агрегатов (от 0,2 до 1,0 мм и более), а также колломорфных и гелеподобных образований. Наблюдаются небольшие друзы, розетки и сноповидные агрегаты. Кристаллы имеют форму призм (110) в сочетании с дипирамидой (111). Грани шероховатые, ребра притупленные. Нередко встречаются кристаллы веретенообразной или овальной коррозионной формы. По характеру развития кристаллов торит сходен с цирконом. Известны сростания торита с биотитом и мусковитом [4, 24].

Цвет минерала черный и смоляно-черный (манганоторит), желтый (арсеноторит), ярко-оранжевый и красновато-желтый (оранжит), оливково-зеленый до зеленого (ураноторит). Ферриториты бурые, темно-бурые, сургучно-красные, красновато-коричневые. Непрозрачен (торит, ферриторит), просвечивает или полупрозрачен (оранжит и неизменный ураноторит). Блеск на свежих изломах стеклянный, смоловидный, иногда жирный, матовый (у измененного). Твердость 4,5–5 и выше (у оранжита). Микротвердость 414 – 497 кГ/мм². Удельный вес 4,75–5,0, для прокаленных образцов – 5,27. Сильно радиоактивен, парамагнитен. Инфракрасные спектры прокаленного и непрокаленного торита (ферриторита) дают полосы поглощения от 400 до 4000 см⁻¹. Растворяется в HCl с выделением студенистого кремнезёма. С бурой даёт оранжевое стекло, бледнеющее при охлаждении [7, 24].

Дифференциальный термический анализ, по данным О.Ф. Кроля, показывает, что для манганоторита, ферриторита и арсеноторита характер кривых идентичен со смещением термических эффектов на несколько десятков градусов. Так, эндотермический эффект у манганоторита проявляется при 175°; у ферриторита – при 200°; у желтого арсеноторита – при 160°. Экзотермичес-

Таблица 1. Химический состав казахстанских торитов (вес. %)

компо- ненты	ферриторит				манга- ноторит	арсено- торит	гидро- урано- торит
	сургучно- красный	светло- корич- невый	сургучно- красный	красно- вато-ко- ричневый			
CaO	1,5	0,52	1,85	2,45	1,30	1,05	1,56
MnO	-	1,01	не обн.	1,16	14,96	-	-
MgO	-	-	сл.	0,07	-	-	-
CuO	-	-	0,01	сл.	-	-	-
PbO	-	0,11	1,12	0,52	-	-	-
FeO	0,03	3,68	сл.	сл.	-	-	-
Fe ₂ O ₃	8,00	14,21	6,0	4,45	8,0	0,50	1,48
Al ₂ O ₃	-	2,0	1,83	0,25	0,9	-	2,62
ΣTR ₂ O ₃	-	6,22	4,39	2,70	2,05	2,25	2,35
SiO ₂	15,20	15,46	15,40	14,82	13,85	17,56	15,39
TiO ₂	0,01	0,10	0,1	0,07	-	-	0,30
ZrO ₂	-	-	0,58	0,17	-	-	-
ThO ₂	64,9	49,22	50,20	53,25	55,44	70,68	44,21
UO ₂	-	-	-	-	-	-	14,87
UO ₃	-	-	-	-	-	-	-
U ₃ O ₈	0,026	0,27	4,18	4,96	4,40	5,36	-
P ₂ O ₅	-	0,27	0,18	0,11	-	-	3,0
As ₂ O ₅	0,1	0,16	0,02	0,03	-	2,50	-
K ₂ O	-	-	0,01	0,20	-	-	-
Na ₂ O	-	-	0,16	0,22	-	-	-
S _{общ}	-	-	0,22	0,09	-	-	-
F ₂	-	0,23	1,0	1,05	-	-	-
H ₂ O ⁺	-	6,05	2,16	3,40	-	-	13,91
п.п.п.	9,5	-	10,64	10,24	-	-	-
Сумма	99,26	99,51	100,05	100,2	100,0	100,0	99,69

Примечание 2– из гидротермальных жил [1], 3 – из грейзенов [1], 4 – 8– из пегматитов [15 - 17, 25].
Анализы 6 и 7 пересчитаны на 100% с вычетом примеси серицита и флюорита [15, 17].
Дополнительные химические анализы торитов имеются в работах [15 - 17].

кий эффект у манганоторита – при 310° и 825°; у ферриторита – при 340 и 840°; у арсеноторита – при 360 и 760° [15-17].

Под микроскопом в проходящем свете неметамиктный или слабо метамиктный торит прозрачен, бесцветен, анизотропен. Удлинение (+). Одноосный (+), иногда аномально двуосный с 2V до 5-6°. Показатели преломления торита существенно варьируют: у манганоторита – N=1,635-1,640; у ферриторита – N=1,635-1,640 и 1,655-1,656 ; N=1,698-1,710 ; у желтого торита – N=1,665-1,685 и 1,650; у оранжита N=1,784. Дву-преломление Ng-Np – низкое или 0,01. В отраженном свете – бело-желтый (арсеноторит).

Результаты химических анализов торитов из горных пород Казахстана приведены в табл. 1.

Согласно выше приведенной таблице, рассчитанные кристаллохимические формулы торитов имеют следующий вид: сургучно-красный ферриторит (ан. 3) – (Th_{0,70}Fe_{0,18}TR_{0,10}U_{0,05}Ca_{0,03})

[SiO₄]_{0,93}+0,1Fe₃O₄; красновато-коричневый ферриторит (анализ 4) – [Th_{0,755}TR_{0,06}U_{0,064}Ca_{0,008}(Fe,Mn)_{0,034}][SiO₄]_{0,885}+0,2Fe₃O₄+0,05Mn₃O₄[16]; манганоторит (анализ 5) – [Th_{0,59}TR_{0,034}U_{0,045}][SiO₄]_{0,66}+Fe₃O₄+Mn₃O₄[15]; арсеноторит (ан. 6) – [Th_{0,89}TR_{0,040}U_{0,060}As_{0,064}Ca_{0,060}Fe_{0,020}][SiO₄]_{0,89}[17]; торогуммит (гидроураноторит) (ан. 7) – (Th_{0,75}U_{0,25})SiO₄nH₂O [25].

Состав редких земель в торите из пегматитов Тарбагатай (?TR₂O₃=100%) :La – 3,4; Ce – 13,1; Pr – 2,6; Nd – 10; Sm – 4,3; Gd – 5,0; Dy – 8,4; Ho – 2,9; Er – 5,5; Y – 44. Спектроскопически определены: Be, Ge, Ba, Bi, Sn, TR, Mo, Ag, Zr, Y, Yb, Sr, Cu, Mn, Fe, U [8, 16, 20].

Рентгенометрические исследования торитов, непрокаленных и прокаленных при различных температурах, приведены в табл. 2.

Дебаграммы торитов близки к таковым для эталонного синтетического торита и соответствуют только тетрагональной модификации торита.

Таблица 2. Межплоскостные расстояния казахстанских торитов

Сургучно-красный ферриторит из кварцево-барит-карбонатных гидротермальных жил [1]							Арсеноторит [17]			
непрокаленный при 800°			прокаленный при 1000°		прокаленный		непрокаленный		прокаленный до 900°	
hkl	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
011	3	4,69	5	4,69	5	4,70	6	4,0725	6	4,6637
-	-	-	-	-	-	-	1	3,9239	1	3,8709
200	5	3,55	9	3,51	10	3,53	10	3,3552	9	3,5118
-	-	-	-	-	1	3,22	6	2,8710	1	3,2010
-	-	-	-	-	-	-	9	2,6621	1	3,1157
121	2	2,83	3	2,83	4	2,83	4	2,5376	3	2,9429
112	7	2,67	7	2,65	8	2,66	8	2,2285	6	2,8433
220	2	2,49	1	2,50	3	2,50	8	2,0115	3	2,7442
-	-	-	-	-	-	-	7	1,9025	9	2,7721
-	-	-	-	-	0,5	2,37	10	1,8276	5	2,5058
301	4	2,21	5	2,21	4	2,21	6	1,7973	2	2,4251
-	-	-	-	-	1	2,06	6	1,7543	7	2,2046
013	4	2,00	4	1,994	3	2,00	3	1,6787	5	2,0115
-	-	-	-	-	1	1,970	3	1,6074	2	1,9883
222	-	-	0,5	1,939	0,5	1,922	1	1,5783	3	1,9438
321	0,5	1,883	2	1,872	3	1,878	6	1,4921	6	1,8694
312	10	1,825	10	1,815	10	1,820	2	1,4419	10	1,8223
400	2	1,761	2	1,771	2	1,771	6	1,3992	1	1,7721
123	-	-	2	1,738	1	1,747	3	1,3324	2	1,7490
411	3	1,686	1	1,645	1	1,673	5	1,2881	6	1,6545
-	-	-	-	-	2	1,657	1	1,2414	6	1,5855
-	-	-	-	-	0,5	1,626	6	1,2017	4	1,4710
004	2ш	1,585	2	1,567	3	1,585	2	1,1459	8	1,4336
-	-	-	-	-	1	1,564	8	1,1233	2	1,3992
-	-	-	-	-	1	1,527	2	1,0616	4	1,3817
332	4	1,477	2	1,468	5	1,474	3	1,0228	8	1,3324
204,										
323	4	1,442	2	1,431	5	1,437				
-	-	-	-	-	1	1,405				
501	0,5	1,387	1	1,377	4	1,385				
224,										
413	3 ш	1,338	3	1,324	5	1,331				
-	-	-	-	-	1	1,289				
-	0,5	1,309	-	-	-	-				
152	2 ш	1,281	4	1,265	4	1,276				
-	-	-	-	-	1	1,257				
105	-	-	1	1,231	1	1,232				
503										
044	3 ш	1,185	4							
600				1,176	2	1,176				
-	-	-	-	-						
-	2	1,150	-	-	4	1,138				
-	-	-	-	-						
305										
244			4	1,116	10	1,118				
260										
523										
-	-	-	-	-	1	1,074				
-	-	-	-	-	1	1,064				
-	-	-	-	-	1	1,056				
-	-	-	-	-	1 ш	1,044				

Параметры элементарной ячейки для непрокаленного торита (ферриторита) $a_0=7,10$; $c_0=6,31$; $a_0:c_0=1:0,888$. После прокаливания при 800°C — $a_0=7,05$; $c_0=6,28 \text{ \AA}$ [1].

Коротко о разновидностях торита. В Казахстане отмечены следующие разновидности торита.

Оранжит — установлен в Мугоджарах (Борсыксайский и др. массивы) в дайковых телах либнеритовых сиенитов и в альбититах; в ураноносных пегматитах поздневарисских гранитов; в гранитоидах Южного (Заилийский Алатау) и Северного (Боровской и др. массивы) Казахстана [2, 7, 9, 11].

Оранжит образует оранжево-красные и красно-бурые зерна (размером 12 мм) с интенсивными каемками окислов железа, обогащенных ураном (до 0,86%) и торием (25%). А.В. Волошиным на Борсыксайском массиве выделено две генерации оранжита: оранжит I — акцессорный минерал нефелиновых сиенитов, сохранился при либнеризации породы; оранжит II образовался за счет маложелезистых и безжелезистых торитов из нефелиновых сиенитов, при либнеризации последних [5]. Содержание его в гранитах Северного Казахстана составляет 2,6 г/т. В ураноносных пегматитах часто вместе с арсеноторитом встречается и оранжит. [17].

Ферриторит — торит, обогащенный Fe_2O_3 . В Казахстане эта разновидность торита обнаружена в пегматитах поздневарисских биотитовых гранитов, в ассоциации с флюоритом, монацитом, колумбитом, магнетитом, гематитом; в редкоземельно-ториево-железородной минеральной ассоциации в жильных образованиях, секущих граниты и осадочно-эффузивную толщу девона [16], а также в кварц-флюорит-баритовых жилах с бастнезитом, ксенотимом, фенакитом, ильменорутилом, сульфидами.

В низкотемпературных гидротермальных жилах выделены две генерации ферриторита. Ферриторит I генерации из кварц-бастнезит-фенакитовых прожилков образует очень мелкие (0,1 мм и меньше) кристаллы, часто собранные в сноповидные агрегаты. Более крупные кристаллы (до 2 мм и более) ферриторита II были встречены в кальцит-флюорит-ферриторит II-ксенотим-ильменорутит-баритовой минеральной ассоциации. Широко развиты карбонатно-флюорито-ферриторитовые жилы с высоким содержанием ферриторита [1].

Ферриторит в редкоземельно-ториево-железородной минеральной ассоциации образует округлые и неправильные зерна (размером до 0,2 мм)

или сплошные массы. Кристаллы ферриторита имеют короткостолбчатый или удлиненно-призматический облик и образованы гранями тетрагональных призм и дипирамид. Цвет сургучно-красный, красный, темно-коричневый, красновато-коричневый [1, 16].

Содержание его составляет от 1,0% до 12%. Радиохимическим анализом установлен уран (2,46%) и торий (48,3%).

Образование ферриторита связывают с перекристаллизацией золь с избыточным содержанием железа [16].

Манганоторит — торит с повышенным содержанием MnO (до 13%) установлен О.Ф. Кролем [15] в поздневарисских пегматитах. Он вместе с ферриторитом выполняет центральную часть пегматита, образуя крупные скопления, периферическая часть которых обрамляется калиевыми полевыми шпатами. Манганоторит сопровождается мусковитом, серицитом, черным флюоритом, магнетитом, молибденитом, висмутином, малаконом, сульфидами, колумбитом, ильменитом и др. минералами.

Мышьяксодержащий (желтый) торит — арсеноторит, встречен в поздневарисских пегматитах в микроклине и в сильно омарганцованных гранитах в тесной ассоциации с манганоторитом, ферриторитом и оранжитом. Мышьяксодержащий торит замещает ферриторит как с периферии, так и спорадически пятнами. Светлоокрашенные, периферийные участки минерала с характерными хлопьевидными выделениями дают ярко выраженную реакцию на фосфор, что предполагает наличие в качестве изоструктурной примеси ауэрлита — разновидности торита, в которой наблюдается частичное замещение SiO_4 на PO_4 [17].

Ураноторит — разновидность торита, обогащенная ураном (8 — 20% UO_3) установлен в гранитах Кызылтауского массива радиографическим методом в виде включений в биотите. Размер зерен ураноторита достигает 1 мм [3].

Торогуммит — гидроксилсодержащая разновидность торита, продукт изменения первичных ториевых минералов. Торит типа торогуммита, гидроураноторит — по данным Е.И. Семенова [25] встречен в пегматитах Тарбагатай в виде мелких красновато-бурых обособлений в биотите и цирколите. В результате проведенных химических анализов (табл. 1) было установлено высокое содержание воды (13,91%) и урана (14,9%). Редкие земли (2,35%) в этих пробах имеют иттриевый состав с максимумами лантаноидов на церий, неодим и диспрозий.

Фосфоторогуммит – торит, обогащенный железом, фосфором и водой, установлен Карпенко и др. [11] в дайке щелочных пород (биотитовые и эгирин-авгитовые сиениты), залегающих на контакте с массивом серпентинитов.

Здесь эта разновидность торита образует полупрозрачные светло-желтые кристаллы (размерностью 0,5–2,0, реже 8–10мм).

Фосфоторит отмечен А.Н. Нурлыбаевым в щелочных породах Есильского массива [22]. Спектральным анализом были установлены (в вес. %): Th, U, P >> 1,0; Si, Ti, Zr, Pb – 1,0; Al, Fe, Mn, Hf, Nb, Ce, La – 0,1; Mg, Cu – 0,01; Mo – 0,001.

Смирновскит – близкий к ториту, но недостаточно изученный метамиктный минерал, был обнаружен в Этыкинском месторождении Восточного Забайкалья в касситерито-кварцево-амазонитовых и касситерито-кварцево-топазовых жилах [6].

В Казахстане минерал, напоминающий смирновскит, несколько позже был встречен О.Ф. Кролем и В.И. Черновым [18] в небольших количествах в пегматитах Восточного Казахстана: кристаллы игольчатой и тонкопластинчатой формы встречаются в клевеландите в виде радиально-лучистых веерообразных агрегатов, сопровождаются сподуменом, касситеритом, спессартином, мусковитом и марганцовистым колумбит-танталитом. Длиннопризматические кристаллы (размером 5–12 мм в длину) темно-коричневого, темно-красного до оранжево-красного цвета с смолистым блеском, твердость – 5. Под микроскопом изотропный, иногда отмечаются анизотропные зерна или пятна. Одноосный (+). Показатель преломления $N = 1,664$, двупреломление – 0,018. Спектральным анализом установлены: Th, P, Ca, Si, Ba, Pb, As, Fe, Mn, Sn, Be, Sr, Na, La, Ce, Al, Mg, Cu, Ag, Sb, Ti [18]. По данным О.Ф. Кроля и В.И. Чернова, смирновскит является смесью двух минералов. Изменение и осветление смирновскита начинается с периферии кристаллов: появляются бурые, оранжевые и желтые ореолы гидроокислов железа.

Эталонные торита и его разновидности хранятся в научно-исследовательских коллекционных фондах ТОО «Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева»

Работа выполнена при поддержке гранта №0519 Комитета науки МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакиров Ш.А., Леонова Л.Л., Федотова К.В. О низкотемпературном ферриторите из Средней Азии. ЗВМО. 1966 №2. С.232-237.
2. Андрияшин В.В., Дмитриев М.В., Крель О.Ф., Федорова О.В. Торит-фенакитовая минерализация в одном из массивов щелочных гранитов Казахстана. Сб. Геология, геохимия и минералогия месторождений редких элементов Казахстана. Тр. Каз ИМСа. 1966. С.56-59.
3. Баранов В.И., Ду Ле-Тянь, Коробков В.И. К геохимии урана и тория в гранитных породах Кызылтауского массива (Центральный Казахстан). Геохимия. 1962. №5. С.411-419.
4. Бродин Б.В., Сидоренко Г.А., Шульгин А.С., Дубинчук В.Т. Парагенезис коффинита с другими минералами группы циркона. ЗВМО 1982. №2.С.198-208.
5. Волошин А.В. О составе примесей в акцессорных торитах из Борсыксайского щелочного массива (Мугоджары). Сб.» Химический состав и внутреннее строение минералов.» Киев. Наукова Думка. 1964. С.103-114.
6. Григорьев И.Ф., Доломанова Е.И. Смирновскит – новый минерал из группы водных фторо-силико-фосфатов тория. ЗВМО 1957. №5. С.607-621.
7. Гогель Г.Н. Акцессорные минералы гранитоидов Центрального Казахстана. Алма-Ата. Наука. 1966. 180с.
8. Елисеева О.П. Содержание и распределение урана, тория, иттрия и редкоземельных элементов в кристаллах акцессорных минералов гранитоидов. Геохимия. 1977. №9. С. 1338-1351.
9. Елисеева О.П. Использование ассоциаций акцессорных минералов для корреляции интрузивных массивов на примере гранитоидов Северного Казахстана. «Акцессорные минералы в решении вопросов металлогении и происхождения магматических комплексов». Тр. ИМГРЭ. 1968. С.27-36.
10. Зырянов В.Н. Петрология метасоматических изменений гранитоидов и щелочных пород Чингизской зоны. М. Наука. 1969.159 с.
11. Карпенко В.С., Назаренко Н.Г., Щипанова О.В. О новых находках минералов, содержащих уран, торий, ниобий и редкие земли. «Вопросы прикладной радиологии». М. Атомиздат. 1967. Вып. 2. С. 100-121.
12. Крель О.Ф., Федорова О.В., Андрияшин В.В. Акцессорные минералы изверженных пород Тлеумбетского массива и его района (Казахстан). «Акцессорные минералы в решении вопросов металлогении и происхождения магматических комплексов». Тр. ИМГРЭ. 1969. С. 311-319.
13. Крель О.Ф., Федорова О.В., Андрияшин В.В. Тортивейтит – акцессорный минерал пермских аляскитовых гранитов (Центральный Казахстан). В сб.» Акцессорные минералы в решении вопросов металлогении и происхождения магматических комплексов.» Тр. ИМГРЭ. 1969. С. 204-207.
14. Крель О.Ф., Чернов В.И., Шиповалов Ю.В. и Хан Г.А. Сарьяркит – новый минерал. ЗВМО. 1964. №2. С.147-155.
15. Крель О.Ф. О марганецсодержащем торите. Тр. КазИМС. 1960. Вып.3. С. 162-167.

16. *Кроль О.Ф.* Ферриторит из поздневарисского пегматита. Тр. Каз ИМС. 1961. Вып.5. С. 138-146.
17. *Кроль О.Ф.* Мышьяк содержащий торит. Тр. Каз ИМС. 1962. Вып.7. С.136-144.
18. *Кроль О.Ф., Чернов В.И.* Новый ли минерал смировскит? Тр. Каз ИМС. 1960. Вып.2. С.81-88.
19. *Лебедев-Зиновьев А.А.* Ишимский массив щелочных пород. М. Недра. 1969. 258с.
20. *Минеев Д.А.* Распределение лантаноидов в апогранитах и редкометальных метасоматитах Тарбагатай. В кн. «Минералого-геохимические и генетические особенности редкометальных апогранитов. М. Наука. 1969. С. 99-107.
21. *Монич В.А., Старов В.И., Гогель Г.Н.* К петрографии интрузий центральной части Заилийского Алатау. Сб. «Новые данные о магматизме и метасоматизме Казахстана». Тр. ИГН АН КазССР. 1965. Т. 12
22. *Нурлыбаев А.Н.* Минералогия щелочных интрузий Казахстана. Алма-Ата. Наука. 1976. 230 с.
23. Популярная библиотека химических элементов. Издательство «Наука», 1977. С. 520
24. *Путалова Р.В.* Акцессорные минералы гранитоидных интрузий Чингизского мегантиклинория. Алма-Ата. Наука. 1978. 150с.
25. *Семенов Е.И., Костюнина Л.П., Кулаков М.П.* Редкоземельная акцессорная минерализация в кварц-флюоритовых пегматитах Казахстана. «Минералогия пегматитов и гидротермалитов щелочных массивов». М. Наука. 1967. С. 137-150.
26. *Тумаев Н.А.* Ядерная геохимия. М.: МГУ, 2000. 336 с.

УДК 541.183;541.124;543.54

Т. А. ШАБАНОВА¹, В. А. ГЛАГОЛЕВ²

НАНОМИНЕРАЛОГИЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ГЕОЛОГИИ

Мақала геологиялық ғылымдардың бір бағыты – наноминералогиялық зерттеудің дамуына арналған.

Статья посвящена одному из направлений геологической науки – развитию наноминералогических исследований.

A paper is devote by one from direction of geological science is a nanomineralogical researches development.

Приставка «нано» стала сейчас одной из самых популярных в естествознании, а исследование нанообъектов выходит в число лидирующих направлений. Человечество, не ведая подробностей, издавна получало и использовало наноразмерные частицы. Ещё в древнем мире использовались краски удивительных цветов и стойкости и как сейчас установлено, особую роль играют наночастицы. В дамасской стали обнаружены углеродные нанотрубки. Знаменитая Кремлёвская звезда имела в составе стекол наночастицы селена, которые предавали им рубиновый оттенок. Есть множество примеров из миров животных (хитиновые чешуйки на крыльях бабочки), растений (эффект лотоса) и «неживой природы» (игра света благородных опалов). Все это эффекты, даваемые наноразмерными или, как издавна принято их называть в науке, ультрадисперсными частицами. Изучением этих сред занимаются в различных областях наук: физики, химии, материаловедении, минералогии, биологии. Однако только в 80-х годах прошлого века пришло осознание специфичности строения устойчивых наноразмерных образований. Уже трудно назвать область, где бы не нашли своего применения наноматериалы. Это могут быть и пористые наноматериалы для химической и нефтехимической промышленности (катализаторы, адсорбенты, молекулярные фильтры и сепараторы), интегрированные микроэлектромеханические устройства, негорючие нанокомпозиты на полимерной основе, топливные элементы, электрические аккумуляторы и другие преобразователи энергии, биосовместимые ткани для трансплантации, косметические и лекарственные препараты и многое другое.

Возросший интерес к наноразмерным частицам дал толчок к появлению новой междисциплинарной области – науки о нановеществе. Нанонаука стремительно развивается на «стыке» считавшихся ранее независимых наук химии, физики и биологии. Появились такие отрасли знаний как: нанофизика, нанохимия, нанобиология, наноминералогия, наноинженерия и т.д. По оценке международного Центра изучения технологических тенденций (Nanotechnology Research Directions) нанотехнологии, в настоящее время являются одним из ключевых технологических направлений, которые определяют уровень всего научно-технического прогресса в мире.

Что есть наночастица?

Упрощенное определение гласит: *наноиндивиды* – это самостоятельно существующие объекты (частицы), размером $10^{-7} - 10^{-9}$ м (100 – 1 нм) хотя бы в одном измерении. Число атомов на поверхности наночастицы приближается к числу атомов в её объеме. Это соотношение и определяет необычность свойств частиц и материалов с их участием. Размер наноиндивида и его функциональная способность оказываются жестко связанными. На наноразмерном уровне происходит не только формирование вещества, но и проявляются специфические характеристики этих образований.

