

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ISSN 2224-5278
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**



**SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

4 (400)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2013 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2013 г.

JULY – AUGUST 2013

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 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

Б а с р е д а к т о р

ҚазҰЖҒА, ҚазҰИА академигі **Ж. М. Әділов**

ҚазҰЖҒА академигі **М.Ш. Өмірсеріков** (бас редактордың орынбасары)

Р е д а к ц и я қ а л қ а с ы:

ҚазҰЖҒА академигі **Т.Д. Абақанов**; ХМРА академигі **Х.А. Беспәев**; техника ғылымдарының докторы, профессор **Н.С. Бук-тіков**; ҚР ҰҒА академигі **Г.Х. Ергалиев**; ХМРА академигі **Т.М. Жаутиков**; МРА және ҚазҰИА академигі **Г.Ж. Жолтаев**; геология-минералдар ғылымдарының кандидаты **Н.М. Жуков**; техника ғылымдарының докторы, профессор **Л.А. Крупник**; ҚР ҰҒА академигі **А.К. Курскеев**; ҚазҰЖҒА академигі **А.Р. Медеу**; ҚР ҰҒА академигі **С.М. Оздоев**; ҚазҰЖҒА академигі **Б.М. Рақыш**; ҚР ҰҒА академигі **Б.Р. Рақыш**; ҚР ҰҒА академигі **Ж.С. Садықов**; ҚР ҰҒА академигі **И.В. Северский**; ҚазҰЖҒА академигі **Н.С. Сейітов**; ҰҒА корреспондент мүшесі **Э.Ю. Сейітмұратова**; Ph.D докторы, профессор **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); Ph.D докторы, профессор **Грэвис Р.М.**, (АҚШ); доктор, профессор **М. Штейнер** (Германия); РҒА академигі **А.Э. Конторович** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы **А.М. Курчавов** (Ресей); академик **Т. Алиев** (Азәрбайжан), академик **В. Постолатий** (Молдова), академик **А.Ф. Булат** (Украина), академик **И.Н. Ганиев** (Тәжікстан), г.-м.ғ.д. **А.Б. Бакиров** (Қырғызстан); КҒК З.В. Толубаева (жауапты хатшы)

Г л а в н ы й р е д а к т о р

академик КазНАЕН, КазНИА **Ж. М. Адилев**

академик КазНАЕН **М.Ш. Омрсериков** (заместитель главного редактора)

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

академик КазНАЕН **Т.Д. Абақанов**; академик МАМР **Х.А. Беспәев**; доктор технических наук, профессор **Н.С. Бук-туков**; академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; академик МАМР **Т.М. Жаутиков**; академик АМР и КазНИА **Г.Ж. Жолтаев**; кандидат геолого-минералогических наук **Н.М. Жуков**; доктор технических наук, профессор **Л.А. Крупник**; академик НАН РК **А.К. Курскеев**; академик Каз НАЕН **А.Р. Медеу**; академик НАН РК **С.М. Оздоев**; академик КазНАЕН **Б.М. Ракишев**; академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; академик НАН РК **Ж.С. Садықов**; академик НАН РК **И.В. Северский**; академик КазНАЕН **Н.С. Сейитов**; член-корреспондент НАН РК **Э.Ю. Сейтмұратова**; доктор Ph.D., профессор **Хамфери Дж.Д.** (США); доктор Ph.D, профессор **Грэвис Р.М.**, (США); доктор, профессор **М. Штейнер** (Германия); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчавов** (Россия); академик **Т. Алиев** (Азәрбайжан), академик **В. Постолатий** (Молдова), академик **А.Ф. Булат** (Украина), академик **И.Н. Ганиев** (Таджикистан), д.г.-м.н. **А.Б. Бакиров** (Қырғызстан); МНС **З.В. Толубаева** (ответственный секретарь)

E d i t o r - I n - c h i e f

academician of KazNANS, KazNEA **Zh. M. Adilov**

academician of KazNANS **M. Sh. Omirserikov** (deputy editor-in chief)

E d i t o r i a l s t a f f:

academician of KazNANS **T.D. Abakanov**, academician of IAMR **Kh.A. Bespaev**, doctor of technical sciences, professor **N.S. Buktukov**, academician of NAS of the RK **G.Kh. Ergaliev**, academician of IAMR **T.M. Zhautikov**, academician of AMR of the RK and KazNEA **G.Zh. Zholtaev**, candidate of geology-mineralogical sciences **N.M. Zhukov**, doctor of technical sciences, professor **L.A. Krupnik**, academician of NAS of the RK **A.K. Kurskeev**, academician KazNANS **A.R. Medeu**, academician of NAS Republic of Kazakhstan **S.M. Ozdоеv**, academician of IAMR and KazNANS **B.M. Rakyshev**, academician of NAS of the RK **B.R. Rakyshev**, academician of NAS of the RK **Zh.S. Sadykov**, academician of NAS of the RK **I.V. Severskiy**, academician of **N.S. Seitov**, corresponding member NAS RK **E.J. Sejtмуратова**, Ph.D., professor **Humphery J.D.**, (USA), Ph.D., professor **Graves R.M.**, (USA); doctor, professor **M. Shteyner** (Germany); academician RAS **A.E. Kontorovich** (Russia); doctor of geological and mineralogical sciences **A.M. Kurchavov** (Russia); academician **T. Aliyev** (Azerbaijan), academician **V. Postolatiy** (Moldova), academician **A.F. Bulat** (Ukraine), academician **I.N. Ganiyev** (Tajikistan), doctor of geological and mineralogical sciences **A.B. Bakirov** (Kyrgyzstan); **Z.V. Tolubayeva** junior researcher (the responsible secretary)

«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: 3000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком.218-220, тел.261-06-33, 272-13-19, 272-13-18 <http://akademiyanauk.kz/>

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2013

Адрес редакции:

Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334.

Тел.: 2-91-59-38

УДК 551.762.1 (574.26)

Н.Р. ДИЛЬМУХАМЕДОВА, С.А. НИГМАТОВА, Т.А. ПЕТРОВА, И.Т. АХМАТШАЕВА

(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО ТОРГАЯ

Аннотация

Обобщение результатов палинологических исследований нижнеюрских отложений Южно-Торгайского нефтегазового бассейна позволило выявить наиболее важные в стратиграфическом отношении группы спор папоротникообразных и пыльцы голосеменных растений. Применение метода статистической обработки способствовало получению достоверных критериев для детального расчленения нижнеюрских толщ.

Ключевые слова: Южно-Торгайский нефтегазоносный бассейн, палинология, споры и пыльца, палинокомплексы, стратиграфия, нижняя юра, плинсбах, тоар.

Кілт сөздер: Оңтүстік Торғай мұнай газ бассейні, палинология, спора және тозаң, палинкешені, стратиграфия, төменгі юра, плинсбах, тоар.

Keywords: South Torgay oil and gas basin, palynology, spores and pollen, palynocomplexes, stratigraphy, Lower Jurassic, Pliensbachian, Toarcian.

Одной из актуальнейших задач современной геологии Казахстана является комплексное изучение нефтегазовых бассейнов, которое предполагает проведение как физико-химических анализов, так и биостратиграфических исследований, позволяющих реконструировать палеогеографические условия времени накопления мезозойских отложений и на этой основе более точно прогнозировать месторождения нефти и газа, устанавливать возраст нефтегазоносных толщ.

С середины прошлого века интерес к юрским отложениям Южного Торгая обуславливался содержащимися в них бурыми углями, редкоземельными металлами, стратегическим сырьем. Начиная с 1982 года, на этой территории широко развернулись поисково-разведочные работы на нефть и газ. Результатом этих работ явилось открытие в 1984 году Южно-Торгайской нефтегазоносной области мезозойского нефтегазонакопления, что вновь значительно повысило интерес к данному региону. За последние 30 лет изысканиями охвачены многочисленные площади: Карабулак, Кумколь, Сарыбулак, Южный Сарыбулак, Южно-Арысское и др. и был накоплен большой фактический материал по палинологии и микрофауне мезозойских отложений Торгайского осадочного нефтегазоносного бассейна.

Благодаря грантовому проекту МОН РК «Составление Атласа руководящих комплексов спор, пыльцы и фораминифер мезозойских нефтегазоносных отложений Торгайского осадочного бассейна» впервые получена уникальная возможность ввести в фундаментальную геологическую науку новые ценные биостратиграфические данные.

В Атласе впервые за последние 30 лет, будут собраны, обобщены и проанализированы палинологические¹ материалы, полученные в эти годы. Изучение палинологических комплексов из указанных районов впервые для данной территории позволит детализировать типы спорово-пыльцевых комплексов, их особенности в связи с местоположением исследуемого района на стыке двух палеофлористических областей.

Необходимость создания «Атласа руководящих комплексов спор, пыльцы и фораминифер мезозойских нефтегазоносных отложений Торгайского осадочного бассейна» продиктована

¹ Палинология (палинологический анализ) - область науки, изучающая споры и пыльцу древних и современных растений. Является частью таких дисциплин, как палеонтология, ботаника, биостратиграфия, палеогеография.

большой важностью использования унифицированных данных для корреляции мезозойских отложений нефтегазоносных бассейнов, а также неоднократно доказана широким применением результатов палинологического и фораминиферового анализов в качестве основы для разработки стратиграфических схем, региональных биостратиграфических шкал, палеоэкологических, палеогеографических, палеотектонических и геодинамических реконструкций.