Геологическая наука, как правило, имеет дело не с атомарным, а с нано-, микро- и макро-размерными уровнями. Эволюция геологического вещества, вероятно, идёт двумя путями: классическим и, как нам кажется, новым, нетрадиционным – через образование наноразмерных индивидов. В первом случае кристалл растёт в

^{1,2} Казахстан, 480010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

устойчивых условиях и достаточности «питания», может вырасти сколь угодно большим. Во втором случае происходят различного вида изменения — мы имеем неустойчивое состояние среды роста. При этом образуются мелкие (наноразмерные) кристаллики, устойчивые только в данных условиях. Произошло изменение, например, температуры, может возобновиться рост кристалла, может начаться его преобразование в другое вещество или вообще его растворение. Здесь уместно привести существующее в различных областях, но имеющее смысловое отличие, понятие кластер. Для нас — кластер (кластерная частица) может содержать от нескольких атомов или молекул до нескольких тысяч атомов или молекул и имеет размер от 1 нм до 10 нм. Кластер — это устойчивый в данных условиях индивид, где все энергии сосредоточены (замкнуты) внутри частицы или скомпенсированы образующимся поверхностным слоем. То есть, сформировавшаяся частичка самодостаточна и может существовать неопределенно долго. Преобразование кластеров может привести к растворению, а может и к формированию из них крупных кристаллических тел и различных сверхструктурных упаковок.

Все характеристики вещества, определённые для массивных тел, для наноразмерных частиц получают некоторую поправку. Так на основе данных термодинамики установлено, что структура двухкомпонентной массивной частицы с однородным распределением второго компонента для наноразмера энергетически не выгодна. Следует расслоение её нанофазовых неоднородностей. В наноразмерной области размываются границы многих «извечных» понятий определённых для макросистем, например, таких как твердость, кристалличность структуры, температура плавления.

Наука о нановеществе и нанотехнологии

Принято разделять понятия — науки о нановеществе и технологическое применение нановещества. Так в книге Дж. Уайтсайда, 2002, сказано что «...нанонауку можно определить как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе, а нанотехнологию — как умение целенаправленно создавать объекты». Наука занимается изучением вещества, явлений, приводящих к его формированию, поведению в различных условиях, и др. Конечным продуктом исследований является установление факта и выработка рекомендаций по его использованию. Технологии, опираясь на полученные знания о

веществе, разрабатывает схему изготовления продукта, имеющего рыночную стоимость. Процесс познания не прогнозируется, в то время как «...технологические разработки без прогноза ведут в тупик» / (Раков Э.Г. 2006)/.

Прогресс в методах исследования позволили стать науке о наноразмерном веществе самостоятельной дисциплиной. В дополнение к традиционным методам исследования, пришел на помощь целый комплекс современной аппаратуры (туннельные, атомно-силовые, магнитно-силовые, электросиловые, ближнепольные оптические микроскопы и др.). Но только комплексное использование различных видов исследования, проведенного специалистами конкретной области, позволит собрать воедино и проанализировать имеющийся обширный материал. Сложность фиксации протекающих процессов и возникающих состояний наноразмерных частиц усилило роль математического моделирования. Это положение определяет важность развития всех научных областей в данном направлении.

Получение твердотельных наночастиц может производиться двумя различными путями: «сверху — вниз» — разделение макрообъема материала на мелкие частицы, и «снизу — вверх» — синтез нанообъектов из атомов и молекул. К первому типу можно отнести механические способы: дробление, взрывные методы измельчения, распыление расплава и др. Ко второму типу — «снизу-вверх», относятся практически все существующие методы синтеза нановещества. Добываемые полезные ископаемые, как правило, подвергаются механическому дроблению. Но при добыче, обогащении и извлечении компонент возникают маленькие зоны, где происходит синтез вещества.

Исследования наноминералогии

Минералог, исследуя под микроскопом образцы, «вдруг» находит чем — то необычное вещество. Его выделяют из общей массы и начинают определения его характеристик (химический состав, твердость, спайность, отражательная способность и масса других). По определённым в лабораториях характеристикам проводится его идентификация. Однако видимые глазом минералы уже практически все известны. Как правило, открываемые минеральные виды, не выявленные ранее, имеют микро- и наноразмеры. Этого, пока еще нового, неизученного вещества достаточно мало и геологу трудно предсказать области его распространения. Обычные методы обога-

щения, в данном случае, не дают приемлемых результатов. Новое вещество пытаются исследовать всевозможными методами. На помощь исследователям приходит современная мощная аппаратура. Умелое использование этой сложной техники, умноженное на опыт в проведении работ, позволяют в конечном итоге установить не только состав вещества, но и взаимное расположение каждого атома в минимальном объёме – кристаллической решётке. Для получения результатов в этой трудоёмкой и кропотливой работе привлекаются ученые различных лабораторий многих стран. После многочисленных проверок, коллегиальных обсуждений, даётся название новому минералу и проходит процедура его утверждения «Комиссией по новым минералам и минеральным видам». В подразделении Института геологических наук им.К.И.Сатпаева, есть группа сотрудников, под руководством Г.К.Бекеновой, которая занимается исследованием новых минералов. В сотрудничестве с учеными других институтов за последние годы ими получено подтверждение на открытие 11 новых минералов:

Казахстанит со сложной формулой – $\text{Fe}^{3+}_5\text{V}^{4+}_3\text{V}^{5+}_{12}\text{O}_{39}(\text{OH})_9 \cdot 8,55\text{H}_2\text{O}$,

Митряеваит – $\text{Al}_5(\text{PO}_4)_2[(\text{P,S})\text{O}_3(\text{OH,O})]_2\text{F}_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_8 \cdot 6,48\text{H}_2\text{O}$,

Никсергиевит – $(\text{Ba,Ca})_2(\text{Al,Si})_7\text{O}_{10}(\text{CO}_3)(\text{OH})_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$,

Анкиновичит – $(\text{Ni,Zn,Cu})\text{Al}_4(\text{VO}_3)_2(\text{OH})_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,

Чухровит – $(\text{Nd})\text{Ca}_3(\text{Nd,Y})\text{Al}_2(\text{SO}_4)\text{F}_{13} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,

Соколоваит – $\text{CsLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$,

Кыргызстанит – $\text{ZnAl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,

Новоднеприт – AuPb_3 ,

Карчевскиит – $[\text{Mg}_{18}\text{Al}_9(\text{OH})_{54}][\text{Sr}_2(\text{CO}_3\text{PO}_4)_9(\text{H}_2\text{O},\text{H}_3\text{O})_{11}]$,

Камараит – $\text{Ba}_3\text{NaTi}_4(\text{Fe}^{2+},\text{Mn})_8(\text{Si}_2\text{O}_7)_4\text{O}_4(\text{OH},\text{F})_7$,

Флюоролейкит – $\text{NaNa}_2(\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$.

Эти микро- и наноминеральные образования уже представлены во всех справочниках о минералах, во всех современных базах данных. Кроме признания заслуг наших ученых, эти ресурсоёмкие исследования позволяют сделать переоценку запасов, увеличить добычу полезных ископаемых, и тем самым уменьшить количество отходов обогатительных и перерабатывающих фабрик и, соответственно, улучшить экологическую обстановку регионов. Получив данные о присутствии нового минерала в добываемых рудах,

ученые – технологи смогут проработать нюансы в цепочках обогащения и извлечении полезных компонент и продвинуться в решении задач комплексной переработки руд.

Для более точной диагностики вещества нами анализируется поведение его синтетических аналогов, полученных в известных условиях. Затем полученные данные применяются для идентификации более сложных по своему составу геологических объектов. Такой способ проведения научной работы является современным и оправданным. Привлечение физического, химического, математического и др. подходов для решения геологических задач является необходимым элементом проводимых фундаментальных исследований в наноминералогии.

Известно из ставших уже «классическими» источников, что агрегация наночастиц происходит без их слипания – и в этом отличие наноиндивидов. В большинстве случаев при такой агрегации захватывается то вещество, которое является предметом поиска технологической минералогии. Между наноиндивидами основной массы вещества могут находиться металлосодержащие включения, необходимые для уравнивания поверхностных сил наноиндивидов. Формирование наноразмерных скоплений металлов могут происходить не только при поступлении рудных растворов, но и образоваться при отторжении, во время образования наноразмерных кристаллитов породообразующих фаз.

Источником потребляемого сырья являются недра нашей Земли. Как известно, основными элементами в коре Земли являются соединения на основе кремния, углерода, кальция, серы. Именно эти элементы являются основой многих систем, разрабатываемых химической отраслью. На примере синтезированных углеродистых и кремнистых образований уже установлены морфоструктуры (морфологические и структурные характеристики) наноиндивидов, наиболее часто формирующихся в большинстве химических процессов. Аналогичные процессы проходят и при формировании горных пород. Подобно химически синтезированным индивидуальные наночастицы кремнезёмов или углерода могут образоваться или остаться после преобразований (метаморфизма) в сложных геологических условиях формирования коры Земли. Следовательно, при обнаружении в природных образованиях наночастиц, аналогичных синтезированным в известных условиях, можно предположить характер усло-

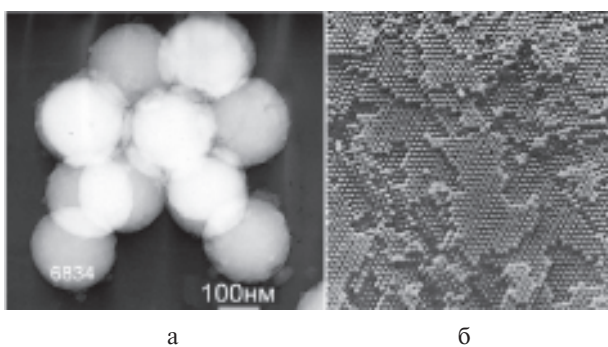


Рис.1. Частицы опала при наблюдении в электронном (а), упаковка этих частиц в оптическом (б) микроскопах

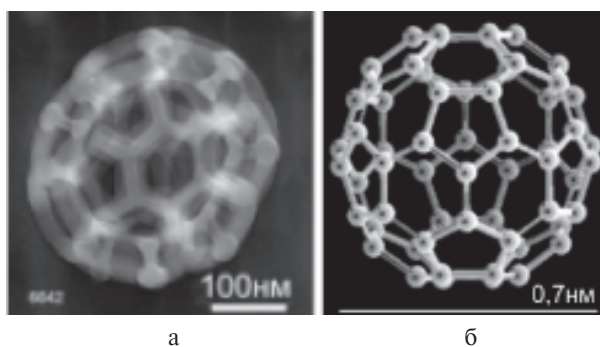


Рис.2 . Частица нурназена (а).Схема фуллерена (б)

вий их образования в геологическом процессе. А наноиндивиды могут быть использованы не только в виде критерия поиска рудных компонентов, но и стать самостоятельными видами сырья.

Например, большую перспективу сулят опаловые структуры. Это всем известный, переливающийся различными цветами, благородный опал. Он состоит из глобул обыкновенного кремнезёма. Солнечный свет, разлагаясь на границах глобул, приобретает окраску. Различия цветов в этом ювелирном камне может быть объяснено наличием участков, содержащих включения или состоящих из глобул разного размера. Если в таком минералоиде присутствует один оттенок преломлённого света — один цвет, то камень малопривлекателен для ювелирных изделий. Но именно это свойство оказалось наиболее востребованным электроникой. Такие опалы имеют глобулы одного размера (рис.1а), сложенные в рисунок определённого вида (рис.1б). Опалы, имеющие глобулы одного размера пропускают свет определённой длины волны (одного цвета) и не пропускают все другие.

Такие камни используют как своеобразные фильтры (уже приборы) в световом диапазоне длин волн. При моделировании процессов в системе свет — поверхность частицы, оказалось, что в этих приборах длина волны проходящего света зависит от показателей преломления между средой, в которой находятся глобулы и материалом поверхностей глобул. Следовательно, материал внутри глобулы может быть разным, но должен обладать свойством полного внутреннего поглощения. Так возникло выражение «опалоподобные» или «опаловые» структуры. Такие материалы имеют аналогию с опалом (оксидно-кремнистым материалом) только по способу упаковки отдельных достаточно «крупных» округлых частиц. Это свойство положено в основу производ-

ства, например, инвертированных матриц, когда незаполненные веществом ячейки закономерно расположены внутри какой-либо среды.

Таким образом, исследование геологического объекта — опала сделало возможным разработку технологической схемы производства материалов для «высоких технологий» — нужд электроники.

Много написано о наноразмерных частицах золота в углеродной оболочке или «эффекте Матвиенко». Последний заключается в том, что в природе существуют наноразмерные формы металлов (в данном случае золота), которые не всегда могут корректно определяться известными аналитическими методами. Только детальное изучение наноразмерных объектов, их строения позволяют прогнозировать их локализацию, разработать технологии извлечения наночастиц сырья и его отдельных компонент. Тем более, что уже известно, что основная часть запасов полезных ископаемых находится в наночастицах и рассеяна по большим площадям

При исследовании углеродистых материалов сотрудниками Института геологии была зафиксирована округлая частица, напоминающая известный фуллерен. Напомним, что фуллерен это округлая каркасная молекула — кластер, которая состоит из 60 атомов углерода. Его особенностью, кроме уникальных свойств, является то, что все атомы расположены на поверхности этого соединения.

Обнаруженная нами частица (рис.2а) крупнее фуллерена (рис.2б) на два порядка. Исследования показали, что это образование состоит практически из чистого углерода. Проведение консультаций с учеными других областей знаний позволило установить, что углеродные частицы данного вида нигде не отмечены (это не биологическое образование). Так была найдена новая

форма выделения углерода — названная в последствие нурназеном.

В скором времени ученые будут говорить об округлых каркасных углеродных частицах — нурназенах так же, как и о графене, нанотрубках и других индивидуальных частицах — представителях углеродного ряда. По сути, была обнаружена новая аллотропная (самостоятельная, исходная) форма углерода. Углеродные нурназены, имея поверхностное распределение частиц, также как и опаловые структуры, со временем найдут своё место в технологиях. Они, вероятно, смогут применяться, например, в нанофотонике, или при создании технологий нанооптики. Наличие полости внутри частиц может найти применение при доставке материалов в агрессивных средах, хранения агрессивных элементов и их соединений или, например, топливных контейнеров.

Основной задачей геологической науки является нахождение требуемых материалов в природе, на основе исследований, сделать прогнозы по образованию месторождений и поиску необходимого сырья. Сейчас, применитель-

но к новым технологиям, стоимость элементов — спутников и породообразующих элементов сравнивается со стоимостью добываемых рудных компонент. Так стоимость благородных опалов, которые могут быть получены из растворов кремнезёмов, загрязняющих дорогостоящие фильтры при получении некоторых металлов, может превосходить стоимость производства самого металла. Необходимо только изучить поведение кремнезёмов и разработать на этой основе технологию по их извлечению. Или другой пример, выгоднее добывать комплексы элементов необходимых в высоких технологиях (окислы титана, композиты и сплавы золота, и др.), чем получать чистые металлы и затем синтезировать необходимые композиты. Наноминералогия сделает более рентабельными и менее ресурсоёмкими технологии получения наноматериалов из недр Земли. Настоящее время определило необходимость развития наногеологического направления и построения прогнозов поиска и добычи полезных ископаемых с учетом наноминералогических исследований.

УДК 624.131.1+557.4(-925.22)

МИТРОФАНОВА А. Н.¹, КАЛИТА Р. Ш.²

ОЦЕНКА РИСКОВ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ БУКТЫРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ОЗЕРА ЖАЙСАН

Бұқтырма су қоймасы зонасындағы қауіп-қатерлі үдерістеріне талдау жүргізілген. Техногенді орасан зор ауырлықтар экожүйеде бірқатар экологиялық жағымсыз және экзогенді геодинамикалық үдерістердің пайда болуына әкеліп соқтырады. Төтенше жағдайлар туралы ескерту шаралары берілген.

Проведен анализ рисков опасных процессов в зоне Буктырминского водохранилища. Колоссальные техногенные нагрузки на экосистему обуславливают ряд негативных экологических и экзогенных геодинамических процессов. Дан ряд рекомендуемых мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

A risk dangerous processes at the Buktyrminskoe reservoir. A titanic technogenous loading for ecosystem are caused a number of negative ecologic and exogenic geodynamical processes. A number of recommended actions for forestalling of extreme events is given.

Сложное геологическое строение района, расчлененность его рельефа, разнообразие климатических условий и резкое изменение базиса стока в связи с влиянием Буктырминского водохранилища способствует интенсивному развитию опасных рискованных геодинамических процессов (ГДП), приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Эоловые процессы включают следующие виды: корразию, дефляцию, навевание. Коррозия проявляется в виде ниш выдувания в скальных, преимущественно гранитоидных останцах, расположенных по периферии горной территории (Калба, хр. Куршим), в додевонских гранитах бассейна р. Черновая. Дефляция вызывает выдувание пылеватых частиц, перевевание мысовых участков Буктырминского водохранилища. Ветровая аккумуляция активно происходит в Жайсанской впадине. Южная половина Буктырминского водохранилища находится в зоне весьма активной ветровой деятельности. Здесь располагаются эоловые песчаные массивы (Кызылкум, Айгыркум). Аккумуляция (накопление) происходит в форме барханов, гряд и мелкоячеистых массивов. Сухость климата, наличие мелкоземистого покрова и слабое развитие растительности на этих площадях создают благоприятные условия для развевания (дефляции) и эолового переотложения пылевато-песчаного материала. Характерны кот-

ловины выдувания, ветровая рябь и песчаные гребни на вершинах барханов. Незакрепленные гряды имеют северо-восточную ориентировку гребня, с превышениями 20–25 м. Располагаясь в зоне подпора уровня водохранилища, песчаные массивы представляют прекрасные объекты для абразионного разрушения. Эти участки являются поставщиками материала для формирования подводной аккумулятивной отмели и берегового потока наносов. Развитое на предгорных наклонных равнинах орошаемое земледелие нарушило гидрогеологические условия, что повлекло за собой активизацию процессов дефляции. На крупных массивах орошения (Куршимский, Кальжирский) отмечается ветровая дефляция почвогрунтов. Под воздействием водохранилища на побережье формируются опесчаненные дефлирующие почвы. Нарушение растительного покрова песчаных массивов бессистемным выпасом скота также способствует переработке эоловых песков. На автомобильных и железных дорогах отмечается дефляция земляного полотна. Умеренно опасная степень дефляции позволяет осуществлять строительные мероприятия с учетом проведения мер защиты от ветровой эрозии [1, 2]. Рекомендуется проводить поверхностное улучшение земель – рыхление и подсев трав, создание прибрежной лесной полосы вокруг Буктырминского водохранилища.

^{1,2} Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Абразия – процесс механического разрушения волнами и течениями береговой линии водоема. Абразионные разрушения в скальных породах характерны для северной низовой части Буктырминского водохранилища. Переформирование берегов здесь ограничивается разрушением и смывом горных пород. Южная часть Буктырминского водохранилища сложена породами аллювиально-озерного генезиса. Здесь происходит размыв рыхлого чехла, формируются клифы высотой 2-15 м и протяженностью до 3-5 км. На отдельных участках береговой линии смещение бровки абразионного уступа в глубь берега достигает до 40 м. Берега нейтрального плана развития являются характерными для средней и нижней зон водохранилища. Формируются они преимущественно в отложениях пологонаклонных равнин и предгорных шлейфов Калбинского и Нарымского хребтов. Биогенный тип берегов широко распространен на Куршимском плесе и в озерной (Жайсанской) части водохранилища. Сильно прогреваемые мелководья, заросшие тростником, служат источником повышенных потерь на испарение. Наибольшая активность береговых переформирований соответствует периодам резкого подъема уровней воды в водохранилище и относительной стабильности этих уровней в периоды волнений. Фазы спада уровней характеризуются снижением темпов и масштабов переформирований береговых склонов. В зависимости от крутизны и высоты перерабатываемого склона над уровнем наполнения водохранилища объемы призмы разрушения варьируют от первых десятков до 250 м³ (в районе села Аманат-Аксуат) на погонный метр берега. В результате подрезки оснований склонов возникают благоприятные условия для развития эрозионных процессов. Риск развития опасных процессов высокий [1-3].

Речная эрозия – процесс разрушения горных пород водным потоком в бортах и днище русла реки. Боковая эрозия проявляется на всех реках региона – это Буктырма, Нарым, Хамир, Каргоба, Ертис, Куршим, Уйдене, Кендерлик и др. Наиболее активно боковая эрозия проявляется в осенне-весенние паводки, сопровождаясь оползневыми и обвально-осыпными процессами. В это время уровень рек повышается на несколько метров, а скорость возрастает до 10 м/с. Наводнения проявляются на р. Буктырма и угрожают нескольким населенным пунктам (с. Черновая, с. Согорное). Прогнозный водный поток 1 % обеспеченности составляет 654 м³/с у с. Кызыл-

жудыз и 1350 м³/с у пос. Печи [3]. Подмыв береговых уступов, приносит часто значительный материальный ущерб – уничтожаются уголья, пашни и огороды, нередко страдают жилые и хозяйственные постройки, линии электропередач, связи, дороги и т.д. В зону действия процесса попадают, населенные пункты Парыгино, Лесная Пристань, станция Зырянновск, автодороги их связывающие и другие объекты. У пос. Кендерлик скорость боковой эрозии составляет 40-100 м, за последние десятилетия здесь размыву подвергаются пастбищные уголья.

Паводковое затопление на р. Куршим приводят к подтоплению поселков Куршим, Дарственное, Топ-Терек и др. Подъемы воды обусловлены узкими пережимами рек с большим паводковым расходом, отсутствием четко выраженного русла и мощным ледяным покровом в периоды половодья. Для данных территорий характерен высокий риск развития опасного паводкового затопления. Подъем уровня половодья на малых реках составляет в среднем 0,7-2,5 м. Незначительная речная эрозия развита по рекам Калбы, где она выражается в образовании эрозионных уступов высотой 2-3 м. В связи с усилением эрозии на нарушенных речных склонах происходит возникновение новых оползней и оживление старых. Для **предотвращения** опасных чрезвычайных ситуаций необходимо совмещать средства пассивной защиты (устройство дамб с каменной наброской, бетонных подпорных стенок, улавливающих карманов, лесомелиорация склонов) с превентивными мероприятиями (подрыв ледовых перемычек и заторов на реках). Необходимо применять щадящие способы хозяйствования и переустройства ландшафтов, избегать чрезмерной подрезки склонов, срыва почвенно-растительного покрова [1, 3].

Плоскостной смыв – размывающая деятельность поверхностных вод, является одним из господствующих процессов. Развитие процесса зависит от интенсивности атмосферных осадков, строения рельефа, литологии пород и состояния растительного покрова. К широкому проявлению процессов плоскостного смыва приводит линейная эрозия. Усиленная эрозия возникает при крутизне склонов свыше 3-5° и особенно интенсивна при крутизне 12-15° и более, что отмечено в междуречье Куршим и Кальжир. Наиболее активно процесс протекает на освоенных территориях, где поверхность не закреплена растительным покровом. Активизация процесса приходится на период весеннего половодья и время лив-

невых дождей. В песчано-глинистых грунтах молассоидной и в отложениях терригенно-пестроцветной формаций плоскостной смыв приводит к образованию рытвин, оврагов и общей нивелировке рельефа. По оценке степени риска развития ЧС данный процесс можно отнести к средней степени.

Линейная эрозия возникает в результате размыва склонов временными и постоянными водотоками, а также подрезки оснований склонов. По долинам рек, где развиты легкоразмываемые отложения, отмечаются паводковые подмывы террас, что способствует оврагообразованию и широкому проявлению плоскостного смыва. В прибрежной зоне оз. Жайсан (северное побережье) оврагами изрезаны склоны аллювиально-озерной равнины на глубину до 0,5-5 м. Сети оврагов и балок в районе г. Шакельмес формируют рельеф типа "бедленд". Здесь глубина эрозионного расчленения достигает 20-25 м. На предгорной аллювиально-пролювиальной равнине, образованной среднечетвертичными отложениями в междуречье Базар-Каргоба-Узынбулак глубина врезов веерорасположенных оврагов достигает 20-40 м. Мелкая овражная сеть отмечается в полосе перехода предгорной равнины в плоскую. Группы старых и молодых оврагов развиты на правобережье р. Куршим. Большинство оврагов находится в начальной стадии. Оврагообразование интенсивно развито в лессовидных суглинках делювиально-пролювиального генезиса и представляет серьезную опасность для населенных пунктов, расположенных у подножья склонов. Например, на горе Грива, возвышающейся возле пос. Верхняя Березовка, почвенный слой, представленный песчаными грунтами во время снеготаяния и ливней интенсивно размывается. Скорость роста оврага в сторону поселка составляет 80-100 см/год. Интенсивная эрозия южного склона г. Грива спровоцирована разрушением растительно-дернового покрова при выпасах скота и вырубке деревьев. Местами образовались овраги глубиной до 3 м, шириной 6-18 м, из которых с паводками выносятся грязекаменный материал. Глубина врезов оврагов достигает 10-15 м при длине 2-3 км.

В районах со значительными ливневыми осадками и быстрым снеготаянием овраги в лесовых отложениях разветвляются до притоков 5-6 порядка. Такие овраги, глубиной до 20 м и длиной более 1 км отмечаются на правобережье р. Уба. Их вершинный прирост составляет 1-5,5 м/год [3].

Особенно сильное эрозионное расчленение (средней и высокой степени риска развития опасного процесса) приурочено к зонам тектонических разломов, где делювиально-пролювиальные шлейфы сложены суглинисто-щебенистым материалом. Причиной возникновения оврагов зачастую становится хозяйственная деятельность. На каналах мелиоративной сети развивается линейная и боковая эрозия. На автодорогах расположенных вблизи оросительных каналов возникают деформации полотна и размыв придорожных кюветов [1, 3, 4].

Физическое выветривание – процесс разрушения горных пород под воздействием температуры, замерзания и оттаивания воды в трещинах, испарение и кристаллизация солей содержащихся в воде и т.д. Выветривание подготавливает геологическую среду для интенсивного проявления опасных геодинамических процессов. Виды выветривания и его интенсивность определяются составом и структурой горных пород.

Интрузивные породы подвержены объемно-градиентному выветриванию вследствие разных коэффициентов объемного расширения слагающих минералов. Особенно интенсивно разрушаются породы гранит-гранодиоритовой и щелочно-гранитоидной формаций. Активная зона трещиноватости в гранитах, гранодиоритах не превышает 60 м, что прослеживается в Калбинском и Куршимском поднятиях. В зонах тектонических нарушений трещиноватость достигает глубины 160 м. Происходит глубокое разрушение по поверхностям спайности минералов и трещиноватости и, как следствие, - широкое развитие обвально-осыпных процессов, ярким примером которого являются горные кряжи Калбы. Глубина распространения активной зоны трещиноватости в породах осадочно-вулканогенной формации распространяется от 20 до 80 м.

Тектоническая раздробленность коренных пород создает благоприятные условия для развития процессов физического выветривания и является своеобразной канвой для этих процессов. К крупным зонам тектонического дробления, обладающим повышенными водопроводящими свойствами и являющимися дренами для трещинных вод, зачастую приурочены выходы крупных родников. Эти же зоны будут представлять участки повышенного водопоглощения в условиях подтопления. Выветривание коренных пород приводит к значительным изменениям их физико-технических свойств, в частности к увеличению трещиноватости и снижению прочности, что

позволяет оценить степень риска, как среднюю. Рассматриваемая территория ограничено пригодна для массовых видов строительства. Наиболее надежными основаниями являются грунты скального класса, за исключением трещиноватых глинистых сланцев (D_{2-3}), закарстованных известняков (D_3-C_1) [1, 2].

Селевые потоки возникают в результате интенсивного таяния снежного покрова и во время затяжных дождей. Они представляют собой внезапные кратковременные водные паводки с повышенным твердым стоком и тальвежно-руслowymi выносами, относящимися к IV категории селеопасности, (по классификации Н. Ф. Колотилина), поэтому могут быть отнесены к низкой степени развития опасности. Интенсивность селевых процессов определяется количеством и режимом выпадения осадков.

Сели в бассейнах IV категории опасности охватывают высокогорный и среднегорный пояс хребтов Становой, Холзун, Листвяга, Катунские Белки, Убинский, Ивановский, Ульбинский. *Водоснежные сели* формируются весной при образовании талого стока, когда под оттаявшим слоем мерзлоты сохраняются мерзлые и твердомерзлые водонепроницаемые грунты [3]. Водоснежные сели приурочены к высокогорной альпийской зоне, расположенной выше 1900 м. В тех же зонах, а также в предгорной области Алтая выше 600 м локализуются бассейны *водных паводков с повышенным твердым стоком и тальвежно-руслowymi выносами* той же IV категории (р. Ертис ниже устья р. Нарым, хребты Калбинский, Куршим). Сели относительно слабой интенсивности отмечаются на реках Буктырма, Куршим, Ульба, Нарым, р. Ертис ниже устья р. Нарым, Саунчад и др. У пос. Коктерек, расположенного на конусе выноса при выходе р. Саунчад в долину, наносоводный паводок 1 % обеспеченности имеет объем 0,36 млн. м³, расход 33,4 м³/с, плотность 1,29 10³ кг/м³. Водоснежные и дождевые наносоводные паводки представляют определенную опасность для народнохозяйственных объектов.

Вышеописанные селевые процессы имеют эрозионный характер зарождения, что отличает их от *сдвиговых селей*, которые первоначально формируются как оползни-потоки или оплывины, по мере продвижения перерастающие в сель. Сдвиговые сели зарождаются на крупных фронтальных уступах современных морен и каменных глетчеров, а также на альпийских склонах крутизной более 20–25° во время весенне-летнего от-

таивания сезонно-мерзлых грунтов. Оплывание обычно приводит к образованию микроселей объемом не более 1,5–2 тыс. м³.

Водоснежные и дождевые наносоводные паводки являются рисковыми и могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. При строительстве на реках необходимо учитывать селевые очаги, так как сооружения подвергаются динамическому воздействию паводков и селей. Селевые потоки могут перерезать линейные сооружения, забивать трубопроводы и каналы грязекаменным материалом. Отдельные крупные глыбы несомые грязекаменными селями, развивают столь внушительную кинетическую энергию, что способны самостоятельно разрушить отдельные здания, мосты и т.д. [3, 5–7].

Рекомендуемые мероприятия по предупреждению зарождения селей: снижение склонового стока в русле рек за счет лесопосадок и террасирования склонов с закреплением террас посадкой растительности; закрепление поймы русел рек лесопосадками с целью недопущения возникновения эрозионно-сдвиговых процессов; стабилизация русел с помощью поперечных запруд (барражей); глухие или сквозные плотины с селеуловителем (селехранилищем); селепропускные сооружения – для обеспечения транзитного пропуска селевых расходов; селенаправляющие – направляющие и ограждающие дамбы и шпоры.

Гравитационные процессы - перемещение обломков горных пород под действием силы тяжести на крутых горных и береговых склонах в виде обвалов, камнепадов, осыпей, оползней, снежных лавин. Основными факторами подготовки обвалов являются выветривание и способность массива сохранять целостность. Поводом обвальных обрушений, камнепадов могут быть сейсмические толчки, удары молнии, взрывы, прогрев верхней части горных массивов после ночного охлаждения. Обвалы развиваются на крутых склонах. Оцениваем риск развития процесса как средний по степени возникновения ЧС. Малые обвалы земляных масс (до 10 тыс. м³) происходят на эрозионных и абразионных склонах водохранилища. Эрозионные земляные обвалы развиты на подмываемых участках русел Ертиса, Буктырмы, Кендерлык, Убы, Хамира, Кальжира, Куршима, Нарыма. В глубоких каньонообразных скальных врезках рек вдоль верхних бровок образуются трещины бортового отпора, отчленяющие от коренного массива блоки отседания объемом до 100 тыс. м³. В зоне воздействия земляных обвалов

оказываются правобережные поселки р. Буктырмы: Березовка, Парыгино, Верхняя-Березовка.

Обвалы, связанные с физическим выветриванием скальных пород, получили широкое распространение в нивально-высокогорных и высокогорных зонах, а также на территории развития среднегорного и сильно расчлененного рельефа. На нагорных террасах развиты развалы и россыпи глыб, переходящие на склонах в осыпи (хребты Калбинский, Листвяга, Осыпной белок и др.). В высокогорном поясе осыпанию подвержены краевые уступы морен и каменных глетчеров, сложенные крупными остроугольными обломками, оттаивающими в дневное время. Нередко пораженность обвально-осыпными процессами достигает 40 %. Широко развиты обвалы в верховьях реки Буктырмы и ее правобережных притоков, по врезу р. Кендерлык, Кара-Унгир и др.

Гравийно-галечные и дресвяно-щебенистые уступы речных террас, делювиально-пролювиальных конусов и шлейфов, при крутизне, превышающей угол естественного откоса ($> 32-35^\circ$) подвержены осыпанию, а в поясе многолетнемерзлых пород высокогорной зоны – *солифлюкции*. Важнейшими селеформирующими грунтами являются моренные отложения. Слабоволнистые поверхности выравнивания позднемелового и палеогенового возраста благоприятны для развития *криолитогенных процессов*: *бугров пучения*, *каменных многоугольников* и др. На крутых северных склонах развиты осыпи скальных пород, каменные глетчеры. Образование курумов характерно для высокогорных районов области, в верховьях р. Буктырма [1, 3].

В результате хозяйственной деятельности человека развитие осыпей активизируется. Этот процесс развит вдоль всех горных автодорог. Вдоль трассы Усть-Каменогорск-Зыряновск отмечены осыпи объемом 200-250 м² на склонах в результате их подрезки. При дорожном строительстве, обработке полезных ископаемых карьерным способом, при массовых взрывных работах происходят техногенные обвалы [3]. На обвальных участках, где трассы подрезают кристаллические сланцы отмечается постоянный спływ отдельных плиток сланцев и целых пачек породы. На обвальных участках *рекомендуем* проводить горно-профилактические работы: очистку склонов и откосов от дробленного материала и устройство улавливающих карманов, стенок и галерей.

Оползни – разнообразные смещения грунтов под действием гравитации с сохранением контакта

с основанием. В Рудном Алтае преобладают оползни течения и скольжения, приуроченные к четвертичным, реже неогеновым глинистым отложениям. *Оползни скольжения* зафиксированы на реках Буктырминского бассейна (Хамир, Столбоуха, Сенная, Черновая). Они происходят при подмыве берегов крутизной 30-40°, сложенных делювиальными и пролювиальными четвертичными отложениями. При инсеквентном оползании могут образоваться оползни выдавливания, если глинистые нижележащие слои выдавливаются вверх в виде вала. При подмыве непрочносвязанных массивов большой мощности (15-20 м) происходит обрушение оползней-обвалов объемом 200-400 м³. Современные оползни объемом 150-200 м³ формируются в Бобровской впадине и имеют глубину захвата 6 м. *Оползни-оплывины* формируются в средне- и низкогорном поясах на склонах крутизной 15-30° с захватом грунтов до глубины 5 м и имеют объем 10-100 м³. Развиты в долинах рек Буктырма, Куршим, Кара Каба, Ульба, Уба [3, 7]. Оплывины образуются в связи с интенсивными ливнями, выклиниванием подземных вод в основании уступов. *Оползни проседания* развиты в лессовидных породах зоны сочленения низкогорья и предгорья.

При организации защиты жизни людей от оползней и обвалов *рекомендуется* следующее: строительство подпорных стенок и контрбанкетов; работы по выполаживанию склонов; регулирование поверхностного стока путем его перехвата; организационно-хозяйственные мероприятия (запрет выпаса скота и вырубki леса, введение пастбищеоборотов, закрепление оползневых участков дополнительными древесно-кустарниковыми площадками).

Лавины – масса снега, падающая или соскальзывающая со склонов. В Алтае мощность снежного покрова может достигать 3-4 м. На северные склоны приходится 45 %, на восточные и западные – 50 %, а на южные – всего 5 % общего количества лавин. В РА преобладают лавины из свежеснежавшего снега большой мощности. Подвижки лавин в ГА происходят по слою глубинной изморози. При сходе такие лавины обнажают или даже срывают почвенный покров. Ослаблению контакта снега с почвой могут способствовать талый сток, подрезка и вибрация, вызванные проходящей рядом лавиной. Районы с исключительной лавинной опасностью (масса снега > 10 тыс. т) имеют ограниченное распространение на СЗ и С региона в хребтах Ивановский, Холзун, Листвяга, Катунские Белки. В низ-

когорном поясе Калбинского и Нарымского хребтов, низкогорной и верхней части предгорной области локализуются лавины незначительной опасности (до 1 тыс. т). Максимум схода лавин фиксируется в последние два месяца холодного периода, на который приходится максимум твердых осадков. Экстремальные сходы лавин отмечаются в годы с аномально низкими температурами и высокими осадками. В феврале-марте высота снега достигает максимума – 3-3,5 м, когда по склонам проносятся мощные снежные лавины объемом 10-100 тыс. т. Особенно разрушительны снежно-каменные лавины, несущие обломочный материал. Ледово-каменный материал может закупорить горный поток и стать причиной тало-прорывного селя. Лавины угрожают и наносят существенный ущерб населенным пунктам, автодорогам, транспортному сообщению. Исследованиями «Казселезащиты» выделены 527 опасных лавиносборов, угрожающих хозяйственным объектам Восточно-Казахстанской области. Риск развития опасного процесса относится к средней степени [1, 3, 8].

Рекомендации по защите от снежных лавин подразделяются на профилактические и инженерные. Профилактические мероприятия позволяют в процессе изыскания выбрать для строительства объектов наиболее безопасные площадки. Весьма эффективным является производство профилактического спуска лавин при помощи взрывов на выброс. Инженерные мероприятия направлены на предупреждение схода лавин со склонов и защиту объектов от движущихся масс снега, включают в себя устройства снегоудерживающих противолавинных щитов; лавинорезов, ограждающих дамб; наболб, клиньев, лавиногабителей; галерей, эстакад.

Карст (карбонатный) – процесс выщелачивания и выноса горных пород, с образованием пустот. В массивных карбонатных породах карбонатно-терригенной формации (D_3-C_1) выщелачивание затрагивает лишь поверхность их контакта с подземными водами и идет крайне медленно (Сажаевское месторождение у пос. Октябрьский). Отложения D_3-C_1 интенсивно трещиноваты до глубины 100 м, крупные полости шириной 1 м вскрыты горными выработками на глубину 6-8 м. На поверхности известняков развиты карровые углубления (2 м), воронки диаметром до 11 м. В Калбинском хребте провальные воронки достигают глубины 3-4 м. В Ульбинском хр. в 16 км к СВ от г. Серебрянска расположена группа родников, называемая «Светлый

ключ» с суммарным расходом из известняков D_3-C_1 до 130 л/с. В верховьях р. Ульбы известна группа современных карстовых воронок. Формы палеокарста в виде провальных блюдечек и воронок диаметром 200 м и пещер глубиной 100 м встречаются в Ульбинском, Калбинском, Нарымском хребтах. Закарстованность пород важно учитывать при строительстве гидротехнических сооружений [1].

Просадочность – способность лессовых пород быстро и значительно уплотнятся при замачивании или оттаивании. В Жайсанской впадине мощность просадочной толщи делювиально-пролювиальных отложений достигает 4 м. На поверхности равнины отмечаются суффозионные просадки в виде воронок и блюдечек глубиной до 2-3 м. Отмечено уменьшение просадочных свойств от дневной поверхности к подошве толщи. Значение коэффициента относительной просадочности составляет 0,02-0,06, что говорит о просадочности грунтов. Просадки приурочены к участкам, обводненным с глубины более 5-6 м. В прибрежной зоне Буктырминского водохранилища вследствие замачивания и усыхания в лессовидных суглинках образуются трещины, по которым происходят обвалы и оползания суглинистых масс. Развитию просадочных деформаций в береговой зоне способствуют изменения уровня и режима грунтовых вод, вызванные влиянием Буктырминского водохранилища. При возведении сооружений на лессовидных суглинках необходимо учитывать фактор сжимаемости и способность к просадкам при замачивании, в противном случае возможны деформации ирригационных систем. Риск развития опасного процесса варьирует от низкой до средней степени [2, 4, 9].

Лессы и лессовидные породы, благодаря наличию макропор, скрепленных карбонатным легкорастворимым цементом, обладают просадочными свойствами и подвержены суффозии. Они широко распространены в междуречье рек Уба и Ульба в виде маломощных покровов на герцинском скальном фундаменте.

В пределах Жайсанской впадины стимулом для развития *засоления и заболачивания* является подпор уровня грунтовых вод в зоне влияния Буктырминского водохранилища. Значительное засоление отмечено в пределах речных террас, делювиально-пролювиальных и аллювиально-озерных равнин, где широко развиты солончаки, соры, выцветы солей на «пухляках», такыры. Наличие воднорастворимых солей и гипса про-

слеживается до глубины 2-3 м. Общее содержание солей аккумулятивных и денудационных равнин достигает 25-30 %, причем основными компонентами являются окись кальция и сульфаты. Повышенной засоленностью (0,5-1,0 % к сухой навеске) отличаются эоловые пески, где в межбарханных понижениях грунтовые воды залегают на глубине 2-3 м, что способствует капиллярному выносу и отложению солей в приповерхностном слое. Преобладающим типом засоления является хлоридно-натриевое. Повышенная засоленность, особенно на участках развития палеоген-неогеновых глинистых отложений, ухудшает их дорожно-строительные свойства, увеличивая коррозирующие способности. Засоленность почвогрунтов является одним из осложняющих факторов при хозяйственном освоении земель под поливное земледелие, где процессы соленакопления достаточно активизированы. Процессы континентального засоления особенно проявляются на староорошаемых массивах. На таких массивах требуется проведение ирригационно-дренажных мероприятий по рассолению почвогрунтов.

Заболоченные участки наблюдаются по всему периметру водохранилища, но особенно типичны они для Жайсанского и Куршимского плесов. Правобережье Куршимского плеса характеризуется топкими, заболоченными берегами, которые периодически затопливаются на значительные расстояния при подъеме уровня воды в водохранилище. Берега Жайсанского плеса почти на всем протяжении низкие и заболочены. Полоса заболоченных мелководий и камышовых зарослей простирается на 3-4 км в сторону берега на западном побережье плеса. По степени проявления риска процессы засоления и заболачивания можно отнести к умеренно опасной и опасной [2, 4, 10, 11].

Оценивая природные условия региона можно отметить тенденцию к резкому увеличению антропогенных нагрузок. Отличаясь благоприятными почвенно-климатическими условиями, хорошей водообеспеченностью и высокой хозяйственной продуктивностью, эта территория оказывается пораженной опасными геодинамическими процессами, активизированными под воздействием техногенных нагрузок. Основными типами этих нагрузок являются: горнодобывающая, перерабатывающая деятельность, сельскохозяйственное производство, мелиоративные мероприятия, линейное строительство. Создание

Буктырминского водохранилища повлекло за собой значительные изменения природных условий в сфере его влияния и привело к резкому изменению хода развития опасных рискованных процессов. Многолетний опыт эксплуатации водохранилища свидетельствует о неизбежной активизации ряда геологических процессов и возникновении качественно новых явлений, не типичных для района до сооружений водохранилища: переработка склонов, подпор грунтовых вод, засоление и заболачивание земель и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев В. П., Жданович А. Р., Митрофанова А. Н., Новицкий С. А. Отчет (промежуточный) о НИР по теме: 04.Н «Разработать теоретические основы, дать оценку и прогноз геодинамических процессов и геозологического состояния геосистем орогенного пояса Казахстана». Алматы. Фонды ИГН. 2000. 60 с.
2. Бочкарев В. П., Обзоров О. А., Шойманова М. М. Инженерно-геологические условия береговой зоны Бухтарминского водохранилища на р. Иртыш. Фонды ИГН. 1967. 188 с.
3. Комплексная схема защиты населенных пунктов, земель и других объектов от селей, снежных лавин, оползней и обвалов ВКО. Т. 1. Алма-Ата. Фонды Казселезащиты. 1988.
4. Геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Серия Восточно-Казахстанская. Объяснительная записка. М. 1969.
5. Обзор селевой деятельности в горных районах Казахстана. Технические отчеты ПО «Казселезащита». Алма-Ата. 1981-1991.
6. Колотилин Н. Ф., Медеуов А., Новицкий С. А., Рындина В. Р., Тютькова Н. А. Карта фоновой оценки селеопасности территории Казахской ССР м-ба 1:1000000 / Под ред. Н. Ф. Колотилина, Э. И. Нурмамбетова, А. Ю. Хегая. Ташкент. 1988.
7. Оползни и сели. Центр Международных проектов ЮНЕСКО. ЮНЕП. М. 1984 г. Т.1. 530с. Т. 2. 250 с.
8. Гляциально-нивальные процессы в горах Казахстана / Отв. ред. Г. А. Токмагамбетов. Алма-Ата. 1981. 216 с.
9. Колотилин Н. Ф., Новицкий С. А. Отчет по теме: «Генетические типы, состав и инженерно-геологические свойства четвертичных отложений предгорных равнин и межгорных впадин Ю-В Казахстана». Алма-Ата. Фонды ИГН. 1968.
10. Бочкарев В. П., Жданович А. Р., Новицкий С. А., Федорова Э. Б. Инженерно-геологические условия контррегулятора Шульбинской ГЭС на р. Иртыш. Фонды ИГН. Алматыгидропроект. 1992.
11. Бочкарев В. П., Шойманова М. М., Антоненко Э. М. Современные геодинамические процессы в зонах влияния крупных естественных и искусственных водоемов в связи с антропогенными изменениями условий (на примере Бухтарминского водохранилища). Фонды ИГН. 1978. 110 с.

УДК 577.4 (262.83)

А.С. МУСИНА¹

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИАРАЛЬЯ

Бірінші кезекте адамзат тіршілігіне байланысты Арал аймағы мәселелерінің пайда болу себептері қарастырылған. Осы экологиялық мәселені шешудің тиімді әдісі ұсынылған.

Рассмотрены причины возникновения проблемы Арала, которые в первую очередь непосредственно связаны с деятельностью человека. Предложен эффективный способ решения этой экологической проблемы.

Are considered a reasons of Aral tragedy formation which at first of all directly are connect with human activity. An effective way for decision of this ecological problem is given.

С появлением жизни на Земле круговорот воды стал относительно сложным, так как к простому явлению физического испарения добавились более сложные процессы, связанные жизнедеятельностью живых организмов. К тому же роль человека по мере его развития становится всё более значительной в этом круговороте. Человеку разумному свойственно активное вмешательство в окружающую среду. Это обусловлено необходимостью удовлетворения его материальных и духовных потребностей.

Поскольку всякий водоём или водный источник связан с окружающей его внешней средой, на него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека.

Развитие науки и техники привело к началу крупномасштабного освоения ресурсов природы и игнорирования возможных экологических последствий и яркий пример этому – Аральская зона экологического бедствия. Образование пяти новых суверенных, независимых государств в Центральной Азии позволило по-новому рассмотреть вопросы рационального природопользования и выработать новые подходы устойчивого социально-экономического развития государств в экологически безопасных условиях. Проблемы охраны природы и рационального природопользования в странах Центральной Азии рассматриваются как важное звено многогран-

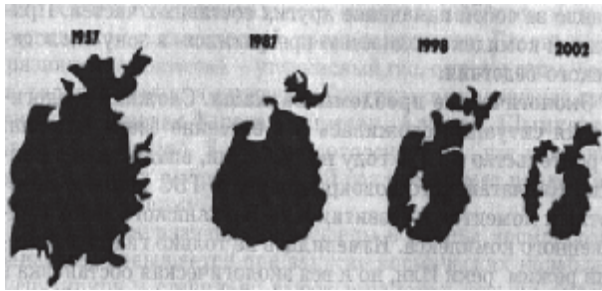
ной цепи устойчивого развития. Однако, разработанные и разрабатываемые планы и программы в области природопользования реализуются медленно и не в полном объеме, что объясняется сложным переходным периодом [1].

Одной из совместных региональных программ является Аральская программа, подписанная главами государств Центральной Азии в 1993 году. В настоящее время страны субрегиона стремятся закрепить тенденции законодательными актами и обеспечить в полном объеме научно-техническими и кадровыми ресурсами. Вместе с тем необходимо всесторонне оценить экономические и социальные потери, которые несут страны в результате экологических бедствий с тем, чтобы четко определить объемы капиталовложений на их возмещение. Созданные в странах Центральной Азии природоохранные структуры стремятся придать экологической политике общенациональный характер и привлечь к проводимым природоохранным мероприятиям силы местного населения. Центрально-Азиатские страны особое внимание придают международным природоохранным документам и приняли высокие обязательства по их реализации.

Пренебрежение природными особенностями региона при строительстве водохранилищ приводит к заболачиванию территории, изменению почвенного, растительного покрова и микроклимата данной местности.

Появление этих проблем непосредственно связано с деятельностью человека. Из-за неумелого использования водных ресурсов рек Аму-

¹ Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Айтеке би, 99, КазгосженПИ.



Изменения площади Аральского моря

дарьи и Сырдарьи, которые на протяжении многих столетий впадали в Арал, реки перестали доходить до моря. Большое испарение морской воды также привело к снижению уровня воды из-за его высокой засоленности вся рыба погибла. Береговая линия отступила на 100-150 километров. Соленость воды возросла в 2,5 раза. А само море разделилось на две части – Большой Арал и Малый Арал (рис. 1) [2,3].

На 2003 год площадь поверхности Аральского моря составляла около четвертит первоначальной, а объём воды – около 10%. К началу 2000-х годов абсолютный уровень воды в море снизился до отметки 32 м, что на 22 м ниже исходного уровня, наблюдавшегося в конце 1950-х.

Изучение процессов деградации экосистем двух частей одного моря, где прослеживаются совершенно противоположные процессы, приводящие в случае Большого Арала к засолению вод из-за продолжающегося усыхания озера, а для Малого Арала наоборот, к опреснению – позволило сделать вывод о том, что необходимо выявить новые, не известные до сих пор в этой области науки, закономерности и явления, происходящие в подобных водоемах.

Высохшее дно Арала является источником соляной пыли с примесью химикатов, использовавшихся в агросекторе рек Амударьи и Сырдарьи. Эта ядовитая пыль ветрами покрывает горные ледники на огромных расстояниях от Гренландии до Антарктиды, усиливая их таяние. Ежегодно со дна Аральского моря ветрами поднимается до 150 млн. тонн соли, которые обнаруживаются в горах Алатау, ускоряя таяние ледников. Сокращение общего объема ледников ведет к засушливому климату, что сокращает растительный покров и снижает утилизацию парниковых газов растениями.

Известны прогрессивные агро и – биотехнологии, которые можно успешно использовать для рекультивации солончаков. Выращивать со-

леустойчивые агрокультуры, получать дешевый почвогрунт с биогумусом для закрепления песков и превращения пустынь в плантации органического земледелия. Имеются интересные предложения ученых-химиков по получению гумата натрия – стимулятора роста растений.

В настоящее время для снижения испарения Арала предлагаем разводить уникальное плавающее кормовое растение эйхорнию. С 1га посадочного материала можно получить до 1500 тонн зелёной массы, из которой синтезируют 28500 м³ биогаза, что позволит перевести будущий экополис на автономное энергосбережение. Правовой статус этой демонстрационной «зоны опережающего устойчивого развития» будет определяться многосторонним соглашением между заинтересованными странами, компаниями и общественными организациями.

Эксперимент состоит в озеленении высохшего дна Арала, восстановления рыбных ресурсов и хозяйственной ценности Аральского региона на принципах высокой экономической рентабельности без финансирования мировыми донорами и государством. Этот эксперимент будет определяться многосторонними соглашениями между заинтересованными странами, компаниями и общественными организациями.

Суммарный экономический потенциал Аральского региона можно оценить в сотни миллионов долларов, если учесть внедрение новейших экологических технологий, развитие рыболовства, производство сжиженного биогаза и дорогих экологически чистых продуктов питания.