Район исследования. Южно-Торгайский нефтегазоносный бассейн расположен на обширной равнинной территории Торгайского прогиба, представляющего собой эрозионно-тектоническую ложбину, расположенную восточнее Аральского моря, между Южным и Средним Уралом на западе и Казахским мелкосопочником на востоке. Юрские отложения Южного Торгая заполняют разрозненные впадины, сохранившиеся от прежних седиментационных бассейнов, и перекрываются мощным чехлом мел-кайнозойских образований.

Палинологическая изученность района. На территории Южного Торгая палинологические исследования проводились В.Н. Барбашинской, Е.П. Бойцовой, Е.С. Евлентьевой, В.А. Полухиной, Г.М. Романовской, Е.И. Таракановой, Н.И. Комаровой и другими.

С конца 80-х годов прошлого столетия серьезными систематическими исследованиями палинологического материала Южного Торгая занимались палинологи Л.И. Котова (1969, 1971-2001 гг.), Н.Г. Ашимова, З.К. Пономаренко (ИГН²; 1981-1991 гг.), Т.А. Петрова (Политехнический институт им. Сатпаева, ИГН; 1970 -по настоящее время), Н.Р. Дильмухамедова Н.Р.(ИГН; 1991 по настоящее время) и другие.

Методика палинологических исследований. Стратиграфическое расчленение юрских отложений Южного Торгая, до сих пор считающихся исключительно континентальными, осуществляется в основном методом анализа флористических и палинологических комплексов, подробно описанным в работе Д.Л. Степанова «Принципы и методы биостратиграфических исследований» [1]. Зачастую анализ палинологических комплексов (или палинологический анализ) приобретает большую значимость, как единственный источник информации о времени накопления осадков континентального генезиса.

Однако применение палинологического анализа при определении возраста, интерпретации и корреляции юрских отложений в целом и юрских отложений Торгайского прогиба связано с рядом особенностей:

во-первых, палинологический анализ юрских отложений основывается на политаксонном материале;

во-вторых, для юрской палинофлоры характерна постепенная, без резко выраженных моментов, эволюция, порождающая однородность и длительность существования многих родов и видов юрских растений (особенно в ранне- среднеюрское время);

в-третьих, особенностью Южно-Торгайского района, входящего в состав Сибирской области [2, 3], является его пограничное месторасположение со среднеазиатской провинцией Евро-Синийской области, то есть на стыке двух палеофлористических областей. Поскольку флоры различных областей значительно отличаются друг от друга таксономическим составом, это, несомненно, отражается на формировании пограничной палинофлоры, состав которой имеет смешанный характер.

Палиностратиграфические заключения, базирующиеся на политаксонном, однородном на протяжении длительного отрезка геологического времени, палинологическом материале, отобранном из так называемой буферной зоны со смешанным составом миоспор, отличаются недостаточной четкостью, неустойчивостью границ и крупным объемом выделяемых подразделений (например: тоар-аален, аален-байос, в объеме нижней юры и т.д.).

В силу указанных выше особенностей, использование при расчленении юрских отложений Южно-Торгайского района общепринятых стратиграфических критериев, разработанных многими исследователями [1, 4-8] не всегда дают желаемые результаты.

Для достижения большей детальности при расчленении юрских отложений, определении более четких палиностратиграфических границ, необходимо опираться, прежде всего, на отдельные стратиграфически значимые группы спор и пыльцы.

² Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Алматы

Выделение таких значимых групп спор папоротникообразных и пыльцы голосеменных растений, распределение их по всему разрезу юрских отложений, количественные и качественные изменения их развития стали предметом нашего исследования.

Палинологический материал, положенный в основу статьи, обработан статистически согласно методическим рекомендациям [9] примененным при обработке палинологических материалов карбоновых отложений. Применение такой обработки дало возможность руководствоваться более строгими статистическими критериями при анализе палинологического материала юрских отложений. В результате получен объединенный видовой состав изученных палинокомплексов, указаны колебания величин количественного содержания всех видов и групп (максимум-минимум, в %), представлены средние величины численности, отмечены единичные всплески численности. Уточнены руководящие, транзитные, впервые появляющиеся и реликтовые формы спор и пыльцы для нижнеюрских отложений данного региона. Результаты исследований представлены в таблицах и графиках.

Основные результаты: В основу статьи лег обширный фактический материал по палинологии нижнеюрских отложений, полученный палинологами лаборатории мезозоя и кайнозоя ИГН им. К.И. Сатпаева в результате анализа многочисленных скважин Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна. Исследования нижнеюрских отложений проводились на участках Узынчик, Алтынсарин, Сарылан, Жинишкекум, Кулагак, Сазымбай, Бозинген, Южный Сарыбулак, Сарыбулак, Карабулак (рис. 1).

В разрезе юрских отложений Южного Торгая выделено шесть свит: бектасская (геттанг), айболинская (синемюр-плинсбах), дощанская (тоар-аален-байос), карагансайская (бат-келловей), кумкольская (оксфорд-киммеридж) и акшабулакская (титон).

Отложения первой свиты (бектасской) нами не выявлены, отложения второй (айболинской) не получили широкого распространения и изучены слабо. Установленные в них комплексы рассматриваются как дотоарские. Наибольшую мощность и широкое площадное распространение получила дощанская свита. В ее составе выделено три разновозрастных палинокомплекса: тоарский, ааленский и байосский. Предметом рассмотрения данной статьи стали юрские отложения айболинской (верхняя часть) и дощанской (нижняя часть тоар) свит.

Нижнеюрские (дотоарские) палинокомплексы получены в результате исследования семи скважин на площадях Карабулак, Сарыбулак, Южный Сарыбулак, Западный Арыскуп. Исследован керновый и шламовый материал, всего по дотоарским отложениям проанализировано 63 спорово-пыльцевых, спектра, интервал отбора проб в разных скважинах варьировал от 915 до 3200 метров.

Анализ палинологического материала показал, что в подавляющей части нижнеюрских (дотоарских) палинокомплексов господствует группа голосеменных растений в среднем 72,3% (10,5-100,0). Немногочисленные палинокомплексы с доминированием спор папоротникообразных до 89,5% (что происходит в основном за счет увеличения численности гладких трилетных спор *Leiotrilete-Cyathidites* и шиповатых спор *Osmundacidites*) или равным содержанием пыльцы и спор составляют гораздо меньшую часть и отдельно не выделялись.

Голосеменные растения представлены группами безмешковой пыльцы со средней численностью 9,3% с единичным пиком численности до 57,0% с видами: *Cupresaccites* sp., *Perinopollenites elatoides* Coup., *Jnaperturopollenites dubius* (Pot. et Venit.) Thom. Et Pflug., *J. magnus* (Pot.) Thom. et Pflug., *Araucariacites* sp., *A. australis* Cook., *Podozamites* sp., *Psophosphaera* sp.; моносульцитной пыльцой *Ginkgocycadophytus* (13,6%), *Bennettites* sp. (16,7), *Chasmatosporites* sp.; пыльцой двухмешковых хвойных семейства *Pinaceae-Podocarpaceae* с четко выраженными воздушными мешками в среднем 23,9% с видами: *Disaccites* gen. sp., *Pinuspollenites* sp., *P. divulgatus* (Bolch.) M. Petr., *P. insignis* Rovn., *P. minimus* M. Petr., *P. similis* (Balme) M. Petr., *Piceapollenites* sp., *P. variabiliformis* (Bolch.) M. Petr., *P. mesophyticus* (Bolch.) M. Petr., *P. exilioides* (Bolch.) M. Petr., *Podocarpidites* sp., *P. proximus* (Bolch.) M. Petr., *P. major* Lub., *P. harridus* (Bolch.) M. Petr., *P. tricoccus* (Mal.) M. Petr., *P. tricoccus* (Mal.) M. Petr. и крупной пыльцой древних двухмешковых хвойных в среднем 15,0% (с численными пиками-30,31, 35, 37, и 41,6%; максимально до 61,7%), представленная в основном крупными формами с неясно дифференцированными воздушными мешками с мелкой сеткой с видами: *Paleoconiferus* sp., *P. asaccatus* Bolch., *P. funaris* Rovn., *P. flalus* Rovn., *P. pseudostiatus* Fadd., *Dipterella* sp., *Dipterella*

oblatinoides Mal., Alisporites sp., A. pergrandis (Bolch.) Pijna, A. robustus Bolch., Paleopiceae, Protopodocarpidites sp.