Несмотря на предпринимаемые широкомасштабные меры для улучшения экологической ситуации, существует очень серьезная экологическая проблема, значение которой в будущем будет возрастать. Экономическая деятельность в бассейне реки Сырдарьи способствует загрязнению речной воды сельскохозяйственными ядами и тяжелыми металлами. Благодаря этому, Малый Арал и Камышлыбашские озера являются конечными аккумуляторами целого ряда опасных экотоксикантов, в первую очередь, тяжелых металлов и персистентных пестицидов.

Казахстан предлагает создать под патронажем ООН на высохшем дне Аральского моря международную экологическую агломерацию – технополис, в целях сбора и передачи наилучших экологических технологий для снижения климатических угроз.

В целях ускорения реализации этих предложений в письме Главе государства обосновано создание на территории Казахстана, под патронажем Президента РК и Международных организаций международного Экотехнопарка для разработки новых экологических технологий и их полевых испытаний. Экотехнопарк должен быть мировым информационным центром, инкубатором развития экологического бизнеса, центром обучения и распространения прогрессивных технологий в мировом масштабе.

Развивающиеся страны не в состоянии сразу адаптировать у себя передовые технологии, поэтому для этих целей необходима страна, способная помочь пройти переходный этап к этим технологиям.

Особое географическое положение Казахстана, с его многообразием климатических широт, позволяет применить опыт Старого Света в решении экологических проблем, адаптировать в Казахстане многие современные технологии и рекомендовать их для других развивающихся стран. Такой подход представляет неоценимый вклад в решении глобальных проблем и поднимает значимость развивающихся стран в этом процессе.

Фактически этот технопарк может стать большой, постоянно действующей международной выставкой, где будут представлены не выс-

тавочные экспонаты, а действующие экспериментальные предприятия с передовыми технологиями. В то же время, это станет центром развития технологий для спасения самого Арала, тем более, что рядом проходит Великий Шелковый путь.

Представляется актуальным проведение постоянного мониторинга загрязнений экосистем Приаралья. Кроме оценки концентраций экотоксикантов и их миграций в трофических цепях, этот мониторинг должен включать определение уровня загрязнения и выявление путей проникновения их в Приаралье, а в последствии могут быть использованы при решении различных экологических вопросов по оздоровлению Приаралья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аиров М. Аральское море и XXI век: обзор экологической и экономической ситуации // Экономика, право, культура в эпоху общественных преобразований. Материалы международной научно-практической конференции 26.01.2010.

2. Сливинский Г., Коваленко А., Плахов К., Елеусизов М. Антропогенное загрязнение Приаралья – угроза экологическому благополучию региона // «Известия». 16.04.2010.

3. Елеусизов М.Х. Проблемы Арала – последствия экологической катастрофы. // Мат. Межд. научно-практ. конф «Сатпаевские чтения», посв. 70-летию института геологических наук им. К.И. Сатпаева. Проблемы геологии и минерации в развитии минерально-сырьевых ресурсов. Алматы, 2010.- С.376-378.

УДК 551.24:523.11

Б.С. ЗЕЙЛИК¹

УДАРНО-ВЗРЫВНАЯ ТЕКТОНИКА: КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКОЙ ОХРАНЫ ПЛАНЕТЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

«В своей научной работе геолог часто забывает, что он имеет дело не просто с Землей, а с одной из земных планет Солнечной системы».

Академик АН СССР – В.И. Вернадский

«Астрономия – это геология в пространстве, а геология – астрономия во времени».

Профессор – Н.Е. Мартянов,
Томский Государственный Университет

Сокқылы-Жарылысты Тектониканың (СЖТ) парадигма түсінде сақиналы құрылымдар, пайдалы қазбалар кенорындарын болжау және Жердегі өмірді сақтау үшін ғаламшарды ғарыштық қорғау мәселелері туралы ақпараттар келтірілген.

В свете парадигмы Ударно-Взрывной Тектоники (УВТ) приводится информация о кольцевых структурах, прогнозировании месторождений полезных ископаемых и проблеме космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле.

In the light of paradigm of a blow-explosure tectonics (BET) is given information about ring structures, prediction of mineral resources fields and a problem of space security of Earth for safety life on the Earth.

Как известно, Президент Республики Казахстан Нурсултан Абишевич Назарбаев на церемонии инаугурации во Дворце Независимости в Астане предложил приступить к поиску **ста инновационных проектов**, чтобы воплотить их в жизнь (Сообщение ИА **Новости-Казахстан** 08.04.2011, в Категории: Новости высоких технологий): «Смелые **инновации** будут получать путевку в жизнь, обретать плоть и кровь в научных лабораториях на современных производствах, для этого мы должны сегодня приступить к поиску **ста абсолютных инноваций**».

Значение минерально-сырьевых ресурсов в экономике любого государства очевидно. В особенности это очевидно для таких огромных по площади государств, как Казахстан и Россия. Действительно, занимая по площади девятое место в

мире, Казахстан является крупнейшим государством. На первом месте по размерам территории – Россия. На просторах Казахстана одновременно разместились бы семь крупнейших государств Европы – Франция, Испания, Швеция, Германия, Финляндия, Италия и Великобритания. В силу этих своих особенностей Казахстан и Россия обладают уникальными запасами очень многих видов минерального сырья. Скорейшее и целенаправленно малозатратное выявление этих ресурсов – **важнейшая проблема геологии и геофизики**.

Второй, пожалуй, даже более важной проблемой геологии и геофизики является выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок Земли в недавнем прошлом с целью их прогноза в ближайшем будущем. Это часть более

¹ Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

общей, глобальной проблемы космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. К этой проблеме автор привлек внимание еще в 1988 г., т.е. четверть века назад, в своем докладе на конференции, посвященной памяти В.И. Вернадского [13] и в 1991 г. в своей монографии [14]. В дальнейшем этой проблеме, в силу ее важности и неотложности, был посвящен целый ряд публикаций [15,17,24,28,29,31-34,36,39,42-44,47 и др.]. Сейчас эта проблема воспринимается как весьма актуальная. Об этом свидетельствует Международное совещание, которое состоялось в июне 2012 г. в Санкт-Петербурге. На этом совещании представители Советов Безопасности 60-ти государств серьезно обсудили тему астероидно-кометной опасности [www.itar-tass.com/c344/441010.html].

Исследования последних лет показывают, что месторождения полезных ископаемых часто связаны с кольцевыми структурами, как эндогенными [5], так и экзогенными [10]. Представляется, что кольцевые структуры, с которыми связаны многие месторождения полезных ископаемых, в большинстве своем, являются результатом бомбардировки Земли метеоритами, астероидами и кометами, т.е. структурами космогенной, импактной природы — **астроблемами (звездными ранами) и гигантскими астроблемами — гиаблемами** [1,6-9,11,12,14,16,18-23,25-27,30,33-35,37,38, 40-42,45-50].

Изобилие кольцевых структур демонстрируют Космогеологическая карта СССР [56], Карта космогеологических объектов России [57], Космогеологическая карта территории России [58], Космогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1500 000 [29], Космогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000 [34].

Предлагаемые результаты исследований опираются на целеустремленное изучение кольцевых структур вообще, и космогенных кольцевых структур, в особенности.

Что касается изучения кольцевых структур, то вполне уместно вспомнить крылатые выражения двух крупных известных ученых — геологов, произнесенных ими по другим поводам, но очень подходящих по ситуации.

«Удивительно, как неспешно человек привыкает к своим же открытиям!»

[В.В. Белоусов в статье «Международные проекты в изучении Земли». Природа. Москва. 1984. №12].

Таким открытием, которое принесло исследование Земли и других планет Солнечной системы с помощью космических аппаратов, т.е. с наступлением космической эры, является массовое распространение на них **кольцевых структур** и, прежде всего, — **космогенных**. Факт их широкого распространения на Земле должен лечь в основу прогнозных построений с целью поисков месторождений полезных ископаемых, а также в основу защитных и охранных мер от астероидно-метеоритно-кометных бомбардировок планеты, для сохранения жизни на Земле.

«Часто труднее всего заметить именно то, что должно было бы бросаться в глаза!» [Пьер Тейяр де Шарден в книге «Феномен человека». 1957].

Таким не замечаемым, или, почти не замечаемым, феноменом являются **космогенные кольцевые структуры!** Во всяком случае, объем исследований, посвященный в данное время **космогенным кольцевым структурам**, не идет ни в какое сравнение с той ролью, которая им отведена природой.

В связи с этим понятно, и, тем не менее, весьма удивительно, что кольцевые структуры не нашли никакого отражения на Геологической карте России и прилегающих акваторий, изданной в 2000 г. [4], на Геологической карте Казахстана 1996 г. [3], на Карте полезных ископаемых Казахстана 2003 г. [55] и на многих других картах, изданных уже после наступления космической эры [53,54].

Изучение кольцевых структур предполагает широкое применение новейшей космической информации, в частности, различных космических снимков земной поверхности: черно-белых, цветных, радиолокационных снимков, по которым может быть построен рельеф на территории разных площадных размеров и т.п. При этом подразумевается использование космических снимков не просто в качестве обзорного иллюстративного материала, что, к сожалению, часто имеет место, а в качестве носителей важнейшей структурной информации, которая кладется в основу специальных прогнозных построений, имеющих большое прикладное значение. Космические снимки рекомендуется использовать комплексно, в соединении с большой статистической информацией о пространственном размещении и масштабах уже известных и разведанных месторождений полезных ископаемых, будь то угле-

водороды, металлические или другие твердые полезные ископаемые.

На обширной территории Республики Казахстан это касается, прежде всего, месторождений нефти и газа, открытых за более, чем столетний период их поисков и разведки, и месторождений металлических полезных ископаемых, открытых за более, чем двухсотлетний период поисков и разведки.

Учет в специальных прогнозных построениях данных о положении в геологическом пространстве и масштабах всех известных месторождений, неизбежно автоматически включает в рассмотрение и анализ, на которые опираются эти прогнозныe построения, всю ту огромную геологическую, геохимическую и геофизическую информацию, которая использовалась при поисках и была дополнительно получена при разведке всех этих месторождений. **Каждое месторождение «олицетворяет» собою в итоге мощный блок обширной разнообразной информации геологического, геохимического, геофизического и экономического содержания, учет которой в новой технологии позволяет делать наиболее обоснованные прогнозныe построения и выводы.** Иными словами, автоматически учитываются региональные и локальные металлогенические, геохимические и любые другие геолого-геофизические данные, в самом широком значении этих слов, предопределяющие пространственное размещение данного, уже найденного, месторождения в данном месте. Очевидно, что ненайденные месторождения, «ждущие» своего открытия, должны подчиняться в своем пространственном размещении тем же закономерностям, что и месторождения уже обнаруженные.

Поскольку **Казахстан, как было отмечено**, по охватываемой им **площади** находится на **девятом месте в мире**, постольку он уже по этой особенности представляет собою региональный и, по образному выражению академика РАН Ф.А. Летникова, «уникальный геологический полигон». В дополнение к этому, Ф.А. Летников справедливо обращает внимание на то, что «Казахстан занимал не только в Союзе, но и во всем мире лидирующее положение по масштабам проводимых здесь геологических работ и сделанных на этой основе открытиях» [59].

Широкое распространение кольцевых структур указывает на то, что проблема прогнозирования месторождений полезных ископаемых должна решаться не только с учетом информации,

касающейся этих структур, чего, к сожалению, в подавляющем числе современных прогнозных построений и карт не наблюдается, но, и самым непосредственным образом, прогноз месторождений должен опираться на эту информацию.

Ранее было обращено внимание [48] на существенные и важные данные, подтверждающие пространственную связь с этими структурами месторождений с крупными и гигантскими запасами полезных ископаемых. Эти данные приведены в альбоме-монографии «Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы», в разделе «Гигантские кратеры и месторождения» [51]. Эта монография является результатом фундаментальных исследований Президиума Российской Академии Наук по проблеме №16, выполненной под кураторством Вице-президента РАН академика Н.П. Лаверова.

В названной монографии показано: **1. В астероидном кратере Вредерфорт (Южная Африка, месторождение Витватерсранд) содержится половина мировых запасов золота, 2. В метеоритном кратере Садбери (Канада) содержится треть мировых запасов никеля, 3. В Попигайском метеоритном кратере (Россия) находится гигантское месторождение импактных технических алмазов, обладающих уникальными абразивными свойствами, 4. В метеоритном кратере Чиксулюб (месторождение Кампече) сосредоточено две трети добычи нефти Мексики!**

Как можно видеть, эта информация касается всего лишь четырех космогенных кольцевых структур!

В связи с предложением Президента Республики Н.А. Назарбаева о поиске инновационных проектов, о чем было сказано выше, хотелось бы обратить внимание на то, что на протяжении последних 15 лет в Казахстане на основе геотектонической концепции «Ударно-Взрывная Тектоника (УВТ)» [8, 11, 14], **выдвинутой и разработанной автором, создана инновационная технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых.**

Эта технология и ее научная значимость освещены во многих казахстанских и российских (московских) публикациях [6, 14, 18-23, 25-27, 30, 33-35, 37, 38, 40-42, 45-50 и др.]. Абсолютная новизна ее уверенно подтверждается патентными поисками, предшествовавшими выдаче Евразийского патента (Москва) (№000585, приоритет изобретения 29 января 1998 г.) [21] и Казах-

станского патента (№7242, приоритет изобретения 29 января 1998 г.) [22], касающихся месторождений углеводородов, а также Казахстанского патента (№12039, приоритет изобретения 26 февраля 2001 г.) [27], касающегося месторождений металлических полезных ископаемых, и, наиболее раннего из всех, Казахстанского патента [№ 5369, приоритет изобретения 23 апреля 1997 г.], касающегося прогнозов и поисков богатых месторождений ювелирных и технических алмазов [19].

Предполагается, что в результате внедрения в практику прогнозирования месторождений полезных ископаемых разработанной новой технологии представится возможность усовершенствованным и упрощенным способом выделять весьма ограниченные по площади перспективные земли (на углеводороды) и участки (на металлические полезные ископаемые и ювелирные и технические алмазы), а внутри этих перспективных земель и участков — отдельные структуры, заслуживающие постановки первоочередных поисковых геологоразведочных работ.

Что касается месторождений углеводородов, то считаем, в силу важности задачи, повторить информацию, приведенную в [48].

На основе предлагаемой **инновационной технологии**, двенадцать лет назад, была построена **«Карта закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана. Масштаб 1:2000 000»** (задание Комитета геологии и охраны недр) [26].

Карта явилась следствием выполнения большой работы, предложенной Комитетом.

Название этой тематической работы: «Выявление пространственных закономерностей размещения месторождений углеводородов в целях их прогноза на основе нового подхода к анализу аэрокосмогеологических и геофизических материалов на территории Казахстана». В решении Научно-технической коллегии (НТК) Комитета геологии и охраны недр МЭиМР РК по отчету о данной работе сказано: «Достоверность Карты закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана, масштаба 1:2000000, подтверждена статистическим анализом пространственного размещения 179 месторождений углеводородов Западного Казахстана. Выявленная в процессе работ корреляция зон растяжения и сжатия земной коры, устанавливаемая по данным дешифрирования космических снимков и ГСЗ, предполагает возможность

использования данной методики при поисках нефти и газа».

Следует особенно подчеркнуть, что упомянутая «Карта закономерностей...» составлена 12 лет назад и естественно не учитывает всей новейшей информации. Более того, методика определения перспективности земель за прошедшие годы значительно усовершенствована. К тому же, на этой карте недостаточно и схематически дифференцирован менее изученный, но перспективный Арало-Торгайский регион. Она должна быть составлена вновь, т.е. назрела необходимость составления подобной карты нового поколения.

Преимущества этой двенадцатилетней давности Карты, относительно ранее составлявшихся для региона прогнозных карт, приводятся в статье, опубликованной в центральном российском (Москва) научно-техническом журнале «Геология нефти и газа» [30], а также в статье, опубликованной в журнале «Нефть и газ» (Алматы) [35].

В этих статьях на основе большого фактического материала показано, что прогноз, выполненный в традиционном ортодоксальном классическом ключе, многократно хуже прогноза, выполненного на основе использования космических снимков.

Предлагаемая **инновационная технология опирается на широкое использование новейшей космической информации**, т.е. данных космических фото- и радиолокационных съемок земной поверхности, **с учетом информации о пространственном размещении уже известных месторождений нефти и газа**, открытых, разведанных, в том числе, и эксплуатируемых, за весь 113-летний период развития нефтяной индустрии в Казахстане.

Сравнение **«Карты закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана. Масштаб 1:2 000 000 »** [26] с широко известной **«Картой прогноза нефтегазоносности Казахстана. Масштаб 1:2 500 000»** [2], построенной в классическом, привычном ключе, **без использования новейшей космической информации**, показывает многократное преимущество первой над второй. Детальное сравнение двух названных карт приведено в [30,35]. В частности, в [35], в качестве примеров приведены фрагменты сравниваемых карт по юго-восточной и северной прибортовым зонам Прикаспийской нефтегазоносной провинции.

Сравнение по юго-восточной прибортовой зоне Прикаспийской нефтегазоносной провинции, произведенное по результатам 23 глубоких

скважин, пробуренных в период с 1967 по 2000 г., т.е. за 34 года, с общим объемом бурения порядка 78 000 пог.м, оказавшихся «пустыми», выявило, что прогноз, показанный на карте, составленной **без использования новейшей космической информации**, хуже почти в 22 раза. Причина: скважины задавались на площадях, заведомо бесперспективных по данным **«Карты закономерностей...»** [26], но показанных на **«Карте прогноза...»** [2], как высокоперспективные и перспективные!

Сравнение по северной прибортовой зоне Прикаспийской нефтегазоносной провинции, произведенное по результатам бурения 21 глубокой скважины, также оказавшихся «пустыми», выявило, что прогноз, показанный на карте, составленной **в традиционном ключе, т.е. без использования новейшей космической информации**, хуже почти в 19 раз [35]. Причина — та же.

За прошедшие 12 лет **предлагаемая прогнозная технология усовершенствована**, помимо этого, **получена дополнительная информация**, которая, несомненно, должна учитываться в прогнозных построениях, и в связи с этим назрела необходимость в составлении **Карты прогноза нефтегазоносности Казахстана масштаба 1:2 000 000 нового поколения на основе разработанной инновационной технологии прогнозирования месторождений углеводородов.**

Могут быть составлены Карты прогноза нефтегазоносности на основе разработанной **инновационной технологии прогнозирования** на отдельные локальные районы Западного, Южного Казахстана и Приаралья, а также на другие районы Казахстана, выбранные по усмотрению заказчика, в более крупных масштабах.

Просим читателей отнестись с пониманием к тому, что в ссылках на предыдущие работы, автор вынужден часто упоминать результаты своих исследований, выполненных на протяжении многих лет. Концепция «ударно-взрывная тектоника — УВТ» выдвинута и разработана автором. Зная о своем авторстве, приятно было обнаружить в Интернете несколько лет назад, неожиданно для себя, признание того, что ты являешься **основоположником** этого **нового направления**. Кто дал автору такое определение, к сожалению, неизвестно. В данное время эта информация повторена на сайте «Природа России. Январь 2010».

Однако, принятие новых идей — процесс медленный, длительный по времени.

К примеру, высказанная впервые в 1846 г. астрономом Груитуйзенем и поддержанная и рас-

ширенная позднее, в 1873г., астрономом Проктором, и позднее, в 1913 г., повторенная и экспериментально подтвержденная крупным ученым — геологом А.Вегенером, **геологическая идея о преимущественно метеоритной природе лунных кратеров**, которые были открыты Галилео Галилеем еще в 1603 г., т.е. более 400 лет назад (природа их, естественно, была неясна), важная для понимания и выявления происхождения кольцевых структур на Земле, окончательно утвердилась только сейчас. С момента появления идеи, до ее признания «через тернии»), прошло, как можно видеть, не менее 150-160 лет! В наше время, новые идеи принимаются или отвергаются быстрее, но, тем, не менее, их принятие происходит, по-видимому, на фоне смены поколений, в особенности, если эти идеи связаны с космосом.

Все предлагаемые в инновационной технологии региональные и локальные прогнозные построения полностью опираются на концепцию ударно-взрывной тектоники и широкое использование новейшей космической информации.

Предлагаемая инновационная технология была разработана на основе широкого использования данных дистанционного зондирования и подтверждена статистическим анализом пространственного размещения 180 месторождений углеводородов Западного Казахстана, известных на тот момент и приуроченных к Прикаспийскому, Устюртско-Бузашинскому и Южно-Мангистаускому нефтегазоносным бассейнам.

Как известно, Прикаспийская впадина является одной из крупнейших нефтегазоносных провинций Земли и уже поэтому, методика, разработанная на основе этого гигантского нефтегазоносного бассейна и прилегающих к нему с востока, юго-востока и юга регионов, опирающаяся на обширные статистические данные о пространственном положении и масштабах известных месторождений, может служить основой для прогнозных построений в других регионах планеты.

Иными словами, выявленная в процессе работ корреляция пространственного размещения известных месторождений углеводородов с зонами растяжения — разуплотнения, проявленными в **космогенных кольцевых структурах — астроблемах и гигантских астроблемах (гиаблемах)**, наложенных на земную кору, устанавливаемая на основе анализа космических снимков, т.е. данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), и различных геологических и геофизических дан-

ных, в том числе, глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), предполагает возможность использования данной корреляции, и основанной на ней методики, при поисках нефти и газа в других осадочных бассейнах Мира. К числу таких бассейнов, помимо Прикаспийского, относятся: Западносибирская нефтегазоносная провинция, Джунгарский и Таримский бассейны в Китае, Зондско-Марианская гиаблема, гиаблема Мексиканского залива, Паннонская впадина или Динарско-Карпатская гиаблема, Шаньдунская, Хайнаньская гиаблемы и многие другие.

Кстати, важно обратить внимание на то, что к выводу о космогенной природе таких гигантских нефтегазоносных бассейнов как Прикаспийская впадина и Шаньдунская гиаблема, независимо от автора, написавшего об этом в 1978 г. [11], позднее пришли молодой японский геолог *Takanori Naito* [67] и китайский геолог *Huang Yujin* [66]

В частности, *Huang Yujin* в 1996 г., на XXX Международном Геологическом Конгрессе, проходившем в Китае, распространил в виде препринта описание выявленной им гигантской космогенной кольцевой структуры Shandong. Название препринта: «Метеоритный удар – очень веский аргумент в пользу формирования кольцевого ландшафта в восточном Китае». Как предполагаемая гигантская астроблема (Shandong, Шаньдунская гиаблема), эта структура была выделена на «Схеме размещения предполагаемых и установленных космогенных структур на Земле, опубликованной автором в 1978 г. [11]. Автор и *Huang Yujin* обменялись по этому поводу письмами. Кратерное пространство этой гиаблемы представляет собою Шаньдунский нефтегазоносный бассейн, совпадающий с Великой Китайской Равниной. Центральное поднятие этой гиаблемы представлено холмистым пространством Шаньдунского полуострова и нагорьем, в контурах которого находятся города Цзинань, Бошань, Ишуй, и Сышуй. Поперечник внешнего обрамления этой гиаблемы порядка 1600 км [66].

Выявление гигантских астроблем, являющихся немymi свидетелями былых грандиозных катастроф, потрясавших Землю, весьма увлекательная задача. Часто свидетельства этих катастроф находятся рядом и представляют отдельные элементы окружающего привычного ландшафта.

К примеру, было бы не удивительно, если бы кто-то высказал предположение, что «Сахарная голова» и другие подобные ей горы, возвы-

шающиеся в Рио-де-Жанейро и его окрестностях, представляют собою не что иное, как гигантские конусы разрушения или сотрясения, сопутствующие астроблемам [36]. Рио-де-Жанейро находится в центр гигантской предполагаемой астроблемы с поперечником порядка 1700 км, с возникновением которой связан один из глубинных разломов, «вошедших» в Срединно-Атлантический рифт. Восточное обрамление этой гигантской астроблемы находится в Южной Африке, куда оно «отдрейфовало» в результате спрединга в зоне осевого рифта в срединном Южно-Атлантическом хребте. В Рио-де-Жанейро, на одной из «островных» гор – Корковадо высится огромная статуя Христа, которую часто можно увидеть на фотографиях, высотой 30 м и весом 1145 т [28].

Выше было сказано о сравнении карты прогноза, составленной в традиционном ключе, с картой прогноза, составленной с использованием новой технологии.

Следует обратить внимание и на следующий факт. В статье, опубликованной в 1999 г. в журнале «Нефть и газ Казахстана» [23], приведена «Схема районирования нефтегазоносных бассейнов Западного Казахстана». На этой схеме, в районе северо-восточной шельфовой зоны Каспийского моря, выделены перспективные земли в блоке двойного растяжения, что указывает на высокую вероятность обнаружения в этом блоке крупного углеводородного месторождения. Как известно, в 2002 г. именно здесь было открыто гигантское месторождение нефти Кашаган.

Сравнивая предлагаемую новую технологию прогноза с классической, Первый вице-президент инженерной Академии республики Казахстан, академик Национальной Академии Наук РК Н.К. Надиров пишет: «Кроме дистанционного зондирования Земли в последние годы профессор Б.С. Зейлик развивает очень перспективное научное направление – определение местонахождения полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, по чередующимся концентрическим зонам разуплотнения и сжатия горных пород, возникающим в гигантских и крупных кольцевых структурах космогенной природы. Для определения месторасположения углеводородов достаточно фотоснимков региона, сделанных из космоса.

Геологи-нефтяники классического стиля относились к этим работам скептически, даже враждебно. В журнале «Нефть и газ» (2009, №2)

я со своими комментариями и приглашением специалистов к обсуждению опубликовал статью Б.С. Зейлика «Современные методы регионального прогнозирования нефтегазоносности». Позже многие геологи-нефтяники при встрече, а некоторые по телефону резко возражали по поводу перспективности этой методики. Всем я предлагал: обоснуйте свои возражения письменно, мы обязательно их опубликуем, дискуссия откроет нам путь к истине. Никто не написал, а к сегодняшнему дню, видимо, все помирились, никто не «бунтует».

Почему? Да потому что практика последних 2-3 лет наглядно показала верность этой методики. Когда начали разведочное бурение на площадях Аташ, Тюб-Караган и Курмангазы, Борис Семенович полагал, что они будут пустыми. Как уже было сказано, в действительности так и получилось. Историческая сверка также показала, что ранее открытые 200 месторождений за 110 лет нефтяной промышленности Казахстана также сосредоточены в основном в концентрических зонах растяжения (разуплотнения) ударно-взрывных кольцевых структур» [61].

Перечисленные выше патенты делают очевидным то, что закономерности, установленные для месторождений углеводородов, присущи также гидротермальным месторождениям металлических и неметаллических полезных ископаемых. Близость условий образования и локализации всех названных типов месторождений подробно рассмотрена и показана в фундаментальной работе Б.А.Соколова и В.И. Старостина [64].

Подчеркнем, что аналогичные прогнозные построения, опирающиеся на принципы парадигмы ударно-взрывной тектоники (УВТ), выдвинутой, разработанной и обоснованной автором в основном на казахстанском материале, учитывающей необходимость широкого использования космической информации в совокупности с данными о пространственном размещении и масштабах уже известных многочисленных месторождений, в странах дальнего и ближнего зарубежья не известны.

Все изложенное выше гарантирует высокую конкурентоспособность ожидаемых результатов, а также перспективность этого направления исследований.

Но, пожалуй, более важной представляется проблема **космической защиты и охраны планеты для сохранения жизни на Земле**. Кому-то эта проблема может показаться надуманной и фанта-

стичной, но информация, получаемая при анализе разномасштабных космических снимков, убеждает в исключительной значимости и важности этой проблемы.

Как было отмечено, автор постарался привлечь внимание научной общественности к этой проблеме еще четверть века назад в докладе «О космогенном воздействии на Землю в связи с идеями В.И. Вернадского», который был прочитан на научной конференции в Институте Геологических Наук им. К.И. Сатпаева АН Каз ССР 11 марта 1988 г., посвященной 125-летию со дня рождения В.И. Вернадского. Статья о докладе была опубликована в Известиях АН Каз ССР [13].

В частности, в статье было отмечено: «**Крайне необходимым в интересах выживания всего человечества является анализ частоты, и распределения во времени космогенных бомбардировок Земли, возможный только на основе изучения обширных геологических данных. Очевидно, космическая катастрофа, подобная происшедшей на мел-палеогеновом рубеже [62], означала бы экологический кризис с роковыми последствиями, сопоставимый с «ядерной зимой». Иными словами, проблема космической охраны Земли, разрешимая на современном научно-техническом уровне, могла бы быть благородной миссией всех государств, обладающих ракетно-ядерной военной техникой. Использование последней для отклонения или разрушения крупных космических тел, для которых будет установлена возможность столкновения с Землей, представляется вполне осуществимым.**»

Эта проблема также была рассмотрена в монографии автора «Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит», опубликованной в 1991 г. [14].

В монографии было отмечено: «Суть исследований, которые должны быть осуществлены в рамках упомянутой проблемы, была изложена в докладных записках «О космогенных бомбардировках Земли, необходимости «космической охраны планеты» и ударно-взрывной тектонике — как основе для ориентации поисков полезных ископаемых», направленных 14 декабря 1988 г. на имя Президента АН СССР академика Г.И. Марчука и Вице-президента АН СССР академика Н.П. Лаврова. Докладные записки до их направления адресатам были рассмотрены 10 декабря 1988 г. на совместном научном семинаре Вычислительного центра СО АН СССР и Института геологии и геофизики СО АН СССР в Новосибирске, проходив-

шем под председательством академика АН СССР А.С. Алексеева, и одобрены.

В специальной докладной записке на имя Министра иностранных дел СССР ставился вопрос о необходимости обращения советского руководства к международному сообществу с предложением об объединении усилий разных стран и, прежде всего, СССР и США в «программах космической охраны Земли». Эта докладная записка сопровождалась письмом председателя комиссии по метеоритам при Президиуме АН Каз ССР академика АН Каз ССР Г.Н. Щербы, в котором, в частности обращалось внимание на альтернативность предлагаемых программ по отношению к задачам, преследуемым разворачивающейся СОИ. На докладную записку был получен положительный ответ из МИД СССР.

Тогда же по проблеме космической охраны планеты в ВЦ СО АН СССР (ответственным исполнителем был В.Е. Петренко) и КОМЭ (Казахстанская Опытная-Методическая Экспедиция, ответственным исполнителем был Б.С. Зейлик), в главном Казахском Геологическом Управлении «Казгеология» были начаты исследовательские работы. Они были направлены, в частности, на выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок Земли. Представляется, что для решения этой задачи пригодны пространства с широким развитием мощных толщ осадочных образований мезозой-кайнозойского платформенного чехла без эвапоритов. В границах эти пространства все дешифрируемые кольцевые структуры с поперечниками 0,5-1,0 км и более могут иметь только космогенную природу, так как эндогенные структуры исключаются с высокой степенью вероятности».

Эти публикации привлекли внимание специалистов закрытого ядерного центра в городе Снежинске (Челябинск – 70). Автор в связи с этой проблемой был приглашен с соответствующими докладами на первую и вторую Международные конференции, посвященные космической охране планеты от опасных космических объектов (ОКО). Первая конференция состоялась в 1994 г., вторая в 1996 г. На первую конференцию прибыла большая делегация ученых-атомщиков из США, возглавлявшаяся «отцом» американской водородной бомбы Эдвардом Теллером.

Сейчас эта проблема воспринимается как весьма актуальная. Об этом говорит, упомянутое выше, Международное совещание, которое состоялось в июне 2012 г. в Санкт-Петербурге. На

этом совещании представители Советов Безопасности 60-ти государств серьезно обсудили тему астероидно-кометной опасности.

Космическая угроза – реальная угроза существованию всего человечества. Мировому сообществу уже сейчас настало время найти эффективные средства защиты от астероидов, крупных метеоритов и комет.

Автор, занимаясь изучением и анализом космических снимков поверхности Земли с момента их появления, обратил внимание на чрезвычайную многочисленность следов бывших столкновений нашей планеты с астероидами, крупными метеоритами и кометами.

До появления в руках геологов космических снимков, автор предложил для выявления так называемых «кольцевых структур» на Земле, которые представлены на всех планетах Солнечной системы – проведение специальных высотных аэрофотосъемок земной поверхности.

Мотивом для проведения высотных аэрофотосъемок явилось выявление автором в Центральном Казахстане реликтов крупных палеозойских вулканов. Эти древние вулканические конусы имели поперечники оснований в 50-55 км [5]. Использование при их изучении крупномасштабных аэрофотоснимков, которыми в тот период пользовались геологи [это были аэрофотоснимки масштабов 1:17 000 и 1:33 000], оказалось весьма неудобным. Единая вулканическая структура оказывалась «разорванной» на много частей, что затрудняло структурный анализ и усложняло составление геологической карты.

Для выявления подобных, огромных по размерам, структур и были предложены высотные аэрофотосъемки. Их выполнением занялась Лаборатория Аэрометодов Министерства Геологии СССР, позднее преобразованная во ВНИИКАМ (Всесоюзный Научно-Исследовательский Институт Космоаэрогеологических Методов Исследования). Проведением высотных аэрофотосъемок руководил сотрудник ВНИИКАМ Г.Б. Гонин. Высотные аэрофотосъемки вначале проводились на территории Казахстана, затем они были распространены на всю территорию СССР. Автор принимал участие в проведении первых высотных аэрофотосъемок территории, в пределах которой были выявлены упомянутые выше реликты крупных палеозойских вулканов, на специально оборудованном самолете Ил-18. Эти высотные аэрофотосъемки послужили основой для разработки методики съемок из космоса в

геологических целях. При первых съемках из космоса Г.Б. Гонин присутствовал в Центре Управления Полетами и консультировал космонавтов.

Важно подчеркнуть, что космическая угроза сейчас полностью осознана. Автор этим удовлетворен, т.к. мысль о необходимости исследований в этом направлении была выдвинута им в СССР четверть века назад и была услышана. Об этом, в частности, после первой Международной конференции, упомянутой выше, и состоявшейся в г. Снежинске, написал в газете «Наука в Сибири» (№42, 1994 г.), издающейся в Новосибирском научном центре, доктор геолого-минералогических наук Исох Эмиль Петрович, присутствовавший на этой конференции. Он отметил, что эта идея была выдвинута Б.С. Зейликом.

Выявление частоты и периодичности космических бомбардировок недавнего прошлого с целью их прогноза в ближайшем будущем — задача геологов и геофизиков. Необходимость и срочность этих исследований вытекают из того факта, что периодичность космогенных бомбардировок на данный момент не выявлена.

В Главной Пулковской обсерватории Российской Академии Наук наблюдают за звездным небом почти 200 лет.

Сейчас наблюдения за потенциально опасными для Земли объектами — кометами и астероидами ведутся в автоматическом режиме.

Заместитель директора Пулковской обсерватории Александр Девяткин отмечает: телескоп сам следит за целью, а астроном получает данные через Интернет в любой точке планеты. Одно из открытий последних лет — астероид со сложным названием 2005 YU 55. Это астероид с диаметром 400 метров — самый большой из известных объектов, который грозит нашей планете в ближайшее десятилетие. Под его прицелом также Венера и Марс.

Он периодически сближается, например, на расстояние 100 тысяч километров с каждой из названных планет. В случае падения на Землю неизбежны катастрофические последствия.

О том, как готовиться к возможному космическому удару, на конференции в Петербурге, говорили на высоком уровне. В Северную столицу, как отмечено выше, съехались представители Советов Безопасности 60-ти стран. От этих людей зависит многое. И если со стихийными бедствиями и террористами справляться вроде бы научились, то глобальные угрозы пока неотвратимы.

«По расчетам специалистов столкновение Земли с астероидом диаметром несколько сотен метров приведет к крупным региональным разрушениям, а при диаметре падающего объекта свыше одного километра к глобальной экологической катастрофе» — говорит Виталий Давыдов, статс-секретарь — заместитель руководителя Роскосмоса.

От атаки инопланетных тел не застрахован никто. Астероид Апофис, о котором сегодня так много говорят, может столкнуться с Землей как в районе Тихого океана, так и на территории Сибири. При падении его в океан, Японию просто смоем гигантским цунами.

По словам Николая Патрушева, Секретаря Совета Безопасности Российской Федерации к этой опасности надо готовиться заранее. Варианты устранения существуют, они реальны. Если поработать над их совершенствованием, тем более в международном масштабе, это не будет накладно одной стране.

Сегодня каждая страна — один на один с угрозой. И пока инструменты предупреждения только в разработке. Беда может случиться когда угодно, астрономы знают лишь об одном проценте потенциально опасных объектов. Астероид, вроде Тунгусского «метеорита», может появиться в любой момент.

«Скажем, за месяц, если мы выясним, что объект будет 100 метров, столкнется с Землей, то мы ничего не успеем сделать, по-видимому. Скажем за несколько месяцев, еще можно будет что-то сделать, но и то при готовности соответствующей инфраструктуры — космические средства, ракеты...» — рассказывает Александр Девяткин.

Предполагается, что опасный космический объект можно будет разрушить кинетическим ударом или ядерным взрывом, или отклонить астероид, покрасив его светлой краской, чтобы под действием солнечных лучей он изменил траекторию. Еще вариант — посадить космический аппарат на астероид и его двигателями отклонить опасное тело от Земли. Варианты борьбы с космическими террористами есть. Главная проблема — как и в борьбе с террором земным — как можно раньше узнать об угрозе.

Но прогнозировать эту угрозу в ближайшей и дальней перспективе, по-видимому, можно на основе обширных геологических данных, запечатленных на поверхности Земли в виде разновременных астероидно-метеоритных и кометных

кольцевых космогенных структур. Космические снимки демонстрируют изобилие этих структур. Установление времени возникновения этих структур, т. е. времени астероидно-метеоритных и кометных бомбардировок (кометных «ливней») недавнего прошлого с целью их прогноза в ближайшем будущем, — неотложная проблема, стоящая перед геологами и геофизиками планеты. Трудно переоценить важность миссии, выпавшей на долю геологов и геофизиков, астрономов, физиков-ядерщиков, специалистов ракетной техники и всего научного сообщества!

Следует подчеркнуть, что автор направлял соответствующую Докладную записку об этой проблеме лично Президенту РК Н.А. Назарбаеву. Эта Докладная записка из Администрации Президента РК была направлена 14 мая 2008 г. за №3-569 для рассмотрения в Министерство образования и науки РК и Национальное космическое агентство РК. Из названных ведомств были получены рекомендации, выполнение которых обусловило постановку в Институте Геологических Наук им. К.И. Сатпаева на период 2009-2011 гг. темы: «Выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок на основе фундаментальных геологических исследований кольцевых структур с целью прогноза природных космических катастроф».

В рецензии на отчет по этой тематической работе первый Вице-президент Национальной инженерной Академии РК, Академик НАН РК Н.К. Надилов пишет: «О возможности и необходимости постановки такой проблемы от имени Казахстана на международном уровне, в аспекте деятельности ООН, автор доложил эту идею Президенту Республики Казахстан Н.А. Назарбаеву на Выставке в г. Астане 01.11. 2005 г., посвященной реализации 1-го этапа Стратегии индустриально-инновационного развития Республики».

В 2008 г. на имя Президента РК Н.А. Назарбаева автор направил Докладную записку с просьбой — дать соответствующее указание о постановке исследований по теме: «Выявление частоты и периодичности космогенных бомбардировок на основе геологического изучения кольцевых структур с использованием космических данных в рамках глобальной экологической проблемы по космической охране планеты для сохранения жизни на Земле». В итоге в ИГН им. К.И. Сатпаева была поставлена тема, по результатам которой составлен рецензируемый отчет. Как можно видеть, автор отчета посвятил этой

идее многие годы... Исследования, выполняющиеся автором по этой общепланетарной, общечеловеческой проблеме, несомненно, должны быть продолжены. Тема, рассматриваемая в отчете, постоянно обсуждается в различных СМИ, что свидетельствует об ее актуальности.

Несомненным свидетельством ее актуальности является упоминавшееся дважды Международное совещание, состоявшееся в середине июня 2012 г. в Санкт-Петербурге. На нем, как было отмечено, была рассмотрена и серьезно обсуждена представителями Советов Безопасности 60-ти государств проблема астероидно-кометной опасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневатский С.А. Астроблемы. Новосибирск. ООО «Нонпарель». 2007. 288 с.
2. Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов Д.М. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана // Нефть и газ. 2002. Т.3. 248 с.
3. Геологическая карта Казахстана. М-б 1:1 000 000 / Гл. ред. Г.Р. Бекжанов. Алматы. 1996.
4. Геологическая карта России и прилегающих акваторий. М-б 1:2 500 000 / Гл. ред. Б.А. Яцкевич. С.-Пб. 2000.
5. Зейлик Б. С. О реликтах крупных палеозойских вулканов в Центральном Казахстане и возможности использования высотных фотоснимков с целью обнаружения подобных структур // Москва. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. №4. С. 74-90.
6. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритная структура в Центральном Казахстане и её магмородоконтролирующая роль // Москва. ДАН СССР. 1974. Т.218. №1. С.167-170.
7. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритные структуры Казахстана, их тектономагматическая и рудоконтролирующая роль. В кн.: Магматические и метаморфические комплексы Казахстана (тезисы 2-го Казахстанского петрографического совещания). Алма-Ата. «Наука». 1974. С. 35-37.
8. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритные структуры Казахстана и ударно- взрывная тектоника // Алма-Ата. Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1975. №1. С.62-76.
9. Зейлик Б.С. Прибалхашско-Илийская космогенная структура и прогноз медно-никелевого оруденения в Северном Прибалхашье // Москва. ДАН СССР. 1975. Т.222. №6. С. 1410-1413.
10. Зейлик Б.С. Космогенные структуры Казахстана и интерпретация кольцевых структур, выраженных в аномальном магнитном поле на территории СССР // Алма-Ата. Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1976. №3. С.69-75.
11. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). Москва. ВИЭМС. Геоинформ. 1978. 56 с..
12. Зейлик Б.С., Литвинцев С.А., Сейтмуратова Э.Ю. О признаках космогенных взрывов на меднопорфи-

вых месторождениях Актогай и Айдарлы (Южный Казахстан). ДАН СССР. Москва. 1984. Т. 276. № 1. С. 187-191.

13. Зейлик Б.С. О космогенном воздействии на Землю в связи с идеями В.И. Вернадского // Изв. АН Каз.ССР. Сер. геол. 1988. № 6 (304). С. 10—18.

14. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. Алма-та. «Гылым». 1991. 120 с.

15. Зейлик Б.С. О реальности продолжения тяжелой космогенной бомбардировки Земли в фанерозое // Докл. НАН РК. 1993. №4. С.41-46.

16. 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. Москва. 16-20.08. 1993. Сб. реф. № 1 с. 404.

17. 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.

18. Зейлик Б.С. Мир на пороге открытия богатых месторождений ювелирных алмазов // Минеральные ресурсы Казахстана. 1997. №2. С.74-78.

19. Зейлик Б.С. Способ поиска богатых и традиционных коренных месторождений ювелирных и технических алмазов и сопутствующих им россыпей. Патент №5369. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 16.07.2001, бюл. №7. KZ(A) №5369, бюл. №4, 15.10.1997.

20. Зейлик Б. С. Астролема — ключ к нефти и газу // Нефтегазовая вертикаль. Москва. 1999. № 8. С. 58-63.

21. 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.

22. 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.

23. Зейлик Б. С., Сыдыков К. Ж. Взгляд из космоса ведет к месторождениям нефти и газа // Нефть и газ Казахстана (Oil and Gas of Kazakhstan). Алматы. 1999. № 6. С. 38-46.

24. Зейлик Б.С.Разномасштабные кольцевые структуры — следствие катастрофических столкновений астероидов и комет с Землей // Большая Медведица. Новосибирск. 2000. №1. С.16-23.

25. Зейлик Б.С. Астролема Семейтау и её рудоконтролирующая роль // Отечественная геология. Москва. 2001. №6. С.65-70.

26. Зейлик Б.С. Карта закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана. М-б 1:2 000 000. 2001. Республиканский геологический Фонд.

27. Зейлик Б.С. Патент №12039 на изобретение: Способ Зейлика прогнозирования перспективных площа-

дей для поиска месторождений металлических полезных ископаемых. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 05.07.2002.

28. Зейлик Б.С. Почему я выбрал Горный Институт? В книге «Как молоды мы были... пятьдесят лет назад» (Воспоминания выпускников Ленинградского Горного Института). Геоинформцентр. Москва. 2003. С.149-177.

29. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Омаров Б.С. Космогеологическая карта Казахстана м-ба 1:1500000 и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Материалы XXXII Международного геологического конгресса в г. Флоренция. Италия. 2004.

30. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж. Гигантские астролемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах Мира // Геология нефти и газа. Москва. 2004. № 2. С. 48-55.

31. 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 в г. Флоренции. Алматы. 2004. С.322-333.

32. 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.

33. 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. Москва.

34. 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.

35. Зейлик Б.С.Современные методы регионального прогнозирования нефтегазоносности // Нефть и газ. Алматы. 2009. №2(50). С.23-38.

36. Зейлик Б.С. Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле (кольцевые структуры — геологическое свидетельство вулканизма и космогенных катастроф) // Отечественная геология. Москва. 2009. №2. С.61-71.

37. Зейлик Б.С., Мурзадилов Т.Д., Кадыров Д.Р. Ударно-взрывная тектоника — новая стратегия прогноза месторождений нефти и газа // Нефть и газ. Алматы. 2009. №3. С.24-30.

38. Зейлик Б.С., Подколзин В.Ф. Трансплатформенный глубинный разлом — рифт и прогноз месторождений в его обрамлении // Нефть и газ. Алматы. 2009. №6. С.9-21.23

39. 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.

40. Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Кадыров Д.Р. Новая методика прогнозирования месторождений нефти и газа // Нефть и газ. Алматы. 2010. №5. С.105-120.
41. Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Уразаева С.Б., Кадыров Д.Р. К новому методу прогнозирования месторождений нефти и газа в осадочных бассейнах Мира // Нефть и газ. Алматы. 2011. №2 (62). С.13-31.
42. Зейлик Б.С. Проблема космической защиты Земли для сохранения жизни на планете и где искать месторождения полезных ископаемых. Геология в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения», посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан. 14-15 апреля 2011 г. Алматы. С.85-91
43. Зейлик Б.С. Тунгусский «метеорит», водородная супер-бомба и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле // Геология и охрана недр. 2011. №2. С.92-97.
44. Зейлик Б.С. Тунгусская комета, водородная супер-бомба и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле // Отечественная геология. Москва. 2011. №3. С.116-120..
45. Зейлик Б.С., Мурзадилов Т.Д. Образование многокольцевых структур при космогенных взрывах и прогнозирование месторождений углеводородов // Нефть и газ. Алматы. 2011. №5 (65). С.105-122.
46. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и новый метод прогноза месторождений полезных ископаемых на основе широкого использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Науки о Земле в Казахстане. Алматы. «КазГЕО». 2012. С.359-376.
47. Зейлик Б.С., Кадыров Д. Р., Баратов Р.Т. Космогенная угроза Земле и соляные купола, обнаженные и необнаженные в метеоритных кратерах – новый тип месторождений благородных металлов // Изв. НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2012. №1(435). С.109-133.
48. Зейлик Б.С. Новая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых на основе космической информации (ДЗЗ) и принципов ударно-взрывной тектоники (УВТ) // Изв. НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2012. №4(438). С.38-47.
49. Зейлик Б.С., Шевелев Г.А. Прикаспийский нефтегазоносный бассейн как новая крупнейшая рудная провинция благородных металлов // Нефть и газ. Алматы. 2012. №2 (68). С.63-80.
50. Зейлик Б.С., Надиров Н.К. О закономерности размещения месторождений углеводородов в связи с ударно-взрывными космогенными кольцевыми структурами // Нефть и газ. Алматы. 2012. №4 (70). С.77-93.
51. Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Гл. ред. Н.П. Лавров. Москва. ИГЕМ РАН. 2007. С.72.
52. Изох Э.П. Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами // Наука в Сибири. №42. Октябрь 1994.
53. Карта каледонской структуры Казахстана и сопредельных территорий. Масштаб 1:1500000. Гл. редакторы А. А. Абдулин, Ю. А. Зайцев. 1976. Врезка: Карта распространения докембрийских складчатых комплексов Казахстана и сопредельных территорий. Масштаб 1:5000000. Составил Ю.А.Зайцев.
54. Карта рудоносных и нефтегазоносных полей Казахской ССР и прилегающих территорий союзных республик. Масштаб 1:1500000. Карта составлена под руководством Беспалова В.Ф., редакторы Абдулин А.А., Беспалов В.Ф., Волков В.М., Никитченко И.И., Чакабаев С.Е., Чимбулатов М.А. 1990.
55. Карта полезных ископаемых Казахстана. М-б 1:1000000. Гл. ред. Ужкенов Б.С. Алматы. 2003.
56. Космогеологическая карта СССР. М-б 1:2 500 000 / Под ред. Е.А.Козловского. Москва. 1982.
57. Карта космогеологических объектов России. М-б 1:10 000 000 / Составил В.Н. Брюханов. Редакторы: Н.В. Межеловский, А.И. Бурдэ. Москва. 1995.
58. Космогеологическая карта территории России. М-б 1:2 500 000 / Составили В.В. Самсонов, С.И. Стрельников, А. А. Пуговкин, В.Н. Зеленугин, Е.К. Федорова. Гл. редакторы: О.В. Петров, А.Ф. Морозов. Ред. А.А. Кирсанов. ФГУП «ВСЕГЕИ». С.-Пб. 2011.
59. Летников Ф.А. Казахстан – уникальный геологический полигон. Взгляд из XXI века на XX // Геология и охрана недр. 2010. №2(35). С. 5-8..
60. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С. и др. Геология астроблем. Ленинград. 1980. 231 с.
61. Надиров Н.К. Космические технологии выявления нефтегазовых месторождений. Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса. Доклады девятого Международных научных Надировских чтений. Алматы. 2011. С.9-25.
62. Назаров М.А. Геохимические свидетельства катастрофы // Природа. 1986. №1. С.53-57.
63. 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. 188 с.
64. Соколов Б.А., Старостин В.И. // Флюидодинамическая концепция образования месторождений полезных ископаемых (углеводородных, металлических и неметаллических). Смирновский сборник-97. М.: Фонд им. акад. В.И.Смирнова. 1997. С.99-147.
65. Шлыгин Е. Д. О сходстве тектонического рисунка Центр.-Казахстанской и Яно-Колымской складчатых областей // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 1-12.
66. Huang Yujin. Meteorite impact is the huge motive power forming the ringlandform in East China // For 30th International Geological Congress. Tianjin Petroleum Chemical Industry Company. Post code 300271, Dagang, Tianjin, China. 1996.
67. Takanori Naito. A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspian Basin // (INPEX CORPORATION, г. Джакарта, Индонезия). Нефть и газ. Алматы. 2011. №6(66). С.121-134.