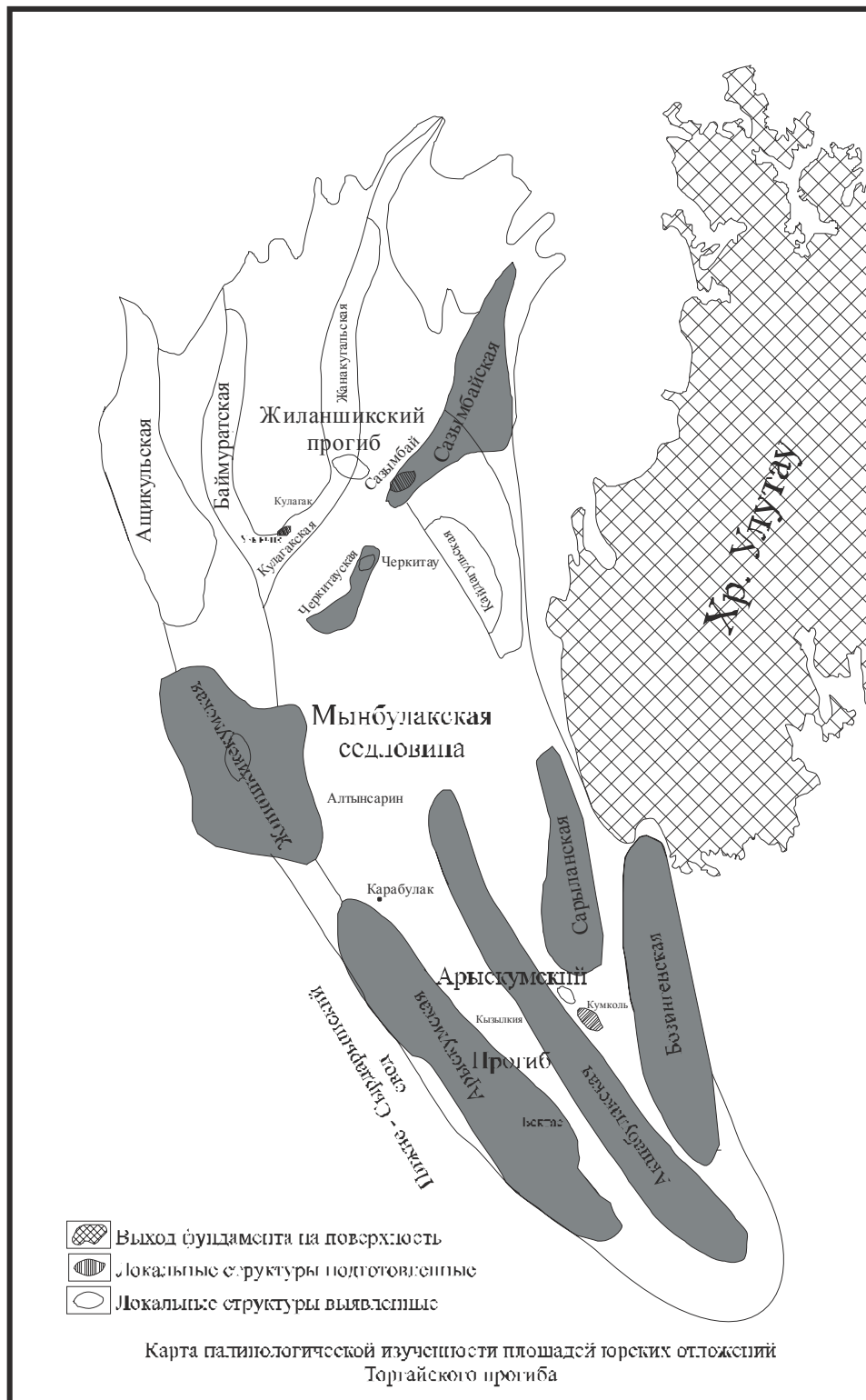


Рисунок 1 – Карта палинологической изученности юрских отложений Торгайского прогиба

Пыльца хейролипидиевых *Classopollis* (с видами *Classopollis* sp., *C. gyroflexus* Kos., *C. minor* Ros. et Jonius, *C. classoides* Pflug., тетрады *Classopollis*) отмечена спорадически с единичным пи ком численности 28,5% мелкой пыльцы типа *Circullina* в скважине Карабулак 11.

Характерной особенностью дотоарских палинокомплексов является наличие реликтовых форм триаса, встречающихся в небольших количествах спорадически (отмечены в пяти скважинах из семи, частота встречаемости составляет 8%, средняя численность 0,3%): *Ovalipollis* sp., *Striatopinites*, *Striatopiceites*, *Striatites*, *Aratrisporites* sp.

Единично и спорадически отмечены: *Sciadopityspollenites* sp., *Callialasporites* sp., *C. dampieri* (Bolch.) Dev., *Quadraeculina* sp. и *Q. limbata* Mal. С единичными численными пиками 27, 48, 50,5 и 52,5%, что характерно для низов юры; *Q. anellaeformis* Mal., *Vitreisporites pallidus* (Reiss.) Nilss., *Schizosporis* sp.

Споровая часть дотоарских палинокомплексов в большинстве случаев имеет обедненный видовой и численный состав в среднем 27,7% (0,0-89,5).

Постоянным компонентом палиноспектров являются шиповатые споры *Osmundacidites* в среднем 7,1% с видами: *Osmundacidites* sp. *O. jurassicus* (K.-M.) *O. wellmannii* Coup. *O. kugartensis* Kuzitsch. *O. bulbosa*; гладкие трилетные споры *Leiotrilete-Cyathidites* в среднем 6,0% с видами: *Leiotriletes* sp., *L.* (тип *Coniopteris*), *Cyathidites* sp., *C. australis* Coup., *C. minor* Coup. группа нижнеюрских спор: *Dipteridaceae* в среднем 4,7% с видами: *Dictyophyllidites* sp., *Dictyophyllidites* (шиповатый), *D. harrisii* Coup., *Leiotriletes* (тип *Hausmannia*); тороидных спор в среднем 3,0% с видами: *Obtusisporites. junctus* (K.- M.) Рос. *Toroisporites* sp. *T. vulgaris* (Mal.) Barch. *Auritulasporites* sp. *A. mortoni* (Jersey) Barch. *Concavisporites* sp.

Остальные виды представлены спорадически и единично: *Matonisporites* sp., *Tripartina* sp., *T. paradoxa* Mal., *T. variabilis* Mal., *Acanthotriletes* sp., *Trachytriletes* sp., *Marattisporites* sp., *M. scabratus* Coup., *Angiopteris* sp., *Gleicheniidites* sp., *M. crassirimosus* Tim., *Polypodiaceae* (*Monolites*), *Selaginella* sp., *Neoraistrickia* sp., *N. longibaculata* Scheiko, *Convverrucosisporites* sp., *C. macroverrucosis* Taras., *C. microverrucosis* Taras., *C. disparituberculatus* Vin., *Verrucosisporites* sp., *Duplexisporites* sp., *D. anagramensis* (K.-M.) Sem., *D. problematicus* (Coup.) Pl. et Dett., *Camptotriletes* sp., *C. cerebriformis* Naum. ex Jarosh., *C. tennellus* Naum. et Iljina, *Klukisporites variegates* Coup., *Lycopodiumsporites* sp., *L. subrotundus* (K.-M.) Vin., *L. marginatus* Singh., *Equisetites* sp., *Stereisporites* sp., *St. congregatus* Schulz., *St. psilatus* (Ross.) Pflug., *St. seebergensis* Schulz., *St. incertus* (Bolch.) Sem., *Punctatisporites* sp., *Uvaesporites* sp. Участие и роль каждого вида отражена в таблице 1 и 2 «Распространение основных групп спор папоротникообразных и пыльцы голосеменных в нижнеюрских отложениях Южного Торгая».

Анализ видового состава изученных палинокомплексов и его сопоставление с фаунистически охарактеризованными нижнеюрскими комплексами спор и пыльцы различных регионов, позволяет обосновать и подтвердить его возраст. Сходство выявляется как по составу, так и по процентным соотношениям различных групп спор и пыльцы, входящих в состав палинокомплексов. Раннеюрские комплексы исследуемого района имеют ряд общих черт с комплексами Горного Мангышлака [10], а именно: преобладание пыльцы голосеменных над спорами папоротникообразных; среди голосеменных ведущую роль играет двухмешковая пыльца семейства *Pinaceae-Podocarpaceae* при значительном участии крупных древних хвойных и однобороздной пыльцы *Ginkgocycadophytus*. Сходным признаком является заметная роль гладких трехлучевых спор *Leiotriletes-Cyathidites* и спор семейства *Dipteridaceae*. Отличается описанный комплекс высоким содержанием спор осмундовых папоротников и минимальным содержанием пыльцы *Classopollis*.

Общие черты отмечены с нижнеюрскими комплексами из отложений Аккермановской, Орской и Таналыкской депрессий катынадырской свиты Орского района [11], в составе голосеменных большое значение имеет пыльца *Pinaceae-Podocarpaceae*, однобороздная пыльца *Ginkgocycadophytus* и древние хвойные, а из спор циатейные и осмундовые.

Наибольшее сходство обнаруживается с верхнеплинских комплексами Западной Сибири [6] и нижнеюрскими комплексами из отложений айболинской свиты Жиланшиковского и Арыкумского прогибов Южного Торгая [12, 13]. Где также преобладает пыльца голосеменных растений, среди которой наряду с древними формами присутствует пыльца молодого облика

Pinaceae-Podocarpaceae, а среди спор существенное место занимают циатейные и осмундовые папоротники.