М.И. МАДИН¹, Т.Н. АЙТКАЛИЕВ², А.Б. КАЛИЕВА³, Т.А. ОЗЕРОВА⁴

АНАЛИЗ РЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТАХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Өлшем бірлігін қамтамасыз ету және талдау қателіктерін бақылау мақсатында қатты өндіріс өнімдеріндегі және сирек металл өндірісіндегі технологиялық ерітінділерде ренийді анықтаудың фотометрлік әдісін стандартталып жетілдірілді. Әдістеме ренийдің массалық шоғырлануын берілген өлшеу қателігі бойынша 0,2–10 мг/см² интервалымен анықтау реттілігін бекітеді.

В целях обеспечения единства измерений и контроля погрешности анализа усовершенствована и стандартизована фотометрическая методика определения рения в твердых промпродуктах и технологических растворах редкометалльного производства. Методика устанавливает порядок определения массовой концентрации рения в интервале 0,2 – 10 мкг/см³ с заданной погрешностью измерений.

For purpose make unity measurement and lapse analysis control is improve and standardized photometrical methodics for definition rhenium at the solid industrial products and technological solutions of rare-metal production. The methodics is prescribe a procedure of mass rhenium concentration at interval 0,2-10mkg/sm³ with given mistake measurement.

Создание единой методики выполнения измерений (МВИ) массовых долей рения в технологических продуктах редкометалльного производства является весьма актуальной задачей, обусловленной тем, что для выявления наиболее богатых рением технологических продуктов и изучения его распределения в этих продуктах обязательно использование стандартизованной МВИ, с помощью которой с заданной погрешностью определяется концентрация рения. Кроме того, при металлургическом переделе сернокислотных отходов медеплавильного производства в процессе получения перрената аммония требуется выполнение прецизионных анализов по определению содержания рения в технологических продуктах, которые служат исходным сырьем при извлечении этого ценного компонента.

Усовершенствование и аттестация предлагаемой МВИ производились с учетом требований межгосударственных стандартов ИСО 5725-2003 [1-6], которые устанавливают основные положения, порядок и правила определения точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений. Стандартизованные аналоги созданной методики в настоящее время отсутствуют на предприятиях и в отрасли республики, а также в странах СНГ.

Наиболее простым, универсальным и надежным методом определения массовых долей рения является фотометрический метод. Кроме того, он отличается низким пределом обнаружения (0,1 мкг/см³) и возможностью проводить анализы в широком интервале концентраций. Метод основан на измерении оптической плотности окрашенного в желтый цвет комплексного соединения рения с роданидом аммония в растворе соляной кислоты.

Разработанная методика предназначена для анализа исходных и промежуточных ренийсодержащих продуктов редкометалльного производства и устанавливает порядок определения массовой концентрации рения в интервале от 0,2 мкг/см³ до 10 мкг/см³. Названные технологические продукты разделяются на твердые и жидкие. К твердым ренийсодержащим продуктам относятся черный осадок, чернота, комплексная соль рения, шлам свинцовый, кек свинцовый, осадок после промывки комплексной соли рения, огарок после высокотемпературной отгонки, осадок после низкотемпературной отгонки. К жидким продуктам относятся исходная промывная кислота, отработанная промывная кислота, бедная органическая фаза, богатая органическая фаза, фильтрат после осаждения комплексной соли рения, фильтрат после осаждения черного осадка, промывные растворы и маточники.

¹⁻⁴ Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Таблица 1. Значения показателей повторяемости и воспроизводимости при $n=m=2$ и $P=0,95$

Поддиапазон содержания Re , мкг/см ³	Показатель повторяемости r_{nm} , мкг/см ³	Показатель воспроизводимости R_m , мкг/см ³
От 0,20 до 0,49	0,07	0,085
От 0,50 до 0,99	0,06	0,10
От 1,00 до 1,99	0,07	0,15
От 2,00 до 4,99	0,17	0,32
От 5,00 до 10,0	0,23	0,50

В процессе разработки и усовершенствования методики для всех технологических продуктов были определены рекомендуемые навески проб для анализа в зависимости от ориентировочных массовых концентраций рения в этих пробах.

Для твердых продуктов и маточников требуется предварительное спекание с последующим выщелачиванием, для органической фазы требуется реэкстракция аммиаком. Дальнейшая пробоподготовка и выполнение измерений одинаковы для всех проб независимо от их агрегатного состояния. Массу рения определяют по градуировочному графику.

Для построения градуировочного графика используются калибровочные растворы с содержанием рения от 0 до 50 мкг, для приготовления которых применяется основной раствор рения с массовой концентрацией рения 1,0 мг/см³. Для приготовления этого раствора навеску перената аммония массой 1,4404 г растворяют при нагревании в 100 см³ воды, затем раствор охлаждают,

Для определения показателей качества методики анализа был использован метод оценки с помощью набора образцов для оценивания (ОО), приготовленных путем разбавления стандартного образца (СО) № KZ.03.02.01272-2011 [7] с концентрацией рения 1,0 г/дм³ фирмы «Vernd Kraft GmbH», разрешенного к применению на территории РК. Погрешности ОО рассчитывались на основании методики их приготовления

и погрешности исходного стандартного образца, которая равна 3 мг/дм³.

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей нормативы оперативного контроля повторяемости r_{nm} и воспроизводимости R_m , приведенные в табл. 1. Оценка показателей повторяемости и воспроизводимости выполнялась согласно [8] для всех исследованных поддиапазонов содержания рения.

Значение разности двух результатов параллельных определений и двух результатов анализа пробы не должно превышать по абсолютной величине нормативов повторяемости и воспроизводимости (при доверительной вероятности $P=0,95$), приведенных в табл. 1. При контроле повторяемости абсолютное значение разности двух результатов параллельных определений c_1 и c_2 не должно превышать предела повторяемости r_{nm} , т.е. с вероятностью $P=0,95$ должно выполняться условие $|c_1 - c_2| \leq r_{nm}$. При контроле промежуточной прецизионности R_m (внутрилабораторной воспроизводимости) абсолютное значение разности двух результатов анализа одной и той же пробы C_1 и C_2 не должно превышать предела внутрилабораторной воспроизводимости R_m , т.е. с вероятностью $P=0,95$ должно выполняться условие $|C_1 - C_2| \leq R_m$.

Если указанные соотношения для r_{nm} и R_m не выполняются, анализ повторяют.

Также были рассчитаны показатели правильности и точности методики анализа (табл. 2).

Таблица 2. Значения показателей правильности и точности

Поддиапазон содержания Re , мкг/см ³	Показатель правильности, $\Delta_{с.м.оми}$ в отн. ед.	Показатель точности $\Delta_{м.оми}$, в отн. ед.
От 0,20 до 0,49	0,06	0,18
От 0,50 до 0,99	0,04	0,10
От 1,00 до 1,99	0,03	0,08
От 2,00 до 4,99	0,03	0,07
От 5,00 до 10,0	0,03	0,05

Таблица 3. Характеристики погрешности и неопределенности измерений

Диапазон измерений массовой доли рения, мкг/см ³	Границы погрешности $\pm\Delta$, %	Расширенная неопределенность U , %
От 0,20 до 0,49	18	17
От 0,50 до 0,99	10	10
От 1,00 до 1,99	8	7
От 2,00 до 4,99	7	8
От 5,00 до 10,0	5	7

Правильность результатов анализа должна контролироваться с помощью СОП состава перрената аммония АР-001П-2011 [9] не реже одного раза в месяц. Согласно [10] анализ выполнен правильно, если абсолютное значение разности между полученной массовой долей рения C и аттестованным значением СОП $A_{СОП}$ удовлетворяет соотношению:

$$|C - A_{СОП}| \leq 2 \sqrt{\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2 - \left(\frac{R_m}{2.77}\right)^2},$$

где Δ – границы погрешности МВИ (табл. 3); R_m – предел воспроизводимости МВИ.

При невыполнении указанного соотношения принимают меры к их устранению.

Таблица 3 содержит сведения о характеристиках погрешности МВИ, которые представлены в виде предела относительного расхождения и расширенной неопределенности измерения. Оценка стандартной и расширенной неопределенности МВИ была выполнена согласно рекомендациям [11].

Разработанная методика используется для изучения распределения рения и выявления каналов его потерь в технологическом процессе переработки ренийсодержащих продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ ИСО 5725-1-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.

2 ГОСТ ИСО 5725-2-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность)

методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений.

3 ГОСТ ИСО 5725-3-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.

4 ГОСТ ИСО 5725-4-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основной метод определения правильности стандартного метода измерений.

5 ГОСТ ИСО 5725-5-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений.

6 ГОСТ ИСО 5725-5-2003. Межгосударственный стандарт. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике.

7 Разрешение на применение СО зарубежного выпуска: Комитет по техническому регулированию и метрологии МИ и Т РК. – Астана, 2011.- 1 с.

8 РМГ 61-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

9 Сертификат № 3 о продлении партии стандартного образца предприятия АР-001П-2011 перренат аммония. Действителен до 31 мая 2016 года.

10 МИ 2335-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа.

11 РМГ 43-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений».

УДК 550.837.82

В.Ю. ПАНИЧКИН¹, О.Л. МИРОШНИЧЕНКО²

КОНЦЕПЦИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЫРДАРЬИНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Жер асты суы ресурстарының тиімді пайдалану міндеттерін шешу үшін Сырдария артезиан алабы гидрогеологиялық жағдайларын геоақпараттық-математикалық үлгілеу тұжырымдамалары көрсетілген.

Разработаны концепции геоинформационно-математического моделирования гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна для решения задач рационального использования ресурсов подземных вод.

Conceptions of geoinformational-mathematical modeling of hydrogeological conditions of Syrdarinski artesian basin have been developed for solution of the groundwater resources efficient use tasks.

Исследования проводились в рамках Проекта «Решение задач рационального использования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна методами математического и геоинформационного моделирования», выполняемого по бюджетной программе «Грантовое финансирование научных исследований».

Дефицит водных ресурсов является важнейшей проблемой для Казахстана, большая часть территории которого расположена в аридной зоне [7, 8, 10]. Для ряда регионов, в число которых входит и территория Сырдарьинского бассейна, единственным надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются подземные воды. С ростом экономики Казахстана, увеличением населения эта проблема будет обостряться [6]. Решить ее можно только путем более полного использования ресурсов подземных вод. Но массивированный неконтролируемый отбор подземных вод может привести к ухудшению их качества, истощению запасов, негативно повлиять на поверхностные водотоки и водоемы, состояние растительного покрова и т.п. Необходимо учитывать также, что Сырдарьинский артезианский бассейн расположен на территории Казахстана и частично Узбекистана. Таким образом, проблема приобретает трансграничный характер.

Решение задач рационального использования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна, защиты их от истощения и загрязнения, оценки влияния на трансграничный подземный сток возможно только с применением методов геоинформационного и математического моделирования [7].

Подробно история изучения гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна начиная с 19 века рассматривается в [4]. В процессе исследований помимо традиционных использовались методы моделирования. Было создано несколько математических моделей гидрогеологических условий в пределах изучаемой территории. Взаимное расположение границ моделей, созданных ранее, приведено на рис. 1.

В 80-х годах прошлого столетия в Институте гидрогеологии и гидрофизики (ныне гидрогеологии и геоэкологии) им. У.М. Ахмедсафина выполнялись работы по оценке изменения гидрогеологических условий под воздействием прогнозируемого водоотбора [16]. Исследуемая территория ограничивалась на северо-востоке горами Каратау, на востоке-горами Коржантан, Чаткальским и Кураминским хребтами, на юге – горами Нуратау, Букантау и Султануиздаг, на западе – Арало-Кызылкумским валом, на севере – Нижнесырдарьинским поднятием (рис. 1). Целью

^{1,2} Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.

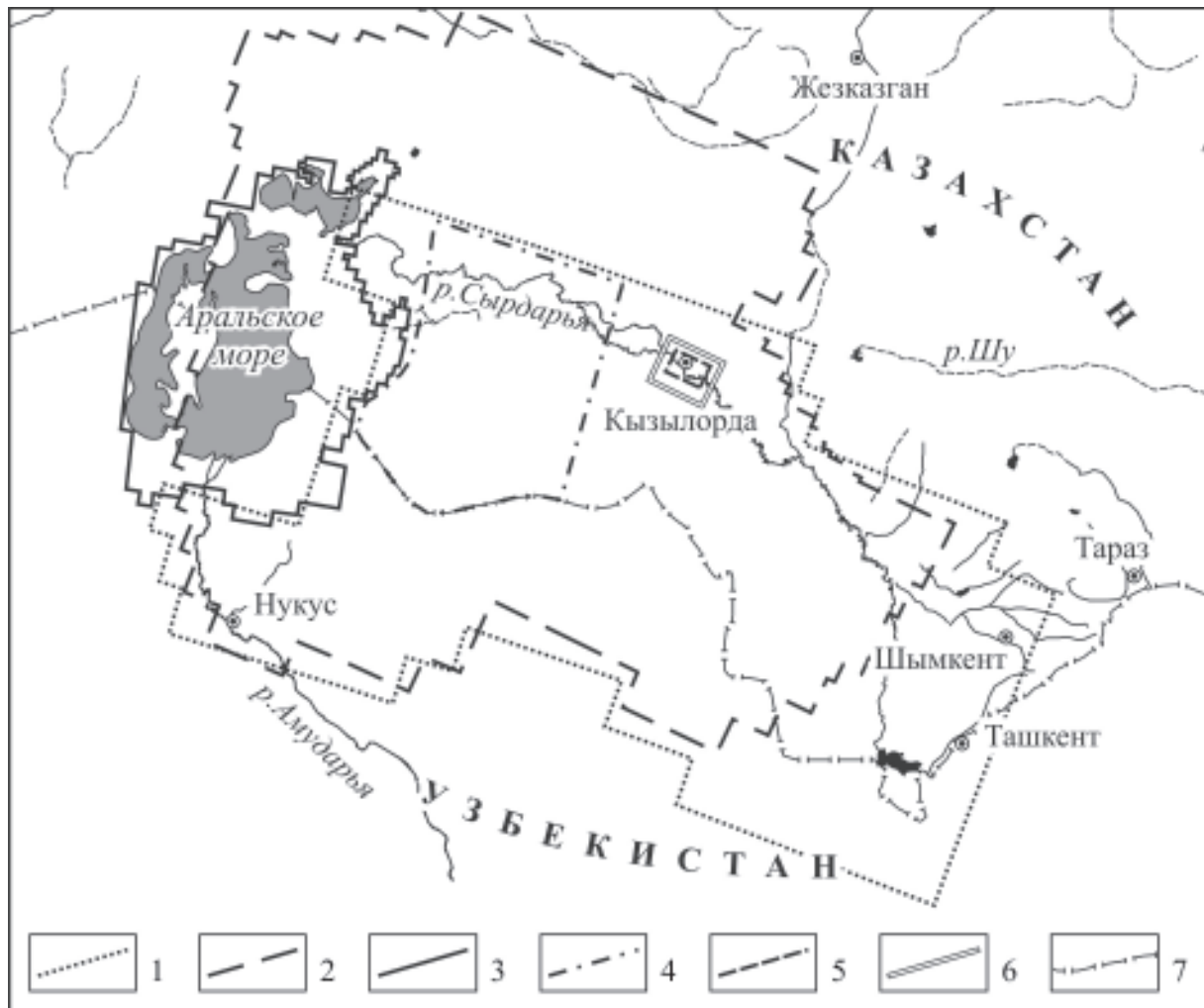


Рис. 1. Границы математических моделей гидрогеологических условий, созданных ранее в пределах Сырдарьинского артезианского бассейна

1 – граница модели Сырдарьинского артезианского бассейна (авторы: Шапиро С.М., Винникова Т.Н., Калмыкова Н.В. и др., 1988г.); 2 – граница модели Сырдарьинского и южной части Тургайского артезианского бассейнов (авторы: Веселов В.В., Мирлас В.М., Паничкин В.Ю. и др., 1992г.); 3 – граница модели котловины Аральского моря (авторы: Шапиро С.М., Винникова Т.Н., и др., 1980); 4 – граница модели Южного Приаралья (авторы: Винникова Т.Н., Золотарев В.П., Бочкарев А.В., Шапиро С.М.); 5 – граница модели Кызылжарминского месторождения подземных вод – 1991 год (авторы: Веселов В.В., Мирлас В.М., Трушель Л.Ю.); 6 – граница модели Кызылжарминского месторождения подземных вод – 2010 год (авторы: Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Трушель Л.Ю., Захарова Н.М.); 7 – граница Республики Казахстан

исследований являлось решение вопроса удовлетворения перспективной потребности региона в воде и оценка экологических последствий эксплуатации подземных вод, изучение и детализация закономерностей и источников формирования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна, оценка естественных запасов подземных вод. В качестве моделирующих устройств использовались ЭГДА 9-60 и БУСЭ-70. Для расчета балансовых составляющих потока подземных вод применялась также программа “ГИДРО”, разработанная ПГО “Казгидрогеология”.

Методом моделирования была выполнена оценка эксплуатационных запасов подземных вод по водоносным комплексам в неоген-четвертичных, верхнетурон-сенонских и верхнеальб-сенонских отложениях, разделенных миоцен-палеогеновыми и нижнетуронскими глинистыми отложениями. Гидрогеологические условия в разрезе были схематизированы в виде трех проницаемых слоев, разделенных двумя слабопроницаемыми. В плане моделируемая область была аппроксимирована ортогональной сеткой с шагом от 25 до 50 км. При моделировании прини-

малась предпосылка Мятиева-Гиринского, согласно которой в водоносных горизонтах поток подземных вод движется только в горизонтальном направлении, а в разделяющих слоях - в вертикальном.

На модели было выполнено три варианта прогнозов. Первый вариант заключался в прогнозе понижений уровня при сохранении водоотбора по состоянию на 01.01.1987г. сроком на 50 лет. Второй вариант предусматривал сохранение водоотбора на участках с неутвержденными запасами и задание кроме этого водоотбора в размере утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод. В соответствии с третьим вариантом на модели задавался водоотбор с учетом перспективного водопотребления для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения земель.

В 1989-1992г.г. в Институте гидрогеологии и гидрофизики им.У.М.Ахмедсафина и Казахской опытно-методической экспедиции была создана математическая модель гидрогеологических условий Восточного Приаралья [1-3, 5]. Цель моделирования - изыскание возможности коренного улучшения водоснабжения населения. Моделирование выполнялось на ЕС ЭВМ. Границами региональной модели Восточного Приаралья были выбраны: на юго-востоке - Каратауское поднятие, на востоке - предгорья хребта Каратау и большой Каратауский разлом, на северо-востоке - водораздел между Тургайским и Чу-Сарысуйским бассейнами. Северная граница определена расчетным путем - по радиусу влияния краевых водозаборов моделируемой территории. С северо-запада моделируемая территория ограничивается Чаграйским плато, Чушкакольским кряжем и Мугоджарами. Западная граница модели проходит по валу Архангельского, пересекающему Аральское море, и далее, по его продолжению - Арало-Кызылкумскому валу. В качестве южной границы модели приняты горы Букантау и Нуратау (рис. 1). В результате проведенной схематизации в исследуемом регионе в разрезе были выделены четыре водоносных комплекса: палеоген-неоген-четвертичный, верхнетурон-сенонский, верхнеальб-сеноманский и нижне-среднеальб-юрский, взаимодействующие между собой через три разделяющих слоя. Моделируемая область аппроксимировалась неравномерной ортогональной сеткой. Шаг сети изменялся от 5 - 10 км в центральной части области и в местах расположения основных водозаборов до 40 км по периферии. Размерность области М x N

составляла 89 x 53 узла. Общее количество счетных узлов для четырех слоев составляло порядка 18000. Подробно принципы схематизации гидрогеологических условий и результаты калибровки модели изложены в [4, 5, 12]. На модели было выполнено два варианта прогноза. Первый вариант предполагал сохранение производительности водозаборных скважин на уровне 1989 г. Второй предусматривал водоотбор в рамках утвержденных запасов (по сумме категорий), а также работу водозаборных сооружений по состоянию на 1989 г. на неутвержденных запасах. Прогноз изменения гидрогеологических условий в пределах моделируемой территории производился сроком на 50 лет. Позднее, в начале 2000-х годов, были начаты работы по геоинформационному моделированию гидрогеологических условий Восточного Приаралья [4, 11, 12], а также адаптации созданной модели в системе моделирования GMS 3.1. Но из-за недостатка финансирования эти работы так и не были завершены.

На исследуемой территории в разное время создавались также детальные модели гидрогеологических условий отдельных участков. В 80-х годах прошлого столетия на базе аналогового устройства БУСЭ-70 был смоделирован подземный водный и солевой приток в котловину Аральского моря [9]. В 90-х годах с помощью отечественной программы АМИГО-ПК была создана модель гидрогеологических условий Кызылжарминского месторождения подземных вод [17]. В 2011 году с применением методов математического моделирования была выполнена оценка эксплуатационных запасов подземных вод Кызылжарминского месторождения и осуществлена их защита в ГКЗ РК [13, 14, 15]. Для моделирования был использован программный комплекс GMS 6.0.

В рамках выполняемого гранта был проведен критический анализ результатов ранее выполненных исследований, разработаны концепции геоинформационно-математического моделирования, намечены пути их реализации. Гидрогеологическая изученность Сырдарьинского артезианского бассейна в целом достаточна для создания его модели. Основные недостатки ранее выполненного моделирования в пределах исследуемой территории заключаются в следующем.

Модель гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна конца 80-х годов прошлого столетия была создана в Институте гидрогеологии и гидрофизики им.У.М.Ах-

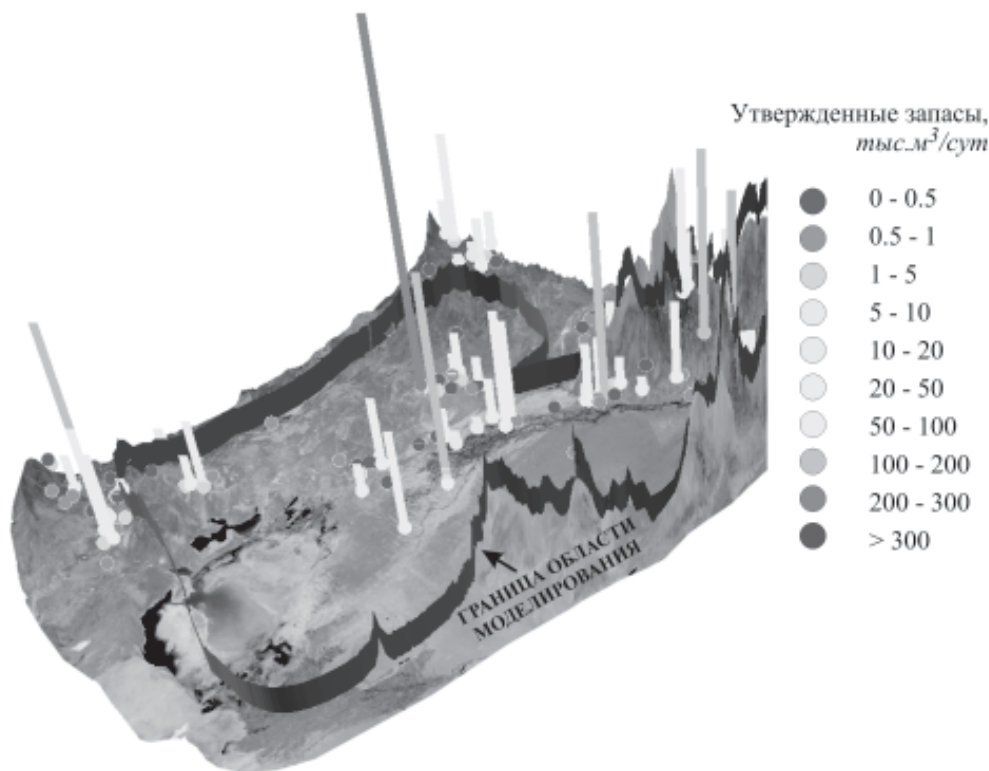


Рис. 2. 3D диаграмма распределения разведанных запасов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна

медсафина на аналоговой технике, которой в настоящее время уже не существует. Шаг сеточной аппроксимации моделируемой области слишком грубый (от 25 до 50 км). Модель не включала в себя ниже-среднеальб-юрский водоносный комплекс и не учитывала взаимодействие с поверхностными водами. При моделировании была принята предпосылка Мятиева-Гириного, т.е. модель являлась плоскообъемной.

Созданная в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого столетия в Институте гидрогеологии и гидрофизики РК и Казахстанской опытно-методической экспедиции модель гидрогеологических условий Восточного Приаралья была реализована на основе безнадежно устаревшей в настоящее время ЭВМ ЕС. Модель учитывала предпосылку Мятиева-Гириного, т.е. являлась плоскообъемной. Шаг сеточной аппроксимации моделируемой области также достаточно грубый (от 5 км в местах расположения основных водозаборов до 40 км по периферии модели). Основной недостаток – моделируемая область не захватывала южную часть Сырдарьинского артезианского бассейна (рис. 1), что не позволяет решать задачи оценки трансграничного подземного стока через Государственную границу с Узбекиста-

ном. При создании этой модели были использованы исходные данные по состоянию на 1989 год. За истекшие с того времени 23 года Аральское море разделилось на две части с различными абсолютными отметками уровня воды в каждой из них. Существенно уменьшилась площадь водной поверхности. Увеличилось количество разведанных месторождений подземных вод (рис. 2). Это необходимо учесть при последующем моделировании.

В краткой форме разработанные концепции геоинформационно-математического моделирования в гидрогеологических исследованиях можно сформулировать следующим образом.

1. Основным принципом геоинформационного моделирования является совместное использование различных типов геоизображений, с которыми связывается соответствующим образом структурированная и неструктурированная символическая информация.

2. Наиболее полное и всестороннее отображение гидрогеологического объекта обеспечивают комплексные геоинформационно-математические модели.