Таблица 1 – Распространение основных групп спор папоротникообразных растений в разрезе нижнеюрских континентальных отложений Тургайского нефтегазоносного бассейна

Юрская Ни ж н и й	Система	
	Отдел	Ярус
Плинсбах т о а р	споры	
	Leiotriletes-Cyathidites	
	Dipteridaceae	
	Tripartina sp.	
	Matonisporites sp.	
	Всего Osmundacidites	
+	Gelecheniidites sp.	
+	M. crassirimosus Tim.	
	Converrucosisporites sp.	
	C. disparituberculatus Vin.	
	Dieksonia densa	
	□ □ □ □ Duplexisporites	
	Campotriletes sp.	
	C. cerebriformis Naum. ex Jarosh.	
	C. triangulus	
+	C. tennellus Naum. et Iljina	
	Klukisporites variegates Coup.	
	Selagmella sp.	
	Neoraistrickia sp.	
	N. rotundiformis (Cook.) Pot.	
+	N. truncata	
+	N. longibaculata Scheiko	
	Lycopodiumsporites sp.	
	Equisetites sp.	
	Pilosiporites sp.	
	Densoisporites sp.	
	Stereisporites sp.	
+	Punctatisporites sp.	
+	P. allevi	
+	Polyodiaceae (Monolites)	
+	Salvinia sp.	
+	Schizosporis rugulatus Cook.	
+	Aletes striatus	
	Всего спор	

Условные обозначения









-  много
-  мало, постоянно
-  спорадически
-  единично

Таблица 2 – Распространение основных групп пыльцы голосеменных растений в разрезе нижнеюрских континентальных отложений Тургайского нефтегазоносного бассейна

Юрская Ни ж н и й	Система	
	Отдел	Ярус
Плинсбах т о а р	споры	
	Всего Classopollis	
	Chasmatosporites sp.	
	Vennettites sp.	
	Ginkgoeodorphytus sp.	
	Безмешковая пыльца	
	Двухмешковые хвойные	
	Scleroporitespollenites sp.	
+	Callialasporites sp.	
	Quadraeculina sp.	
	Q. limbata Mal.	
	Q. anethaeformis Mal.	
+	Vitreisporites pallidus (Reiss.) N Hss.	
	Eucosmidites sp.	
	Paleoconiferus sp.	
	P. asacatus Bolch.	
	P. funaris Rovn.	
	P. flatus Rovn.	
+	P. pseudostriatus Fadd.	
+	Dipterella sp.	
	Dipterella oblatinoides □ □	
	Alisporites sp.	
	A. pergrandis (Bolch.) Iljina	
+	A. robustus (Bolch.)	
	Protopodocarpidites sp.	
+	Paleopiceae	
	Всего древних хвойных	
	Ovalipollis sp.	
	Striatopinites	
	Striato-piceites	
	Striatites	
+	Pseudowalchites sp.	
+	Calamospora	
+	Remysporites mirabilis Lub.	
+	Atratisporites sp.	
+	Реликты триаса	
	Всего пыльцы	

Условные обозначения

-  много
-  мало, постоянно
-  спорадически
-  единично

Значительное сходство датированных флорой и фауной палинокомплексов из лейасовых отложений Горного Мангышлака, Орь-Илецкого района, некоторых районов Западной Сибири и изученных нижнеюрских палинокомплексов Южного Торгая, позволяет судить об их одновозрастности и датировать отложения исследуемого района средним лейасом.

Нижнеюрские (тоарские) палинокомплексы установлены в результате исследования семнадцати скважин на площадях Карабулак, Сарыбулак, Южный Сарыбулак, Узынчик, Алтынсарин, Сарылан, Сазымбай, Жинишкекум, Кулагак, Бозинген. Исследован керновый и шламовый материал, всего по тоарским отложениям проанализировано 200 спорово-пыльцевых спектров, интервал отбора проб в разных скважинах варьировал от 1580 до 3529 метров. Из алевролитов, аргиллитов, песчаников и гравелитов выделены палиноспектры сходного состава, объединенные в один палинокомплекс.

Тоарские палинокомплексы также характеризуются господством пыльцы голосеменных в среднем 71,0% (от 5,5 до 99,0). Среди пыльцы голосеменных доминируют двухмешковые хвойные молодого облика с хорошо развитыми воздушными мешками семейства Pinaceae-Podocarpaceae в среднем 26,1% (2,0-76,0). Субдоминирующими группами являются мелкая моносультитная пыльца Ginkgocycadophytus в среднем 13,8% (от 0,0 до 45,2) и безмешковая пыльца Araucariacites-Inaperturopollenites-Cupresaccites в среднем 15,4% (от 0,0 до 37,6, с максимумом до 57%). Численность крупной древней пыльцы с неясно выраженными воздушными мешками сокращается вдвое по сравнению с дотоарскими палинокомплексами, в среднем 7,5% (0,0-13,7%, с пиком численности до 29,6%) при прежнем составе видов: Paleoconiferus sp., P. asaccatus Bolch., P. funaris Rovn., P. flalus Rovn., P. pseudostriatus Fadd., Dipterella oblatinoides Mal., Alisporites pergrandis (Bolch.) Iljina. robustus Bolch., Paleopiceae, Protoodocarpidites. Пыльца Classopollis отмечается спорадически. Реликты триаса отмечаются единично: Ovalipollis sp. Pseudowalchiaites sp., Paleoconiferus sp., Remysporites mirabilis Lub., Calamospora, Aratrisporites. Особенностью многих тоарских палиноспектров (скважины Узынчик 1П и 2П; Кулагак 1П, Сарылан 1П, Жинишкекум 1П и 2Г) является повышенное содержание пыльцы купрессоидного типа Perinopollenites elatoides Coup. и Inaperturopollenites dubius (Pot. et Ven.) Thom. et Pflug., количество которой колеблется от 20,0-до 57,0%, эта особенность отличает тоарские комплексы Южного Торгая от комплексов Сибирской палеофлористической области. В тоже время повышенное содержание пыльцы купрессоидного типа присуще нижнеюрским комплексам Южной Эмбы и Сагиза [14]. Значительную роль купрессоидная пыльца Inaperturopollenites-Perinopollenites играет в верхнелейасовых отложениях Северной Ферганы [10]

Отмечен спектр с высокой численностью пыльцы Quadraeculina (20,8%), в котором одновременно отмечается увеличение численности спор Duplexisporites до 41,1%.

Систематический состав спор папоротникообразных растений практически не отличается от состава спор дотоарских комплексов. Незначительное увеличение видового состава спор в тоарских отложениях (с 61 до 72 видов) происходит за счет появления единичных форм, характерных для отложений средней юры: Neoraistrickia rotundiformis (Cook.) Pot., N. truncata (Cook.) Pot., Camptotriletes triangulus Jarosh., Punctatisporites alievi Vin., Salvinia sp., Schizosporis rugulatus Cook. et Dett. Лидирующая роль принадлежит гладким трехлучевым спорам Leiotriletes-Cyathidites в среднем 7,4%: Leiotriletes sp., L. (тип Coniopteris), Cyathidites sp., C. australis Coup., C. minor Coup. и шиповатым спорам Osmundacidites в среднем 4,7 % (1,0-42,9): Osmundacidites sp., O. kugartensis Kuzitsch., O. jurassicus (К.-М.) Kuzitsch., O. wellmannii Coup.; заметно снизилась численность нижнеюрских (древних) спор семейства Dipteridaceae: Dictyophyllidites sp., Dictyophyllidites (шиповатый), D. harrisii Coup., Leiotriletes (тип Hausmannia) и тороидных спор: Obtusisporites junctus (К.- М.) Poc., Toroisporites sp., T. vulgaris (Mal.) Barch., Auritulinasporites sp., A. mortoni (Jersey) Barch., Concavisporites sp. в среднем 3,8 %. Остальные виды отмечаются спорадически и единично.

Комплекс имеет следующие характеристики:

доминирование пыльцы голосеменных над спорами папоротникообразных растений;

среди голосеменных доминируют двухмешковые хвойные молодого облика семейства Pinaceae-Podocarpaceae.

Сопутствующими группами являются моносультитная пыльца Ginkgocycadophytus и безмешковая пыльца Araucariacites-Inaperturopollenites-Cupresaccites. Особенностью тоарских

палиноспектров) является повышенное содержание пыльцы купрессоидного типа *Perinopollenites elatoides* Coup. и *Inaperturopollenites dubius* (Pot. et Ven.) Thom. et Pflug., которая отличает тоарские комплексы Южного Торгая от комплексов Сибирской палеофлористической области.

Пыльца древних хвойных присутствует в значительном количестве; реликты триасовой флоры единичны.

Состав спор папоротникообразных обеднен, лидируют гладкие трехлучевые спор *Leiotriletes-Suathidites* и шиповатые *Osmundacidites*.

Описанный комплекс спор и пыльцы хорошо сопоставляется с фаунистически охарактеризованными тоарскими комплексами кумыскудукской свиты Карагансайской депрессии Восточного Казахстана и Вилуйской синеклизы Канско-Ачинского бассейна. Все это позволяет относить отложения, вмещающие указанный комплекс спор и пыльцы к верхнему лейасу. Спорово-пыльцевые комплексы приведены на рисунках 2-5.

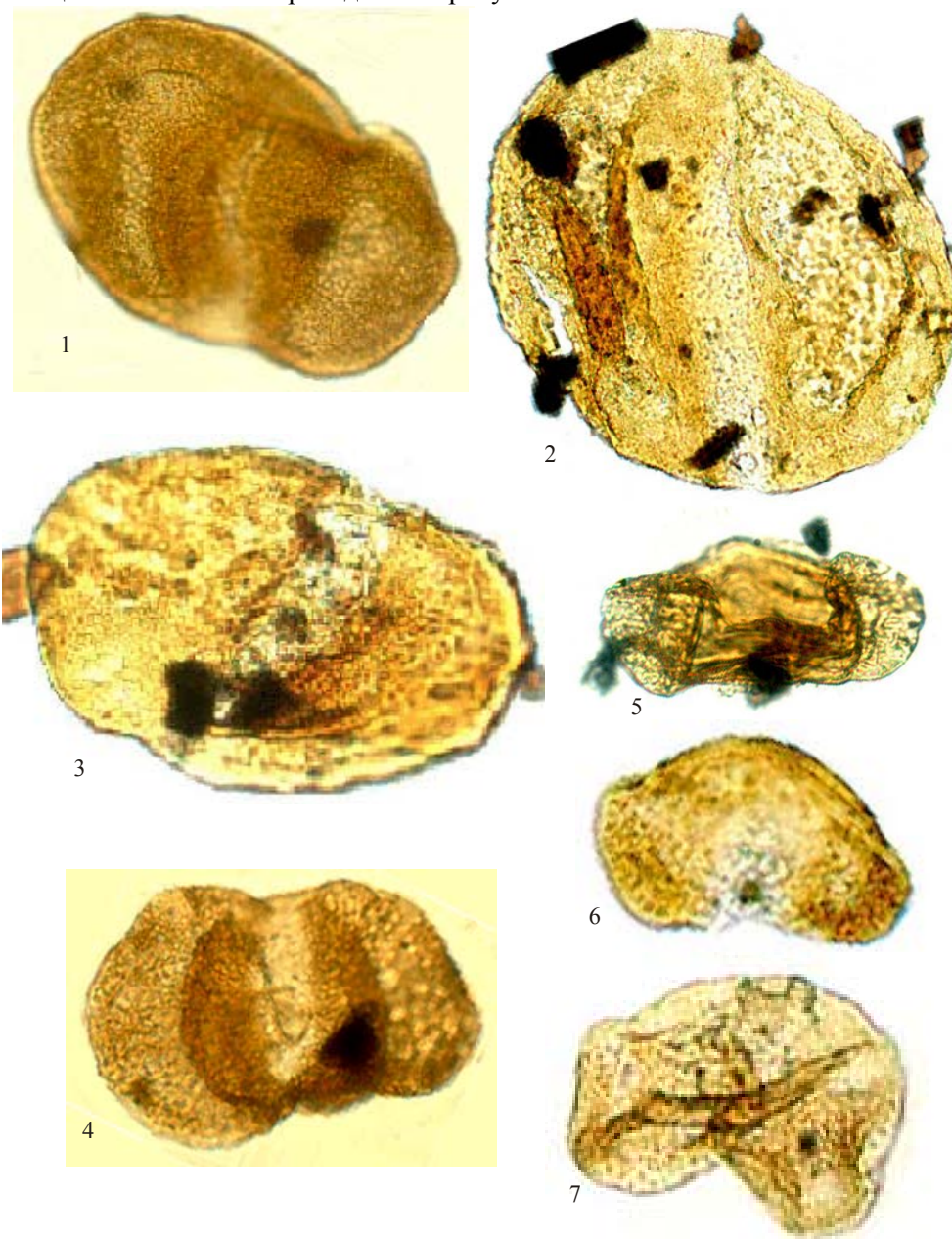


Рисунок 2 – Палинокомплекс нижнеюрских отложений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна (пыльцы)
1 *Alisporites pergrandis* (Bolch.) Il., 2 *Dipterella ollatinoides* Mal., 3 *Protoconiferus funarius* (Naum.) Bolch., 4 *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.) Petr., 5 *Striatoconiferus pseudosfriabus* Fadd., 6 - 7 *Piceapollenites mesophyticus* (Bolch.) Petr.

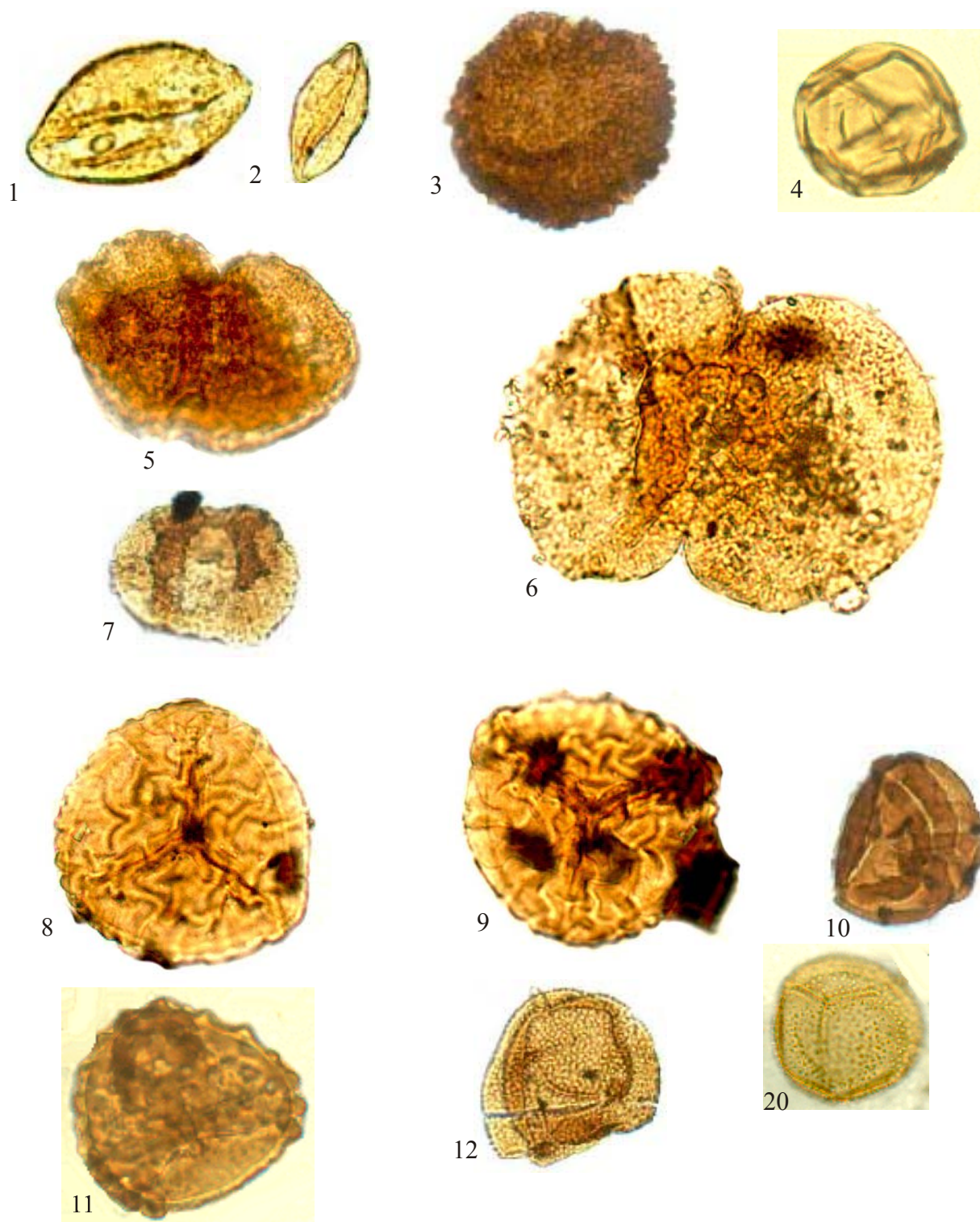


Рисунок 3 – Палинокомплекс нижнеюрских отложений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна (пыльцы)
1 - 2 *Ginkgocycadophytus*, 3 *Sciadopityspollenites multiferrucosus* (Sach.) Il., 4 *Inaperturopollenites magnus* (Pot.) Thoms. en Pflug. 5 – 6 *Podocarpidites* sp., 7 *Pinaceae*, 8 – 9 *Campotriletes cerebriformis* Naum. et Iaroch., 10 *Duplexisporites* sp., 11 *Kukisporites* sp., 12 *Osmundasporites* sp., 13 *Osmundasporites jurassicus* (K.-M.) Kuz.