3. Геоинформационное моделирование предполагает формирование и совместное применение

ние моделей разного масштаба и пространственного охвата.

4. Разнотипные геоинформационные модели формируются на единой картографической основе.

5. Основными компонентами программного комплекса, способного реализовать принципы геоинформационного моделирования в гидрогеологических исследованиях должны быть геоинформационные системы, интегрированные с базами данных и системами математического моделирования, между которыми организуется обмен данными с помощью специальных программных средств.

В рамках выполняемого гранта предусматривается создание геоинформационно-математической модели, ее верификация (калибровка), решение нескольких вариантов прогнозных задач, оформление и анализ результатов, а также разработка рекомендаций по рациональному использованию ресурсов подземных вод.

Основные требования к математической модели:

1. моделируемая площадь должна охватывать всю территорию Сырдарьинского артезианского бассейна или немного большую территорию с учетом требований к схематизации граничных условий;

2. масштаб модели не мельче 1:1000000;

3. нижняя граница модели должна проходить по кровле палеозойских отложений;

4. при схематизации гидрогеологических условий в разрезе должны быть выделены основные эксплуатируемые водоносные горизонты и комплексы, а также разделяющие их слабопроницаемые глинистые слои;

5. шаг сеточной аппроксимации моделируемой области в плане по возможности не должен превышать 5 км;

6. модель должна имитировать процессы трехмерной фильтрации подземных вод;

7. модель должна учитывать связь подземных вод с поверхностными водами Аральского моря и рек Сырдарья и Амударья, имитировать изменение уровня воды в Аральском море и отступление его береговой линии;

8. модель должна воспроизводить изменение водоотбора из основных водоносных горизонтов и комплексов с 1960г. (начало интенсивной эксплуатации подземных вод) по настоящее время, учитывать работу примерно 2000 бесхозных самоизливающихся скважин и изменение их дебита при изменении напора подземных вод;

9. модель должна имитировать испарение с поверхности грунтовых вод и изменение его величины при изменении уровня грунтовых вод;

10. модель должна воспроизводить только фильтрацию подземных вод. Для решения задач прогнозирования качества подземных вод в дальнейшем должны создаваться крупномасштабные модели-врезки наиболее важных участков;

11. на модели необходимо воспроизвести несколько вариантов эксплуатации подземных водных ресурсов, рассчитать изменение положения уровенной поверхности подземных вод дифференцировано для основных водоносных горизонтов и комплексов, рассчитать трансграничный сток через границу с Узбекистаном и его изменение во времени, сток в Аральское море, оценить взаимосвязь подземных вод с водами реки Сырдарья и ее изменение во времени.

Основные требования к геоинформационной модели:

1. модель создается в масштабе 1:500 000 – 1:1 000 000;

2. геоинформационная модель должна охватывать несколько большую площадь, чем площадь в пределах границ математической модели;

3. геоинформационная модель должна содержать все сведения, необходимые для выполнения схематизации гидрогеологических условий, а также включать в себя результаты схематизации и карты гидрогеологических параметров для всех слоев математической модели в соответствии с выполненной схематизацией.

Инструментальные средства. Для создания геоинформационной модели были выбраны MapInfo 10 и ArcGIS 9.3. Для создания математической модели гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна была выбрана система моделирования GMS 6. Описание инструментальных средств и их функциональных возможностей приводится в [18-20].

Таким образом, в результате исследований, выполненных в Институте разработаны концепции геоинформационно-математического моделирования гидрогеологических условий Сырдарьинского артезианского бассейна для оптимизации использования ресурсов подземных вод, оценки трансграничного стока, оценки взаимосвязи подземных вод с поверхностными. Они будут использоваться при создании геоинформационно-математической модели гидрогеологических условий и решении на ней многовариантных прогнозных задач использования ресурсов подземных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Веселов В.В., Винникова Т.Н., Калмыкова Н.В., Паничкин В.Ю.* Исследование гидродинамических процессов формирования подземных вод Приаралья на региональных математических моделях // *Геология и разведка Казахстана*. — 1995. — № 2. — С. 31-36.
2. *Веселов В.В., Мирлас В.М., Паничкин В.Ю.* О создании системы математических эколого-гидрогеологических моделей казахстанской части Приаралья // В кн.: *Условно-корректные задачи математической физики и анализа*. — Новосибирск, 1992. — С. 124-125.
3. *Веселов В.В., Мирлас В.М., Паничкин В.Ю.* и др. Теоретическое и методологическое обоснование математической модели Приаралья // *Вестник АН КазССР*. — 1991. — № 12. — С.10-16.
4. *Веселов В.В., Паничкин В.Ю.* Геоинформационно-математическое моделирование гидрогеологических условий Восточного Приаралья. — Алматы : ТОО «Комплекс», 2004. — 426 с.
5. Моделирование и прогноз динамики гидрогеологических процессов рационального использования подземных вод в бассейнах Арала и Балхаша: отчет о НИР / АО «Нац. центр научно-техн. информ.»: рук. *Веселов В.В.*; исполн.: *Паничкин В.Ю., Трушель Л.Ю.* и др. — Алматы, 1997. — РН: 0196РК00434
6. *Веселов В.В., Спивак Л.Ф.* Развитие в Казахстане компьютерных технологий моделирования природных процессов // В кн.: *Вопросы изучения водных ресурсов Центральной Азии*. — Алматы : Гылым, 1993. — С. 35-48.
7. *Веселов В.В., Сыдыков Ж.С.* Гидрогеология Казахстана. — Алматы: ТОО «Комплекс», 2004. — 484 с.
8. *Гидрогеология СССР*, т. XXXVI «Южный Казахстан». — М., 1970. — 473 с.
9. *Золотарев В.П.* Моделирование подземного и солевого обмена в котловине Аральского моря на современном этапе и прогнозы их изменения: автореф. ...канд. техн. наук: 04.00.06. — Ташкент, 1989. — 23с.
10. *Кирюхин В.А., Толстихин Н.И.* Региональная гидрогеология. — М., 1987. — 382 с.
11. *Паничкин В.Ю.* Геоинформационно-математическое моделирование гидрогеологических процессов при решении водохозяйственных и экологических проблем Казахстана // *Геология Казахстана*. — 2001. — №2. — С. 86-97.
12. *Паничкин В.Ю.* Геоинформационно-математическое моделирование гидрогеологических систем Казахстана: автореф. ... докт. техн. наук: 25.00.07. Алматы: Институт гидрогеологии и гидрофизики им. У.М. Ахмедсафина МОН РК, 2004. — 48 с.
13. *Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Трушель Л.Ю., Захарова Н.М.* Концепции математического моделирования Кызылжарминского месторождения подземных вод с целью оценки его запасов // *Известия НАН РК. Серия геологическая*. — 2011. — №2. — С.49–53.
14. *Паничкин В.Ю., Сатпаев А.Г., Мирошниченко О.Л., Трушель Л.Ю., Захарова Н.М.* Применение методов математического моделирования для оценки запасов подземных вод Кызылжарминского месторождения // *Геология и охрана недр*. — 2011. - № 3(40). — С.57-62.
15. *Паничкин В.Ю., Сатпаев А.Г., Мирошниченко О.Л., Трушель Л.Ю., Захарова Н.М.* Оценка запасов подземных вод Кызылжарминского месторождения методами математического моделирования // *Известия НАН РК. Серия геологическая*. — 2011. — №3. — С.80-85.
16. Сырдарьинский артезианский бассейн (математическое моделирование ресурсов подземных вод в условиях техногенеза) / отв. редактор *Ж.С.Сыдыков*. — Алма-Ата: «Гылым», 1992. — 200 с.
17. *Трушель Л.Ю.* Моделирование гидрогеологических условий Центральной части Кызылжарминского артезианского бассейна для оценки ресурсов и качества подземных вод: автореф. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.05. — Алматы, 1993. — 21 с.
18. ArcGIS 9. ArcMap Tutorial. — 2006.
19. MapInfo Professional. Version 10.0. User Guide. — 2009.
20. GMS 6.0 Tutorials. — 2005. — Vol. 1, Vol. 2, Vol. 3, Vol. 4.



АБДУРАШИД МАУЛЕНОВИЧ МАУЛЕНОВ

(к 85-летию со дня рождения)

5 августа 2012 г. исполнилось 85 лет со дня рождения казахстанского учёного натуралиста доктора геолого-минералогических и философских наук Абдурашида Мауленовича Мауленова.

А. М. Мауленов родился в 1927 г. в Сарыагашском районе Южно-Казахстанской области. После окончания в 1951 г. Средне-Азиатского госуниверситета по специальности «геолог-геохимик» направлен на работу в Кольцовскую экспедицию (г. Ессентуки) главка Мингео СССР для изучения урановых месторождений Северного Кавказа и Западной Туркмении.

В 1955 г. А. М. Мауленов был переведен в Казахстан — Степную экспедицию (в последствии ПО «Степгеология»), где он изучал крупнейшее Маньбай-Аксуйское молибден-урановое рудное поле, на базе которого вскоре возникли город Степногорск и ряд крупных заводов. За промышленную оценку этого рудного поля он был отмечен знаком «Отличник Мингео СССР». В 1957—1965 гг. А. М. Мауленов работал в управлении Степной экспедиции заведующим Центральной петрографо-минералогической лаборатории. Он изучал молибден-урановые и уран-фосфорные объекты в Северном Казахстане в районах Улытау, Каражала и Баян-Аула. В это же время закончил заочную аспирантуру в г. Москве (ВИМС) в 1963 г. и защитил кандидатскую диссертацию. В 1964 г. по спецзаданию главка он консультировал изучение урановых месторождений Алдана и Забайкалья.

В 1965 г. А. М. Мауленов перешел на работу в КазИМС, а в 1967 г. — в Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева. В институте он изучает золоторудные месторождения Северного Казахстана, а также Калбы (Бакыршык), Шу-Или (Акбакай, Светинское, Кенгир) и Жонгарии (Кызыл).

Разносторонние углубленные исследования позволили А. М. Мауленову приступить к изучению

общих проблем рудогенеза, минерагении и геологии. Результатом дальнейших исследований в этом направлении явилась рукопись монографии под названием «Логические основы геологии» объемом около 500 машинописных страниц (1969 г.). Так как многие её положения расходились с общепринятыми взглядами, она была опубликована лишь в 1987 году, т. е. после 18-летнего хождения по «мукам» (по научным инстанциям и редакционным комиссиям в г. Алма-Ате и в г. Москве). Эта первая фундаментальная теоретическая работа, в которой развиваются идеи известного русского (советского) учёного академика В. И. Вернадского, в которой с принципиально новых позиций пересматриваются почти все главные аспекты рудогенеза и учения о Земле. После выхода в свет тиражом 1000 экземпляров книга моментально разошлась по заявкам, практически не доходя до свободной продажи, и сразу же вызвала широкий положительный резонанс, отклики во всей тогдашней стране - СССР. На нее опубликован ряд рецензий в Москве, Киеве и Алматы как геологов, так и философов, поступило множество заинтересованных откликов из Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Екатеринбурга, Ташкента, Душанбе, Хабаровска, Владивостока, Южно-Сахалинска, Магадана и др., как академиков Ю. А. Косыгина, Д. В. Рундквиста, А. Л. Яншина, Е. А. Кулиша, Я. Н. Белевцева, так и геологов-производственников, а также физиков, биологов и др. Рядовые геологи съёмщики и поисковики в производственных организациях разными путями доставали экземпляры этой книги и создавали себе копии с самодельными переплётками, порой делались копии с копий.

Впоследствии А. М. Мауленов участвует в международных геологических проектах ЮНЕСКО: «Металлоносные чёрные сланцы», «Органика и минераль-

ные месторождения» и в связанных с ними международных симпозиумах. В 1991 г. на основе первой фундаментальной монографии А. М. Мауленовым защищена докторская диссертация на стыке геологии и философии. В последние годы он как знаток металлогении Северного Казахстана исследует месторождения редких металлов (Аксоран, Сарымбет) и алмазов (Кумдыколь и др.).

В 1997 г. вышла в свет вторая монография А. М. Мауленова «Введение в учение о Земле XXI века с новой (научной) минерагенией алмазов». Монография представляет собой результаты более 35-летних всесторонних фундаментальных исследований автора практически во всех областях учения о Земле, начиная с вопросов происхождения и закономерностей размещения рудных концентраций (месторождений) полезных ископаемых и кончая проблемами биогенеза (жизни), космогонии, астрономии, природных ресурсов, экологии и социологии. По существу В. И. Вернадский и А. М. Мауленов являются основоположниками новой концепции происхождения и развития Земли (и других небесных тел) как Земли растущей (не расширяющейся). «Земля - ...живой узел (организм), зародившийся из простейшей формы материи и развивающийся до современного состояния». В качестве «полигона» для испытания практической жизнеспособности предлагаемой новой (научной) теории

Земли, нового естественнонаучного мировоззрения взято исследование мировой минерагении алмазов. В рецензии учёных - коллег по институту геологических наук Х. А. Беспяева и Т. М. Лаумулина сказано, что по своей масштабности, фундаментальности, комплексности, научной и практической значимости эта монография после трудов В. И. Вернадского не имеет себе аналогов, конкурентов в современном естествознании, учении о Земле, она вне конкуренции. Наш писатель-современник Олжас Омарович Сулейменов (геолог по образованию), прочитав монографию А. М. Мауленова, отметил, что «автора с полным основанием можно отнести к числу достойных последователей великих натуралистов прошлого, начиная со времен Аристотеля - Аль-Фараби и кончая Ламарком-Дарвином-Вернадским». По-настоящему и в полную силу идеи и учение А. М. Мауленова будут поняты и приняты не скоро. Но те исследователи, которые будут ознакомлены с ними, несомненно, окажутся более успешными и более подготовленными для новых открытий в науках о Земле.

В Институте геологических наук им. К. И. Сатпаева А. М. Мауленов проработал 40 лет вплоть до выхода на заслуженный отдых в 2007 г. Абдурашид Мауленович Мауленов ушёл из жизни 27 мая 2008 г. Светлая память о нём навсегда сохранится в наших сердцах!

Редколлегия

МОНОГРАФИЯ, ЗАТРАГИВАЮЩАЯ ВАЖНЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ

В конце прошлого 2011 года вышла из печати солидная монография двух докторов геолого-минералогических наук — Н. Сеитова и М. С. Кунаева - под многообещающим названием «Эволюция проявления геотектонических процессов в истории Земли и их вещественно-энергетические основы»; в скобке отмечено, что монография на указанную тему разработана «по особенностям палеозойских офиолитовых зон Казахской складчатой области». Кажущееся на первый взгляд явное несоответствие объекта (офиолитовые зоны отдельной складчатой области) и темы исследования (разговор идет о планете Земля в целом) на проверку оказывается не столь принципиальным, поскольку в решении основной задачи теоретической геологии по восстановлению геодинамической (геотектонической) истории развития планеты Земля нет другого реального приема, иначе как тщательное изучение особенностей отдельных тектонических структур, приуроченных к самой верхней, чрезвычайно тонкой оболочке этой планеты, имя которой «земная кора». Кстати, этот непримечательный на первый взгляд, но весьма важный тезис сразу же оговаривается авторами в небольшом разделе монографии, озаглавленном словосочетанием «от авторов». Надо признать, что данная оговорка проливает свет на причину «грандиозности замысла» авторов монографии и оправдывает их «черезмерную амбициозность», осмелившихся не только поэтапно проследить четырехмиллиардную историю развития планеты во времени и пространстве, но и выявить первопричину изменения этих этапов вследствие изменений вещественного состава и энергетических возможностей внутренних геосфер Земли. При этом необходимо особо отметить, что весь перечень представлений и выкладок авторов по восстановлению геологической истории развития родной планеты основан на их оригинальных умозаключениях, не имеющих, на наш взгляд, аналогов в теоретической геологической мысли.

Все в этой монографии ново и необычно начиная от самой постановки проблемы и подходом к ее решению, кончая полученными результатами. При этом основные тезисы авторов монографии, которые логически взаимосвязаны между собой в аспекте проявления причинно-следственных связей природных процессов, сводятся к следующим: а — изменения в содержании тектонических структур земной коры и литосферы — результат изменений во внутренних

сферах Земли; б — в основе любых изменений в недрах планеты лежит изменение интенсивности проявления тепловой энергии, сосредоточенной в этих недрах; в — изменения интенсивности проявления тепловой энергии в недрах планеты не могут быть осуществлены без изменения состава и (или) содержания источников этой энергии; г — источниками внутренней энергии Земли безусловно являются какие-то вещества, принадлежащие этим недрам, и процессы, возникающие в них; д) чтобы получить постоянно действующую и даже усиливающуюся во времени тепловую энергию недр планеты необходимо допустить наличие в этих недрах постоянно изменяющееся во времени вещество.

Приведенный выше логический ход умозаключений привел авторов монографии к пересмотру практически всего перечня априорных суждений о составе и строении Земли и об особенностях ее образования и последующего развития в качестве геологического объекта. При этом в качестве исходной предпосылки авторы монографии принимают оригинальные идеи двух российских ученых — идею о гидридном ядре Земли В. Н. Ларина и идею гетерогенной аккумуляции планеты Г. В. Войткевича, правда, с введением в каждую из этих идей весьма существенных дополнений.

Чтобы показать масштаб новизны и оригинальности взглядов авторов рецензируемой монографии и суть их «разногласий» со сторонниками априорных суждений на предмет образования и развития Земли достаточно привести копию таблицы 4.1, приведенной на страницах 210–212 этой же монографии.

Как видно из этой таблицы, весь набор важнейших вопросов теоретической геологии авторами рассматривается и интерпретируется совершенно по-новому. Однако, эти смелые заявления авторов продиктованы не чрезмерным стремлением их к оригинальности, а необходимостью доказательства правомерности своей основной идеи об эволюционном характере проявления геотектонических процессов в истории Земли, поэтапно переориентирующем геодинамическую природу формирования структур земной коры от сугубо фиксистой ориентации в архее и раннем протерозое к сугубо мобилистской ориентации в мезозое-кайнозе через **переходный период проявления геотектоники**, названный авторами монографии «**неопротерозойско-палеозойским периодом проявления региональной тектоники малых и маломощных литосферных плит**».

Сравнение суждений предшественников и представлений авторов рецензируемой монографии, касающихся особенностей образования и преобразования Земли во времени и в пространстве

Суждения предшественников	Суждение авторов монографии
1. Ядро земли является продуктом гравитационной дифференциации первичной мантии, обособленное в начальный этап развития планеты в результате главной аккреции Земли.	Ядро земли обособлено изначально в первые этапы образования планеты, которое впоследствии было «обволаковано» менее плотным веществом первичной мантии («гетерогенная аккумуляция Земли», по Войткевичу Г.В. и А.А. Ярошевскому).
2. Ядро земли состоит из магнитных металлов (железо, кобальт, никель и др.) с незначительной примесью серы.	Ядро земли представлено гидридами металлов (в т.ч. магнитных) («гидридная геохимическая модель Земли», по В.Н.Ларину).
3. Основными источниками внутреннего тепла Земли являются радиоактивное тепло и тепло гравитационной дифференциации ее вещества; в начальных этапах развития планеты немаловажную роль сыграли тепло короткоживущих радиоактивных изотопов, тепло, выделяемое при космической бомбардировке, а также тепло взаимодействия Земли с Луной.	Основными источниками внутреннего тепла Земли являются тепло, выделяемое при дегидридации ядра земли и, возможно, тепло гравитационного сжатия Земли. Тепло радиоактивных изотопов, тепло взаимодействия Земли с Луной и тепло космических бомбардировок играют, скорее всего, второстепенную роль в обеспечении теплового режима планеты.
4. Земля нагревается «изнутри», охлаждается «снаружи». Из-за нагретого состояния внутренних уровней планеты, за счет мантийных дифференциатов «обогащается» жидкое внешнее ядро, за счет вещества последнего — внутренне твердое ядро (преобразование планеты происходит, как бы, сверху вниз).	Формирование внешнего жидкого ядра земли происходило в результате дегидридации гидридного первичного твердого ядра. Высвобожденное от гидридной связи и состоящее, поэтому, только из металлов (в т.ч. магнитных металлов) внешнее ядро образуется за счет гидридов твердого внутреннего ядра, а не наоборот (преобразование планеты происходит, как бы, снизу вверх).
5. Состав первичной мантии — металл-силикат-оксидный. В ходе геологического развития Земли тяжелая преимущественно металлическая составляющая мантии «стекает» в ядро, тогда как в разрезе преимущественно силикат-оксидной «остаточной мантии» формируется восходящие потоки легких дифференциатов гравитационного сепарирования, обеспечивая тем самым конвекционный кругооборот вещества в разрезе мантии в целом.	Состав первичной мантии металл-силикат-оксидный, однако, в ходе геологического развития планеты мантия становится все более металлической. Это — следствие того, что высвобожденные от гидридной связи теплоемкие атомы и молекулы водорода текут исключительно вверх и диффундируют металлы первичной мантии, «вытесняя» из ее состава силикаты и оксиды, за счет которых образуется и постепенно утолщается астеносфера. Отсутствие потоков в мантии нисходящего направления энергии и вещества исключает возможность возникновения конвекционных ячеек в разрезе «остаточной мантии».
6. Тектоническая активность литосферы вызвана «двухуровневой конвекцией», охватывающей разрезы подастеносферной мантии и самой астеносферы. Формирование конвекционного кругооборота в подастеносферной мантии связано с процессом гравитационной дифференциации ее вещества, обеспечивающей стекание тяжелых дифференциатов вниз, подъем легких дифференциатов — вверх.	Тектоническая активность литосферы вызвана исключительно восходящим потоком материи (тепловой энергии и теплоемких веществ) в разрезе подастеносферной мантии; в доплитную историю развития планеты указанный поток передавался на уровень первичной литосферы (земной коры) непосредственно в виде магматических расплавов мантийной природы (плюмы), с наступлением эры действия тектоники плит активность передается через конвекцию в астеносфере, достигшей оптимальной мощности в неопротерозое и все больше утолщающейся в дальнейшем.
7. «Радиус и объем Земли могут испытывать пульсацию, хотя и в очень ограниченных размерах. Весьма вероятно вековое уменьшение радиуса и объема Земли вследствие ее общего охлаждения» [Хаин В.Е. и Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики, 2005, с. 537].	Земля расширяется во времени, так как сущность ее геологического развития заключается в образовании новых геосфер за счет разуплотненных исходных веществ. При этом расширение происходит на трех уровнях разреза планеты: а — образование жидкого внешнего ядра за счет разуплотненных веществ внутреннего ядра; б — образование астеносферы за счет «выжатого» из нижней мантии разуплотненного материала в виде силикатов, оксидов и других минеральных веществ; в — образование разуплотненной литосферы за счет магматических образований самой астеносферы, плотность вещества которой намного выше, чем таковой вещества вновь рожденной литосферы.

Мы, конечно же, не утверждаем, что в данной монографии «все безупречно». В ней, безусловно, присутствует ряд спорных моментов, требующих дальнейших уточнений. Однако с уверенностью можно констатировать, что данная монография является уникальным трудом, не имеющим аналогов в геологической научной мысли. Такая уникальность обеспечивается несколькими положениями. Это: а — глобальность затрагиваемых проблем и чрезвычайная простота их решения; б — учет основных известных геологических фактов в рамках темы монографии и их взаимная увязка; в — логическая взаимообусловленность авторских трактовок; любое очередное представление авторов основывается на предыдущем и служит основой для последующего; г — философский стиль и дедуктивный метод мышления авторов монографии, позволившие им «увидеть проблему в целом» и увязать ее составные части в единый непрерывный и стройный ряд; д — умение авторов монографии передать сущность сложнейших природных процессов простым, доступным для грамотного читателя, языком; е — смелость авторов в суждениях, умение «оттянуть» самые яркие мысли своих сторонников и жестко критиковать оппонентов, подчеркивая наиболее одиозные, противоречащие логике, высказывания последних: монография изобилует цитатами, как первых, так и вторых.

К сожалению, среди ученых-геологов республики непростительно мало тектонистов, способных «за фактами увидеть процессы». Практически все наши отечественные тектонисты ныне занимаются в основном «описательной тектоникой», когда конкретные геологические факты интерпретируются в русле ранее известных канонов в лице основных положений концепции «тектоники литосферных плит», что в принципе не позволяет им перейти эти каноны и прийти к глобальным вопросам выяснения генетической и геодинамической природы формирования изученных и изучаемых тектонических структур земной коры. Вероятно, именно поэтому в качестве от-

ветственного научного редактора рассматриваемой монографии авторы выбрали не тектониста, а металлогениста в лице доктора геолого-минералогических наук профессора А.Е. Бекмухаметова. Этот ученый широко известен геологической общественности республики и стран СНГ как весьма вдумчивый исследователь с широчайшим кругозором, что в принципе вполне оправдывает выбор авторов монографии. Кстати, основные достоинства и недостатки монографии весьма квалифицированно раскрыты в его развернутой рецензии, которая предваряет монографию.

Резюмируя все сказанное, еще раз подчеркнем оригинальность рецензируемой монографии, как по постановке проблемы, так и по ее решению. Она, по видимому, будет восприниматься геологической общественностью как «весьма уникальное творение», выходящее за пределы обычного понимания сути проблем, касающихся строения, состава и закономерностей развития планеты Земля. Такое творение может оказаться предметом восхищения или же жесточайшей критики, но оно никак не может остаться незамеченным геологической общественностью, ибо в ней в той или иной мере сосредоточен весь комплекс вопросов, касающихся сути и сущности главного объекта изучения геологии — планеты Земля. Она будет полезна как начинающим геологам, так и «маститым ученым», каждый из них может найти в ней интересующие его моменты.