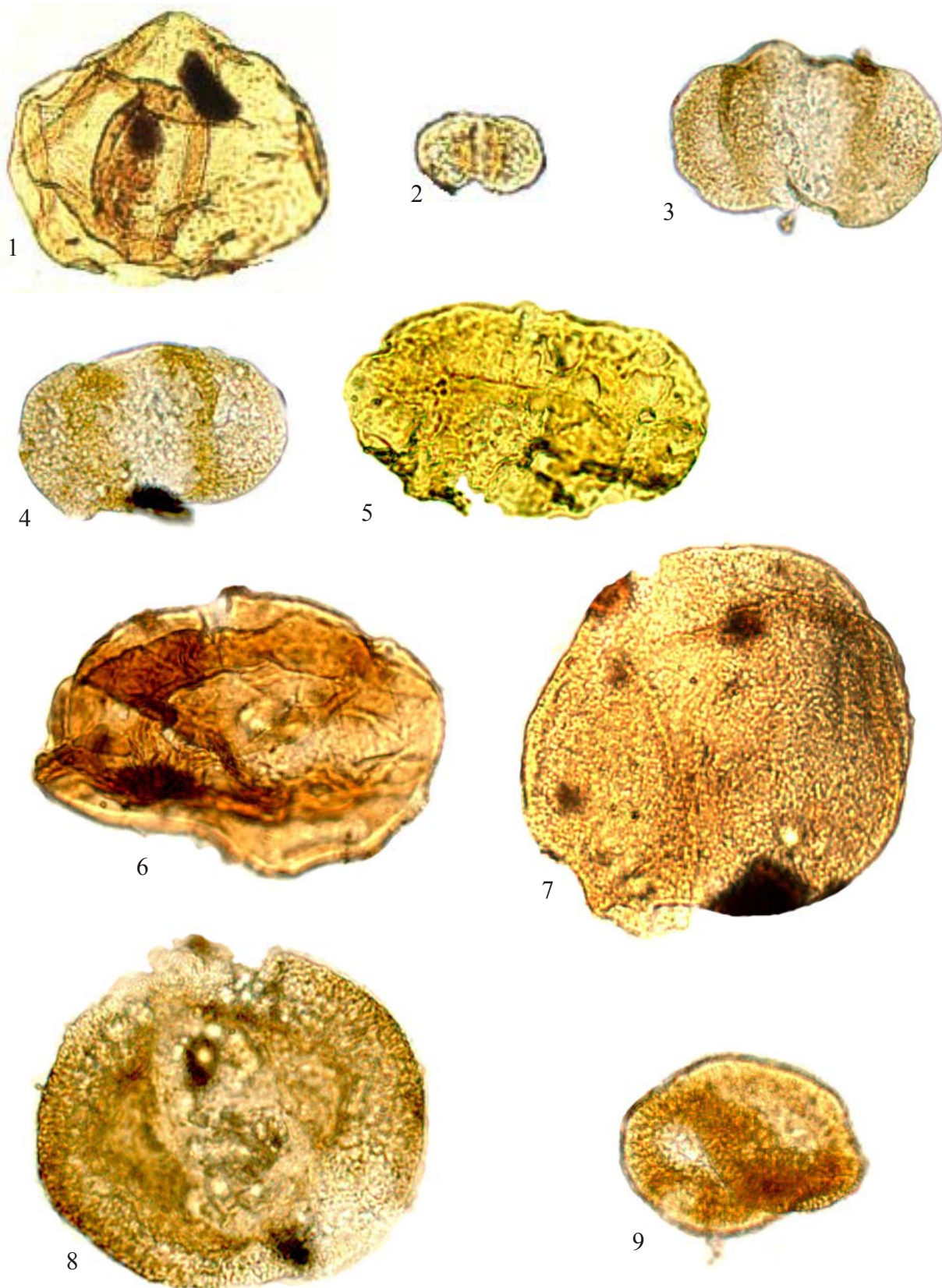


Рисунок 4 – Палинокомплекс нижнеюрских отложений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна (пыльцы)
1 *Araucariacites australis* Coup., 2 *Vitreisporites pollidus* (Reis.) Nils., 3 - 4 *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.) Petr.,
5 - 6 *Paleoconiferus funarius* (Naum.) Bolch., 9 *Quadracculina lombata* Mal.

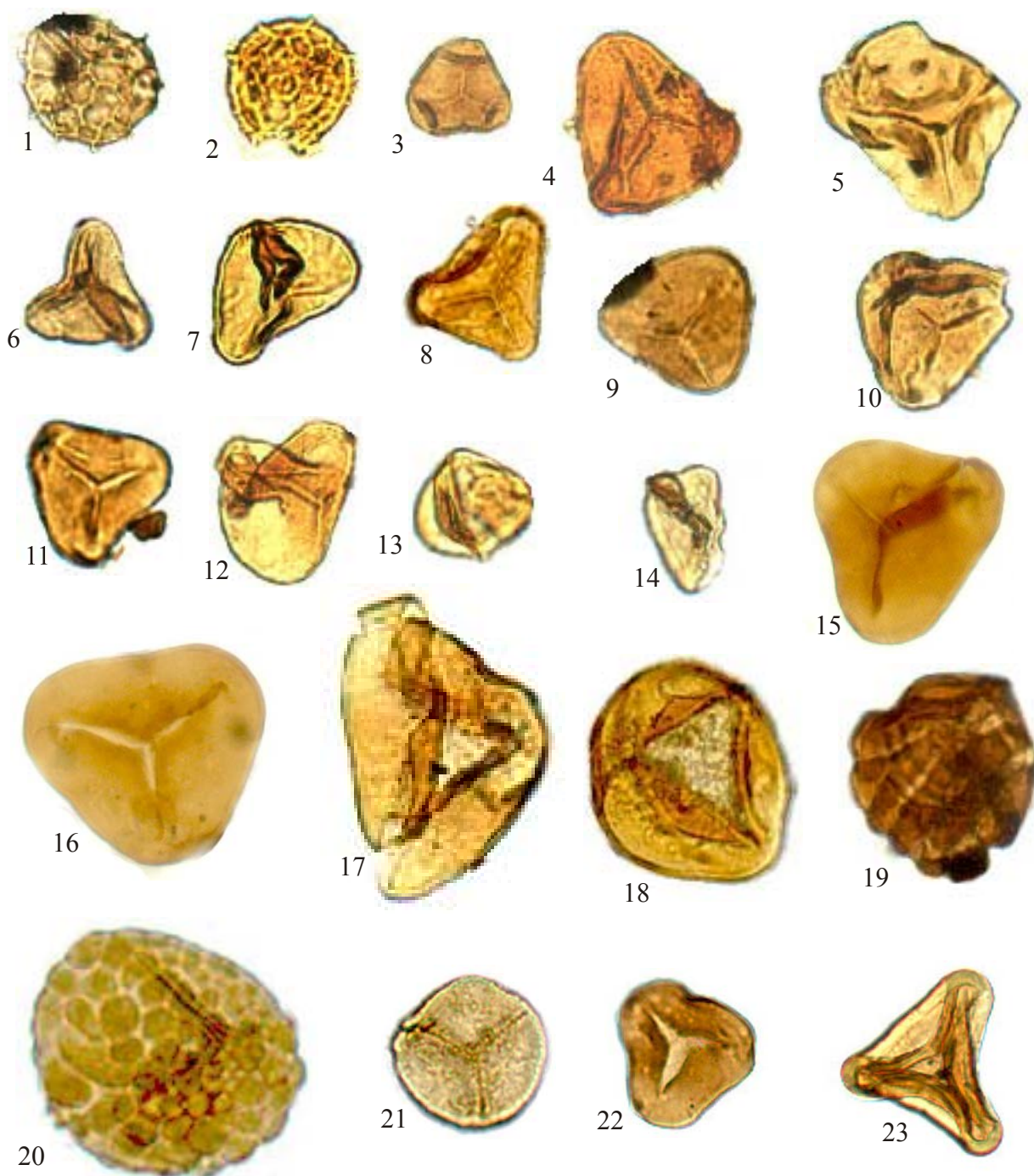


Рисунок 5 – Палинокомплекс нижнеюрских отложений Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна (пыльцы)
 1 *Lycopodiumsporites subrotundus* (К.-М.) Vin., 2 *Lycopodiumsporites marginatus* Singh., 3 *Obtusisporites junctus* (К.-М.)
 Рос., 4 – 5 *Dictyophyllidites harrisii* Coup., 6 – 7 – 8 *Dictyophyllidites* sp., 9 – 10 – 11 *Cyathidites* sp., 12 – 13 – 14 *Leiotriletes*
 (Тип *Hausmauia*), 15 – 16 *Dipteridaceae*, 17 – 18 *Matonisporites* sp., 19 *Duplexisporites* sp., 20 *Verrucosisporites* sp., 21
Stereisporites congregatus (Bolch.) Schulz., 22 *Leiotriletes* (Тип *Coniopteris*), 23 *Toroisporites triangunus* Barch

Таким образом, при сравнении дотоарских и тоарских палиноспектров выявлены следующие различия:

В тоарских комплексах сокращается численность «древней» группы хвойных, представленных крупными формами с неясно дифференцированными воздушными мешками с мелкой сеткой с 15,0% в среднем (с численными пиками-от 30 до 61,7% максимально) до 7,5% в среднем (с единичным пиком численности до 29,6%). На смену древним формам приходит пыльца молодого

облика с хорошо развитыми воздушными мешками с крупной ясно выраженной сеткой семейства Pinaceae-Podocarpaceae.

Характерной особенностью дотоарских палинокомплексов является участие реликтовых форм триаса, встречающихся в небольших количествах спорадически (частота встречаемости составляет 8%, средняя численность 0,3%): *Ovalipollis* sp., *Striatopinites*, *Striatopiceites*, *Striatites*, *Aratrisporites* sp. В тоарских палиносpectрах реликты триаса отмечены единично.

В тоарских комплексах среди спор снижается численность нижнеюрских (древних) папоротников семейства *Dipteridaceae* и тороидных спор, входящих в состав формальных родов *Toroisporites*, *Auritulinasporites*, *Obtusisporites* и *Concavisporites* в 6,6% среднем до 3,8%.

Появляются единичные представители «молодой» группы: *Dicksonia*, *Neoraistrickia rotundiformis* (К.-М.) Taras., *N. truncata* (Cook.) Pot., *Camptotriletes triangulus* Jarosh., *Punctatisporites alievi* Vin., *Salvinia* sp., *Schizosporis rugulatus* Cook. et Dett., получающие широкое развитие в среднеюрских отложениях

Применение статистической обработки дало возможность руководствоваться более строгими критериями при анализе палинологического материала юрских отложений. В результате получен объединенный видовой состав для нижнеюрских палинокомплексов, указаны колебания величин количественного содержания всех видов и групп (максимум-минимум, в %), представлены средние величины численности, отмечены единичные вспышки численности. Уточнены руководящие, транзитные, впервые появляющиеся и реликтовые формы спор и пыльцы для нижнеюрских отложений данного региона.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Степанов Д.Л. Принципы и методы биостратиграфических исследований Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы. Л., 1958. 178 с.
- 2 Вахрамеев В.А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. М.:Наука, 1988. 214 с.
- 3 Вахрамеев В.А. Проблемы стратиграфии мезозоя //Избранные труды. М.:Наука, 1989. 232 с.
- 4 Заклинская Е.Д. Основные принципы интерпретации палинологических данных для стратиграфии и корреляции //Стратиграфия и корреляция осадков методами палинологии. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С.143-152
- 5 Тимошина Н.А., Меньшикова Н. Л., Некоторые вопросы методики палиностратиграфических исследований (на материале юрских отложений Мангышлака) //Современные аспекты применения палинологии в СССР. Тюмень, тр. ЗапСибНИГНИ; вып. 178, 1983, С. 54-58
- 6 Ильина В. И. Палинология юры Сибири. М.: 1985, 237 с.
- 7 Практическая палиностратиграфия Под редакцией Л. А. Пановой, М.В. Ошурковой, Г.М. Романовской.М.: Недра, 1990. 263 с.
- 8 Ровнина Л.В. Стратиграфическое расчленение континентальных отложений триаса и юры северо-запада Западно-Сибирской низменности. М.: Наука, 1972. 78 с.
- 9 Ошуркова М.В., Суворова А.Г. Унифицированная структура первичных палинологических данных // Палеонтологический журнал, 2002, №1, С. 111-117.
- 10 Виноградова К. В. Стратиграфия и палинология юрских нефтегазоносных отложений Мангышлака и западной Туркмении.М.: Наука, 1971 г.
- 11 Фаддеева И.З. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения нижнемезозойских угленосных отложений Орь-Илекского района. М.-Л.: Наука, 1965. 118с.
- 12 Котова и др. Стратиграфия юрских отложений Восточного Казахстана. Алма-Ата. Гылым, 1991. 170 с
- 13 Бувалкин А.К., Котова Л.И. Геология, угленосность и нефтегазоносность нижнемезозойских отложений Торгайского Прогиба Алматы, 2001. 278 с.
- 14 Малявкина В.С. Верхнетриасовые, нижнеюрские и среднеюрские спорово-пыльцевые комплексы Восточного и Западного Приуралья //Палеобот. сб., Л., Тр. ВНИГРИ, вып. 75, Гостоптехиздат. 1953, с. 93-147.

REFERENCES

- 1 Stepanov D.L. Principy i metody biostratigraficheskikhissledovaniy Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo nef'tjanoy i gorno-toplivnoy literatury. L., **1958**. 178 s. (in russ)
- 2 Vahrameev V.A. Jurskie i melovye flory i klimaty Zemli. M.:Nauka, **1988**. 214 s. (in russ)
- 3 Vahrameev V.A. Problemy stratigrafii mezozoya //Izbrannye trudy. M.:Nauka, **1989**. 232 s. (in russ)
- 4 Zaklinskaja E.D. Osnovnye principy interpretacii palinologicheskikh dannyh dlja stratigrafii i korrelyacii //Stratigrafija i korrelyacija osadkov metodami palinologii. Sverdlovsk: UNC AN SSSR, **1983**. S. 143-152. (in russ)
- 5 Timoshina N.A., Men'shikova N. L., Nekotorye voprosy metodiki palinostratigraficheskikh issledovaniy (na materiale jurskikh otlozhenij Mangyshlaka) //Sovremennye aspekty primenenija palinologii v SSSR. Tjumen', Tr. ZapSibNIGNI; vyp. 178. **1983**. S. 54-58. (in russ)

- 6 Il'ina V. I. Palinologija jury Sibiri. M.: 1985. 237 c. (in russ)
- 7 Prakticheskaja palinostratigrafija Pod redakciej L. A. Panovoj, M.V. Oshurkovej, G.M. Romanovskoj. M.: Nedra, 1990. 263 s. (in russ)
- 8 Rovnina L.V. Stratigraficheskoe raschlenenie kontinental'nyh otlozhenij triasa i jury severo-zapada Zapadno-Sibirskoj nizmennosti. M.: Nauka, 1972. 78 s. (in russ)
- 9 Oshurkova M.V., Suvorova A.G. Unificirovannaja struktura pervichnyh palinologicheskikh dannyh // Paleontologicheskij zhurnal, 2002, №1, S. 111-117. (in russ)
- 10 Vinogradova K. V. Stratigrafija i palinologija jurskih neftegazonosnyh otlozhenij Mangyshlaka i zapadnoj Turkmenii. M.: Nauka, 1971 g. (in russ)
- 11 Faddeeva I.Z. Palinologicheskoe obosnovanie stratigraficheskogo raschlenenija nizhnemezozojkskih uglensnyh otlozhenij Or'-Ilekskogo rajona. M.-L.: Nauka, 1965. 118 s. (in russ)
- 12 Kotova i dr. Stratigrafija jurskih otlozhenij Vostochnogo Kazahstana. Alma-Ata. Gylym, 1991. 170 c. (in russ)
- 13 Buvalkin A.K., Kotova L.I. Geologija, uglenosnost' i neftegazonosnost' nizhnemezozojkskih otlozhenij Torgajskogo Progiba Almaty, 2001. 278 s. (in russ)
- 14 Maljavkina V.S. Verhnetriasovye, nizhnėjurskie i srednejurskie sporovo-pyl'cevye komplekсы Vostochnogo i Zapadnogo Priural'ja // Paleobot. sb., L., Tr. VNIGRI, vyp. 75, Gostoptehizdat. 1953. S. 93-147. (in russ)

Н.Р. Ділмұхамедова, С.А. Нығматова, Т.А. Петрова, И.Т. Ахматшаева

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты)

ОҢТҮСТІК ТОРҒАЙ ТӨМЕНГІ ЮРА ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ПАЛИНОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Резюме

Оңтүстік Торғай мұнай-газ бассейнінде орналасқан төменгі юра шөгінділерін палинологиялық зерттеу нәтижесін талдап қорыту барысы ашықтұқымдылар өсімдік тозандары мен қырыққұлақтестер стратиграфиялық топтардың арасындағы ерекше маңызды болған өзара қатынасқа байланысты пікірталасты айқындауға мүмкіндік берді. Статистикалық өңдеу тәсілін қолдана отырып төменгі юра шөгінділерінің ара жігін жете әрі дәл ажыратуға сенімді көрсеткіштер алуға мүмкіндік берді.

Кілт сөздер: Оңтүстік Торғай мұнай газ бассейні, палинология, спора және тозаң, палинкешені, стратиграфия, төменгі юра, плинсбах, тоар.

N.R. Dilmuamedova, S.A. Nigmatova, T.A. Petrova, I.T. Ahmatshaeva

(Institute of Geological Sciences of KI Satpaev)

PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LOWER JURASSIC DEPOSITS OF SOUTH TORGAI

Summary

The generalization of the results of palynological investigations of the Lower Jurassic sediments of the South Torgai oil and gas Basin has allowed to identify the most important stratigraphic against a group of fern spores and pollen of gymnosperms. Application of statistical analysis contributed to obtain reliable criteria for a detailed dissection of Lower Jurassic strata.

Keywords: South Torgay oil and gas basin, palynology, spores and pollen, palynocomplexes, stratigraphy, Lower Jurassic, Pliensbachian, Toarcian.

Поступила 22.04.2013 г.

M.S. RAFAILOVICH

(Kazakhstan, Almaty, Institute of Natural Resources YuGGEO)

VASILKOVSKOYE DEPOSIT AS AN EXAMPLE OF LARGE-VOLUME GOLD-SULPHIDE-QUARTZ STOCKWORKS OF THE WORLD-CLASS

Annotation

The geological and structural setting, distribution of gold, composition of metasomatic rocks, mineralogical-geochemical zonality of gigantic gold deposit Vasilkovskoye in Northern Kazakhstan are considered. This deposit is an impressive model for forecast and search of large gold-bearing stockworks in Kazakhstan and other regions of the world.

Key words: large-volume gold stockwork, geological and structural setting, metasomatic, mineralogical and geochemical zoning, distribution of gold, exploration model.

Ключевые слова: крупнообъемный золоторудный штокверк, геологическая и структурная позиция, метасоматическая, минеральная и геохимическая зональность, распределение золота, прогнозно-поисковая модель.

Кілт сөздер: ірі көлемді алтын кенді штокверк, геологиялық және құрылымдық орналасуы, метасоматикалық, минералдық және геохимиялық зональдығы, алтынның таралуы, болжамдық-іздігі.

Large-volume gold-sulphide-quartz stockwork deposits are a highly profitable geological and economical type of ore concentrations. The up-to-date technologies of mineral commodity processing, which make it possible to concentrate ores differing in quality, including refractory ores with medium, low and extremely low Au grades, increase economic importance of stockwork deposits. The giant gold stockworks localized in mesabyssal intrusions are of special interest. The Vasilkovskoye deposit in Kazakhstan, Fort Knox deposit in Alaska, the Jerooy deposit in Kyrgyzstan, the Jilao deposit in Tajikistan are typical examples [3-6, 9, 10].

The kazakhstanian gold deposits of this type are located in the Kokshetau-North Tien Shan Lithotectonic Zone. They were formed in the Late Ordovician simultaneously with collision granites of the Zerenda, Qryqquduk, Qorday-Shatyrkol intrusive complexes (Vasilkovskoye, Turan, Orlovskoye deposits in the Kokshetau district, Kogadyr deposit in the Qendyktas Mountains) [1, 10, 11]. These mesothermal deposits are localized in the upthrown blocks of the Precambrian basement.