Кстати, в начале текущего 2012 года данная монография вышла из печати на казахском (государственном) языке, что делает честь ее авторам и расширяет круг потенциальных (в т.ч. будущих) читателей этой книги

М.Ш. Омирсерикое — доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик Международной академии минеральных ресурсов и Национальной академии естественных наук Республики Казахстан;

Г.Х. Ергалиев — доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик Национальной академии Республики Казахстан

МАЗМҰНЫ

Өмірсеріков М.Ш. Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтының іргелі зерттеулер нәтижелері (2009–2011жж.).....5	
Аймақтық геология	
Сейтмұратова Э.Ю., Әубекеров Б.Ж., Әзербайев Н.А., Ергалиев Г.Х., Жаймина В.Я., Жақыпова 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	
Минерагения, болжам, болашақтары	
Антоненко А.А., Әбдірахманов К.А., Әлиасқаров С.А., Бекмұхаметов А.Е., Беспаев Х.А., Губайдулин Ф.Г., Жаутиқов Т.М., Жуков Н.М., Марченко Л.Г., Өмірсеріков М.Ш., Скринник Л.И., Степаненко Н.И., Фининский Л.М., Эсминцев А.Н. Қазақстан минерагениясының қазіргі мәселелері және минералды шикізат қорлары дамуының болашақ бағасы.....32	
Марченко Л.Г. Қара тақтатастардағы 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., Остапова Н.В., Кенішбаева А.Г., Ақтаев А. Қазақстанның сирек металды салалары үшін метрологиялық зерттеулер77	
Рақышев Б.М., Усольцев И.И., Роднова В.И. Болжамды-металлогениялық 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 деңгейі.....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 қауіпі.....109	
Мерейтойлар	
Гинаят Рахметуллалы Бекжанов (туғанына 85 жыл толуына орай).....134	
Ғалымды еске алу	
Әбдірахманов Қайдар Айтжанұлы.....136	
Борис Иосифович Писарский.....138	

СОДЕРЖАНИЕ

Өмірсеріков М.Ш. Результаты фундаментальных исследований Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (2009–2011гг.).....2	
Региональная геология	
Сейтмұратова Э.Ю., Аубекеров Б.Ж., Азербайев Н.А., Ергалиев Г.Х., Жаймина В.Я., Жакупова Ш.А., Қасымов 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	
Минерагения, прогнозы, перспективы	
Антоненко А.А., <u>Абдірахманов К.А.</u> , Алиасқаров С.А., Бекмұхаметов А.Е., Беспаев Х.А., Губайдулин Ф.Г., Жаутиқов Т.М., Жуков Н.М., Марченко Л.Г., Өмірсеріков М.Ш., Скринник Л.И., Степаненко Н.И., Фининский Л.М., Эсминцев А.Н. Современные проблемы минерагения 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., Кенішбаева А.Г., Ақтаев А. Метрологические разработки для редкометалльной отрасли Казахстана.....77	
Рақышев Б.М., Усольцев И.И., Роднова В.И. Применение банков данных при прогнозно-металлогенических 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., Қадыров Д.Р., Баратов Р.Т. 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

CONTENTS

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

Regional geology

Sejtmuratova E.J., Aubekeroev 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 - bedding 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., Omirsirikov 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., Netalieva 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 Rahmattullich Bekganov (*to the 85 anniversary from the date of a birth*).....134

Memories of the scientist

Kaidar Aitzhanovich Abdrahmanov136

Boris Iosifovich Pisarsky.....138

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

<i>Ермолов П.В., Антонюк Р.М., Гранкин М.С.</i> Кейінгі протерозойдағы Оңтүстік Ұлытаудың геодинамикасы.....	5
<i>Жамалов Д.Б., Туляганова Н.Ш.</i> Төрттік кезеңдегі Шатқалды-Курамин микротактасының геодинамикалық дамуының кинематикасы.....	16

Минералогия, болжамдар, келешегі

<i>Байбатша А.Б., Дүйсембаева К.Ш.</i> Алтын кенорнын микроминералогиялық зерттеу.....	22
<i>Скринник Л.И., Гадеев Р.Р.</i> Оңтүстік Шығыс Қазақстанның жанартаулық белдеуін металлогенді мамандандыру.....	32

Әдістеме және технология

<i>Рақышев Б.М., Филинский Л.М.</i> Таулы рудалы аудандардағы минералды-шикізат базасының толтырылу мәселелері.....	41
<i>Қарабалин У.С., Сармурзина Р.Г., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.</i> Мұнай өндіру мониторингы барысындағы ландшафттың құрылымын құрайтын формаға және көлеміне байланысты кернеудің разрядталу мен жинақталу үрдістері.....	48

Гидрогеология және геоэкология

<i>Сыдықов Ж.С., Сәтпаев А.Г., Ерменбай А.</i> Жерасты шаруашылық-ауыз сулары—Қазақстанды сумен камтамасыз етудің бірден бір негізгі көзі.....	54
<i>Паничкин В.Ю.</i> Тұрақты қызмет атқарып тұратын Қазақстанның гидрогеологиялық модельді жүйесін құру және қолданысқа енгізу үшін геоапараттық технологияны және қашықтықтан зерделеуді кешенді түрде қолдану әдістерінің теориялық негізін өңдеу.....	67
<i>Порядин В.И., Бураков М.М., Павличенко Л.М.</i> Техногенді гидрогеологиялық үрдістерімен болжауды және басқаруды зерттеудің жана әдістерін дамыту.....	73
<i>Мұхамеджанов М.А., Ливинский Ю.Н.</i> Оңтүстік Қазақстанның жайылым аумағындағы жер асты сулары, ресурстарды бағалау, экологиялық жағдайы және тиімді пайдаланылуы.....	81

Қысқаша хабарлама

<i>Ердемқұл Г.</i> Геологиялық зерттеулерде әуеғарыштық әдістерді қолдану.....	91
--	----

Мерейтойлар

<i>Жакелов Әбдіқаппар Кенжебайұлы (Туганына 80 жыл толуына орай).....</i>	94
---	----

Ғалымды еске алу

<i>Воцалевский Эдгард Славомирович.....</i>	96
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

<i>Ермолов П.В., Антонюк Р.М., Гранкин М.С.</i> Геодинамика Южного Улытау в позднем протерозое.....	5
<i>Джамалов Д.Б., Туляганова Н.Ш.</i> Кинематика геодинамического развития Чаткало-Кураминской микроплиты в четвертичном периоде.....	16

Минералогия, прогнозы, перспективы

<i>Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш.</i> Микроминералогические исследования золоторудных месторождений	22
<i>Скринник Л.И., Гадеев Р.Р.</i> Металлогеническая специализация вулканических поясов Юго-Восточного Казахстана.....	32

Методика и технология

<i>Рақышев Б.М., Филинский Л.М.</i> К проблеме восполнения минерально-сырьевой базы горнорудных районов.....	41
<i>Қарабалин У.С., Сармурзина Р.Г., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.</i> Процессы накопления и разрядки напряжений в зависимости от размеров и формы структурных составляющих ландшафта в процессах мониторинга при нефтедобыче.....	48

Гидрогеология и геоэкология

<i>Сыдықов Ж.С., Сәтпаев А.Г., Ерменбай А.</i> Подземные хозяйственно-питьевые воды—один из основных источников водоснабжения Казахстана.....	54
<i>Паничкин В.Ю.</i> Разработка теоретических основ комплексного применения методов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для создания и эксплуатации систем постоянно действующих гидрогеологических моделей в Казахстане.....	67
<i>Порядин В.И., Бураков М.М., Павличенко Л.М.</i> Развитие новых методов изучения, прогноза и управления техногенными гидрогеологическими процессами.....	73
<i>Мұхамеджанов М.А., Ливинский Ю.Н.</i> Подземные воды пастбищных территорий Южного Казахстана, оценка ресурсов, экологическое состояние и рациональное использование.....	81

Краткие сообщения

<i>Ердемқұл Г.</i> Применение аэрокосмических методов в геологических исследованиях.....	91
--	----

Юбилейные даты

<i>Джакелов Абдиқаппар Кенжебаевич (к 80-летию со дня рождения).....</i>	94
--	----

Памяти учёного

<i>Воцалевский Эдгард Славомирович.....</i>	96
---	----

CONTENTS

Regional geology	
<i>Yermolov P.V., Antonjuk R. M., Grankin M. S.</i> Geodynamics of Southern Ulytau in Upper Proterozoic.....	5
<i>Dzhamalov D.B., Tulfaganova N.Sh.</i> Kinematics of geodynamic evolution of the Chatkalo-Kuraminsky microplate in Quaternary.....	16
Minerageny. Prognoses and prospects	
<i>Bajbatsha A.B., Dusembaeva K.Sh.</i> Micromineralogical research of Kazakhstan gold deposit.....	22
<i>Skrinnik L.I., Gadeev R.R.</i> Metallogenic specialisation of Southeast Kazakhstan volcanic belts.....	32
Technique and technology	
<i>Rakishev B.M., Filinsky L.M.</i> To a completion problem of a mineral-raw-material base of mining areas.....	41
<i>Karabalin U.S., Sarmurzina R. G., Metaksa G. P., Moldabaeva G. Zh.</i> Processes of accumulation and a discharge of pressure depending on the sizes and the form of landscape structural components in monitoring processes during oil extracting.....	48
Hydrogeology and geocology	
<i>Sydykov Zh.S., Satpaev A.G., Ermenbai A.</i> Underground economic-drinking waters is one from the main sources of Kazakhstan water delivery.....	54
<i>Panichkin V. JU.</i> Development of theoretical bases of complex application of remote distantal sounding and geoinformation technologies methods for creation and operation of constantly operating hydro-geological model systems of Kazakhstan.....	67
<i>Porjadin V.I., Burakov M.M., Pavlichenko L.M.</i> Development of new methods of studying, the prediction and management by technogenic hydro-geological processes.....	73
<i>Muhamedzhanov M.A., Livinsky JU.N.</i> Underground waters of Southern Kazakhstan pasturable territories, an estimation of resources, an ecological condition and rational use.....	81
Short messages	
<i>Erdemkul G.</i> Application of aerospace methods in geological researches.....	91
Anniversaries	
<i>Dzhakelov Abdikappar Kenzhebaevich (to the 80 anniversary from the date of a birth).....</i>	94
Memories of the scientist	
<i>Votsalevsky Edgard Slavomirovich.....</i>	96

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

- Курскеев А.К.* Ғарыштық геодезия мәліметтері бойынша Тянь-Шаньнің қазіргі кездегі геодинамикасы.....4
Гридина Н.М., Филатова Г.В., Климахина З.А., Иверская А. П. Жезқазған кенорны ауданының солтүстігіндегі ерте - орта карбондағы белеутин тастопшасы туралы жаңа мәліметтер..... 18

Минерагения, болжамдар, болашағы

- Рафаилович М.С., Шевчук С.И.* Орталық Азияның алтын-сирекметалды кенорны (Au, W, Mo, Sn, Be, Ta, - Nb).....25

Гидрогеология және геоэкология

- Сыдықов Ж., Мұхамеджанов М.* Отандық гидрогеологиялық ғылымның дамуындағы маңызды кезеңдер.....46

Сейсмология

- Силачева Н.В.* Қазақстанның сейсмоқауіпті аудандары үшін аймақтық мәліметтер бойынша топырақтың шындық үдеуінің өшу үлгісін түзету.....53

Әдістеме және технология

- Комашко Л.В., Марченко Л.Г.* Қазақстанның «қаражіктас» тектүріндегі бағалы металдар кенорнының рудасынан тұратын сульфидті - сеппелі шунгит үлгісіне электронды-микроскопиялық зерттеу жүргізу.....61
Степаненко Н.П., Кайдаш Т.М., Белоусова Н.П., Шеринев В.В. DP-Қазақстанның орталық бөлігінің және онымен шектесетін аумақтардың литосферасын шапшаң үлгілеу.....68
Аменова А.А., Ешмолдаева А.Б., Власов А.М., Смагулов Д.У. Al - Zn - Mg балкымалы жүйесінің бірқалыпсыз кристалдануы.....75

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

- Курскеев А.К.* Современная геодинамика Тянь-Шаня по данным космической геодезии.....4
Гридина Н.М., Филатова Г.В., Климахина З.А., Иверская А.П. Новые данные о белеутинской свите раннего – среднего карбона на севере Дзезказганского рудного района..... 18

Минерагения, прогнозы, перспективы

- Рафаилович М.С., Шевчук С.И.* Золото – редкометалльные месторождения Центральной Азии (Au, W, Mo, Sn, Be, Ta – Nb).....25

Гидрогеология и геоэкология

- Сыдықов Ж., Мухамеджанов М.* Важнейшие этапы развития отечественной гидрогеологической науки.....46

Сейсмология

- Силачева Н.В.* Корректировка модели затухания пиковых ускорений грунта по региональным данным для сейсмоопасных районов Казахстана.....53

Методика и технология

- Комашко Л.В., Марченко Л.Г.* Электронно – микроскопические исследования образцов сульфидно – вкрапленных шунгитсодержащих руд месторождений благородных металлов «черносланцевого» типа Казахстана.....61
Степаненко Н.П., Кайдаш Т.М., Белоусова Н.П., Шеринев В.В. 3 DP – скоростное моделирование литосферы Центральной части Казахстана с прилегающими территориями.....68
Аменова А.А., Ешмолдаева А.Б., Власов А.М., Смагулов Д.У. Неравновесная кристаллизация сплавов системы Al – Zn – Mg.....75

CONTENTS

Regional geology

- Kurskeev A.K.* Modern Tien-Shan geodynamics according to a space geodesy.....4
Gridina N.M., Filatova G.V., Klimahina Z.A., Iverskya A.P. New data about beleutinsky series of strata early – middle Carboniferous period in the north of the Dzhezkazgan ore area.....18

Minerageny, prognoses and prospects

- Rafailovich M.S., Shevchyuk S.I.* Gold – rare metals deposits of the Central Asia (Au, W, Mo, Sn, Be, Ta – Nb).....25

Hydrogeology и geocology

- Sydykov Zh., Muhamedzhanov M.* The major stages of development of a domestic hydrogeological science.....46

Seismology

- Sylacheva N.V.* Updating of model of attenuation of peak accelerations of a ground on regional data for seismodangerous areas of Kazakhstan.....53

Technique and technology

- Komashko L.V., Marchenko L.G.* Electron – microscopic researches of samples sulfide – impregnated shungit containing ores of deposits of precious metals «black schist» type of Kazakhstan.....61
Stepanenko N.P., Kajdash T.M., Belousova N.P., Shershnev V.V. 3 DP – high-speed modelling lithosphere the Central part of Kazakhstan with adjoining territories.....68
Amenova A.A., Eshmoldaeva A.B., Vlasov A.M., Смагулов D.U. Nonequilibrium crystallization of alloys of system Al – Zn – Mg.....75

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

Жаймина В.Я., Стецюра М. А., Гоганова Л.А. Қазақстанның визей жік қабатының беткейі.....5

Минерагения, болжамдар, болашағы

Өмірсеріков М.Ш., Исаева Л.Д. Кен орындарының пішімді құрастырылуындағы әдістемелік аспектілер (Көктенкөл кенорны мысалында).....13

Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А. Жоғарғы Еспе кенорнындағы бірқатар сирек кездесетін минералдардың химиялық құрамын айқындау. II Силикаттар, карбонатсиликаттар.....22

Шабанова Т.А., Глаголев В.А. Гиперфуллериттің қанқалы молекуласы.....33

Ғарыштық геология

Зейлик Б.С. Ғарыштық мәліметтердің (ЖАЗ) және тектониканың соққылы-жарылысты қағидасы негізіндегі пайдалы қазбалардың орнын болжаудағы жаңа технология.....38

Гидрогеология

Сыдықов Ж. Ақтөбелік Жетісу аумағындағы жерасты суларының ағуы.....48

Сейсмология

Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф. Алматылық болжамдық полигонның сейсмикалық жағдайын бағалау үшін жер қыртысының флюидті режимдегі кешенді параметрін қолдану.....50

Бүктіков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж. Жарылым зонасындағы қарсы ағындардың өзара байланысуындағы негізгі қағидалар.....57

Әдістеме және технология

Өтегенова М.А. Балапан учаскесі мысалында (Семей сынақ полигоны) аймағында жер асты ядролық жарылыстар жүргізілген жерлерде геоэкологиялық мәселелерді шешу кезіндегі геофизикалық әдістер.....60

Мусина А.С. Құрамында алтыны бар кектен алтынды анықтау.....69

Анищенко Л.В. Каспийманы ойпатының территекті коллекторына жолай табылған суды айдау көлемін оңтайландыру.....71

Мерейтойлар

Жұрымбек Сыдықұлы Сыдықов (*туғанына 90 жыл толуына орай*).....75

Ғылымның жоғалтулары

Сатпаев Әлішер Ғалымтайұлы.....77

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

Жаймина В.Я., Стецюра М.А., Гоганова Л.А. Горизонты визейского яруса Казахстана.....5

Минерагения, прогнозы, перспективы

Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д. Методологические аспекты модельных построений рудных месторождений (на примере месторождения Коктенколь).....13

Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А. Уточнение химического состава некоторых редкоземельных минералов месторождения Верхнее Эспе: II Силикаты, карбонатсиликаты.....22

Шабанова Т.А., Глаголев В.А. Каркасная молекула гиперфуллерита.....33

Космическая геология

Зейлик Б.С. Новая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых на основе космической информации (ДЗЗ) и принципов ударно – взрывной тектоники (УВТ).....38

Гидрогеология

Сыдықов Ж. Сток подземных вод на территории Актюбинского Семиречья.....48

Сейсмология

Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф. Использование комплексного параметра флюидного режима земной коры для оценки сейсмической обстановки на Алматинском прогностическом полигоне.....50

Буктуков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж. Основные принципы взаимодействия встречных потоков в зоне разлома.....57

Методика и технология

Утегенова М.А. Геофизические методы при решении геоэкологических задач в местах проведения подземных ядерных взрывов на примере участка Балапан (Семипалатинский испытательный полигон).....60

<i>Мусина А.С.</i> Определения золота из золотосодержащих кеков.....	69
<i>Анищенко Л.В.</i> Оптимизация объемов закачки попутно-добываемых вод в терригенные коллекторы Прикаспийской впадины.....	71

Юбилейные даты

Журмбек Сыдыкович Сыдыков (<i>к 90-летию со дня рождения</i>).....	75
--	----

Потери науки

Сатпаев Алишер Галимтаевич.....	77
---------------------------------	----

CONTENTS

Regional geology

<i>Zhajmina V. Ja, Stetsjura M. A., Goganova L.A.</i> Horizons of a Visean stage of Kazakhstan.....	5
---	---

Minerageny, prognoses and prospects

<i>Omirserikov M. Sh, Isaeva L.D.</i> Methodological aspects of modelling constructions of ore deposits (on an example of deposit Koktenkol).....	13
<i>Bekenova G.K., Stepanov A.V., Kotelnikov P. E., Levin V. L., Dobrovolsky E.A.</i> Specification of a chemical compound of some rare-earth minerals of a deposit Upper Espe: II Silicates, carbonates – silicates.....	22
<i>Shabanova T.A., Glagolev V. A.</i> A frame molecule of hyperfullerite.....	33

Space geology

<i>Zeilik B.S.</i> New technology of prediction of mineral deposits on the basis of the space information (DSE) and principles of explosive shock tectonics (EST).....	38
--	----

Hydrogeology

<i>Sydykov Z.</i> Runoff of underground waters in territory Aktyubinsk Seven –Rivers.....	48
---	----

Seismology

<i>Abdullaev A.U., Ostapenko V. F.</i> Use of complex parameter of a fluid mode of earth crust for an estimation of seismic conditions on Almaty prognostic range.....	50
<i>Buktukov N.S., Metaksa G. P., Moldabaeva G. Zh.</i> Basic principles of interaction of counter streams in a break zone.....	57

Technique and technology

<i>Utegenova M. A.</i> Geophysical methods at the decision of geocological problems in places of carrying out of underground nuclear explosions on an example of site Balapan (Semipalatinsk proving ground).....	60
<i>Musina A.S.</i> Gold determination from gold-containing substances.....	69
<i>Anishenko L.V.</i> Optimization of volumes injection associated-extracted waters in terrigenous reservoirs of the Near-Caspian depression.....	71

Anniversaries

Zhurmbek Sydykovich Sydykov (<i>to 90 – years from the date of a birth</i>).....	75
--	----

Science losses

Satpaev Alisher Galimtaevich.....	77
-----------------------------------	----

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

<i>Тесленко Т.Л., Нагиева О.Б.</i> Тәуекелді қауіпті геодинамикалық үдерістердің Қазақстан аумағында қалыптасуы мен белсенділігі.....	5
<i>Степанец В.Г.</i> Орталық Қазақстанның офиолитті ұштағанды жыныстарының геодинамикалық табиғаты туралы мәселеге.....	12

Минерагения, болжамдар, болашағы

<i>Ермолов П.В., Жаутиков Т.М., Савельева Н.А.</i> Степняк синклинорийіндегі стратиформдық алтын-колчеданды кендену.....	27
--	----

Гидрогеология

<i>Жакелов А.К., Базарбаева Г.О.</i> Іле Алатауы жерасты суларының қалыптасу заңдылықтары.....	38
--	----

Сейсмология

<i>Тимуш А.В., Тарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садықова А.Б., Сыдықов А.</i> Қазақстанның жер қыртысының сейсмогенді белдемдері.....	45
---	----

Әдістеме және технология

<i>Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Захарова Н.М., Трушель Л.Ю.</i> Қазақстанда гидрогеологиялық-мелиоративтік зерттеулерде қашықтықтан сүңгімен тексеру әдісін қолдану	58
<i>Шайхутдінов Е.М., Кенбейілова С.Ж., Бойко Г.И., Любченко Н.П., Каганович Е.В., Исмаилова Г.Г., Маймақов Т.П.</i> «Suprgrave» әдісі арқылы төмен температурадағы жарықшақ пайда болуына битумполимер тұтқыр маркаларының тұрақтылығын зерттеу.....	67

Мерейтойлар

Ғаппар Қасенұлы Ерғалиев (<i>туғанына 80 жыл толуына орай</i>).....	72
---	----

Ғылымды еске алу

<i>Ерғалиев Ф.К.</i> Қ.И. Ең алғаш журналдан Қ.И. Сәтбаевтің суретін көріп, ол туралы оқығаным есімде өмір бойы қалды.....	74
Болат Жағпарұлы Әубекеров (15.06.1936–09.09.2012).....	76

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

<i>Тесленко Т.Л., Нагиева О.Б.</i> Формирование и активность рискованных опасных геодинамических процессов на территории Казахстана.....	5
<i>Степанец В.Г.</i> К вопросу о геодинамической природе пород офиолитовой триады Центрального Казахстана.....	12

Минерагения, прогнозы, перспективы

<i>Ермолов П.В., Жаутиков Т.М., Савельева Н.А.</i> Стратиформное золото-колчеданное оруденение в Степнякском синклинории.....	27
---	----

Гидрогеология

<i>Джакелов А.К., Базарбаева Г.О.</i> Закономерности формирования подземных вод Заилийского Алатау.....	38
---	----

Сейсмология

<i>Тимуш А.В., Тарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садыкова А.Б., Сыдықов А.</i> Сейсмогенерирующие зоны земной коры Казахстана.....	45
---	----

Методика и технология

<i>Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л., Захарова Н.М., Трушель Л.Ю.</i> Применение методов дистанционного зондирования в гидрогеолого-мелиоративных исследованиях в Казахстане.....	58
<i>Шайхутдінов Е.М., Кенбейілова С.Ж., Бойко Г.И., Любченко Н.П., Каганович Е.В., Исмаилова Г.Г., Маймақов Т.П.</i> Исследование устойчивости битумполимерных вяжущих к низкотемпературному трещинообразованию методом «SUPERPAVE».....	67

Юбилейные даты

Гаппар Касенович Ергалиев (к 80-летию со дня рождения).....72

Памяти ученого

Ергалиев Г.К. Впервые увидел портрет К.И. Сатпаева и прочитав о нем в журнале – в памяти он сохранился на всю жизнь.....74

Буллат Джафарович Аубекеров (15.06.1936–09.09.2012).....76

CONTENTS

Regional geology

Teslenko T.L., Nagieva O. B. Formation and activity of brave dangerous geodynamic processes in territory of Kazakhstan...5
Stepanets V.G. To question on the geodynamic nature of rocks ophiolite triad of the Central Kazakhstan..... 12

Minerageny, prognoses and prospects

Ermolov P.V., Zhautikov T.M., Savelyev N.A. Stratiformnoe gold-pyritic ore in Stepnjaksky synclinorium.....27

Hydrogeology

Dzhakelov A.K., Bazarbaeva G.O. Regularities of formation of underground waters of Zailiysky Ala – Tau.....38

Seismology

Timush A.V., Paradaeva T.V., Stepanenko N.P., Sadykova A.B., Sydykov A. Seismogenerating zones of earth crust of Kazakhstan.....45

Technique and technology

Panichkin V.Ju., Miroshnichenko O.L., Zaharova N.M., Трушель L.Ju. Application of methods of remote-sensing in hydrogeology-meliorative researches in Kazakhstan.....58

Shajhutdinov E.M., Kenbeilova S.Z., Boiko G.E., Ijubchenko N.P., Kaganovich E.V., Ismailov G. G, Maimakov T.P. Research bitumpolimer cementation to low-temperature cracking a method «SUPERPAVE».....67

Anniversaries

Cappar Kasenovich Ergaliev (to the 80 anniversary from the date of a birth).....72

Science losses

Ergaliev C.K. Once look a portrait of K.I. Satpaev and read in the journal about his – he save in the memory on long life.....74

Bulat Dzhafarovich Aibekеров (15.06.1936–09.09.2012).....76

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*
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 06.12.2012.
Формат 70x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко 28, т. 272-13-19, 272-13-18