The world-class Vasilkovskoye deposit may be regarded as a model for the forecast and evaluation of large-scale gold stockworks. The deposit is located in North Kazakhstan, in the Kokshetau Median Massive - a large block of the Precambrian metamorphic rocks that underwent granitization in the Phanerozoic. The main structural elements of the Vasilkovskoye ore district are the northeastern margin of the Kokshetau Terrane, intersection of the NW-trending regional Dongulagash and Alekseevka faults with the NE-trending Vasilkovka-Berezovka and the Latitudinal faults. The North Kokshetau ellipsoidal ring (domal) structure 55x30 km in area is complicated by the second-order domes (**Fig. 1**).

The most part of the Vasilkovskoye district is occupied by the Late Ordovician North Kokshetau domal pluton of the Zerenda Complex (gabbro, gabbrodiorite, diorite, granodiorite, plagiogranite, monzonite) elongated in the northwestern direction. Complex phase and facies transitions and frequent alternation of rocks, banding, schlieren, migmatites and branching offsets are typical. The early intrusive phases composed of gabbro and gabbrodiorite are characterized by elevated alkalinity with prevalence of sodium over potassium. The late felsic intrusive phases are depleted in CaO, MgO, total FeO and Al₂O₃ along with high Na₂O + K₂O (10-12 wt %) and predominance of K over Na (4:1). Granodiorite is affected by K-feldspathization. Red, pinkish gray and gray microcline porphyroblasts occupy 5-10 to 45-70 % of rock volume. Fine-grained granite, aplite-like granite and pegmatite dikes are abundant. Pegmatites also occur as sills and schlieren.

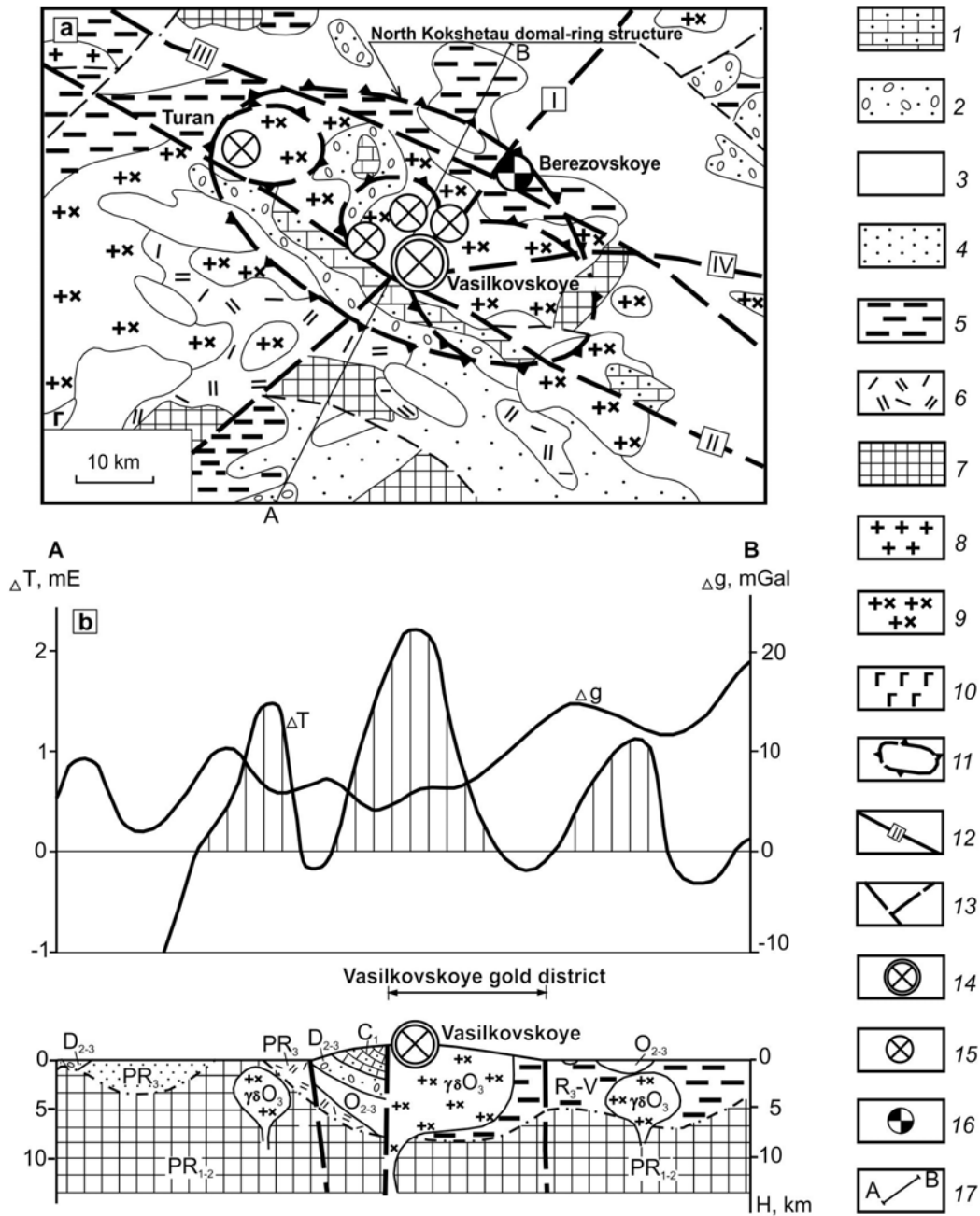


Figure 1 – Geological-structural position (a) and deep geological-geophysical section (b) of the Vasilkovskoye gold district, after [2, 10, 11]:

1-10 – sequences, formations and complexes: 1 – Lower Carboniferous terrigenous-carbonate sequence, 2 – Middle-Upper Devonian conglomerate-sandstone molasse, 3 – Ordovician terrigenous and volcanic-terrigenous sequences, 4 – Upper Riphean-Vendian quartzitic sandstone Kokshetau Formation, 5 – Upper Riphean-Vendian carbonaceous terrigenous-carbonate Sharyk Formation, 6 – Lower-Middle Riphean metavolcanic Kuuspek Formation, 7 – Paleoproterozoic amphibolite and gneiss of Zerenda Group, 8 – Middle Devonian leucogranites of the Dalnensky and Zolotonosha intrusive complexes, 9 – Late Ordovician Zerenda intrusive complex, 10 – gabbro and gabbrodiorite intrusions; 11 – domal and ring structure; 12 – regional faults; 13 – second- and third-order faults; 14-16 – gold-sulphide-quartz stockworks: 14 – giant Vasilkovskoye deposit, 15 – small deposits and occurrences, 16 – Berezovskoye gold-silver-barite-base-metal deposit; 17 – line of geological-geophysical section. Regional faults (numerals in boxes): I – Vasilkovka-Berezovka, II – Dongulagash, III – Alekseevka, IV – Latitudinal

The North Kokshetau pluton cuts through metamorphic rocks of the Paleoproterozoic-Mesoproterozoic Zerenda Group and Upper Riphean-Vendian carbonaceous terrigenous and carbonate rocks of the Sharyk Formation. The Zerenda Group consists of eclogite, garnet-biotite, cordierite-garnet-

biotite and quartz-mica gneisses, crystalline schists, cordierite-spinel-quartz granulite with elevated W, Bi, Mo, Sn contents. These rocks correspond to the high-temperature granulite-amphibolite metamorphic facies.

The giant Qumdykol deposit of technical diamonds is localized in the lower part of the Zerenda Group, and the large Bayan tungsten deposit is hosted in the rocks pertaining to the upper part of this group. The Sharyk Formation consists of carbonaceous phyllite, dolomite, marmorized limestone and siderite bodies. These rocks are distinguished by elevated background Au content (up to 15-25 ppb, after V.V. Uvarov), As, U, Fe, Pb, Zn, Cu. The metamorphic grade corresponds to the middle-to low-temperature greenschist facies. The large Grachevskoye and Kosachinoye uranium deposits, the Syrymbet tin deposit, small gold-silver-base-metal massive sulphide deposits, e.g., Berezovskoye deposit, are hosted in the rocks of the Sharyk Formation.

The Middle-Upper Devonian red beds and the Lower Carboniferous terrigenous-carbonate rocks filling the North Kokshetau Trough occur in the southwestern part of the Vasilkovskoye district. The Middle-Upper Ordovician flyschoid rocks are subordinate in abundance.

The Vasilkovskoye gold district is distinctly expressed in geophysical fields, deep tectonic structure, regional and local geophysical anomalies (Fig. 2) [8, 11]. The economic gold mineralization is localized in the Dongulagash Fault Zone, where it is hosted in the hybrid intrusive rocks with elevated magnetization. The gold orebodies are confined to the transition zones between positive and negative gravity anomalies. The Vasilkovskoye district is related to the mobile tectonic zone at the contact between the granite-gneiss dome and the greenstone block of basement. This zone is marked by elevation of the Conrad surface and local trough of Moho discontinuity and is rooted in a lens of granulite-basaltic layer 24-26 km in thickness. According to V.N. Lyubetsky, this lens magmatic-metasomatic in the origin, was formed with active participation of reduced fluids, basaltic and andesitic melts.

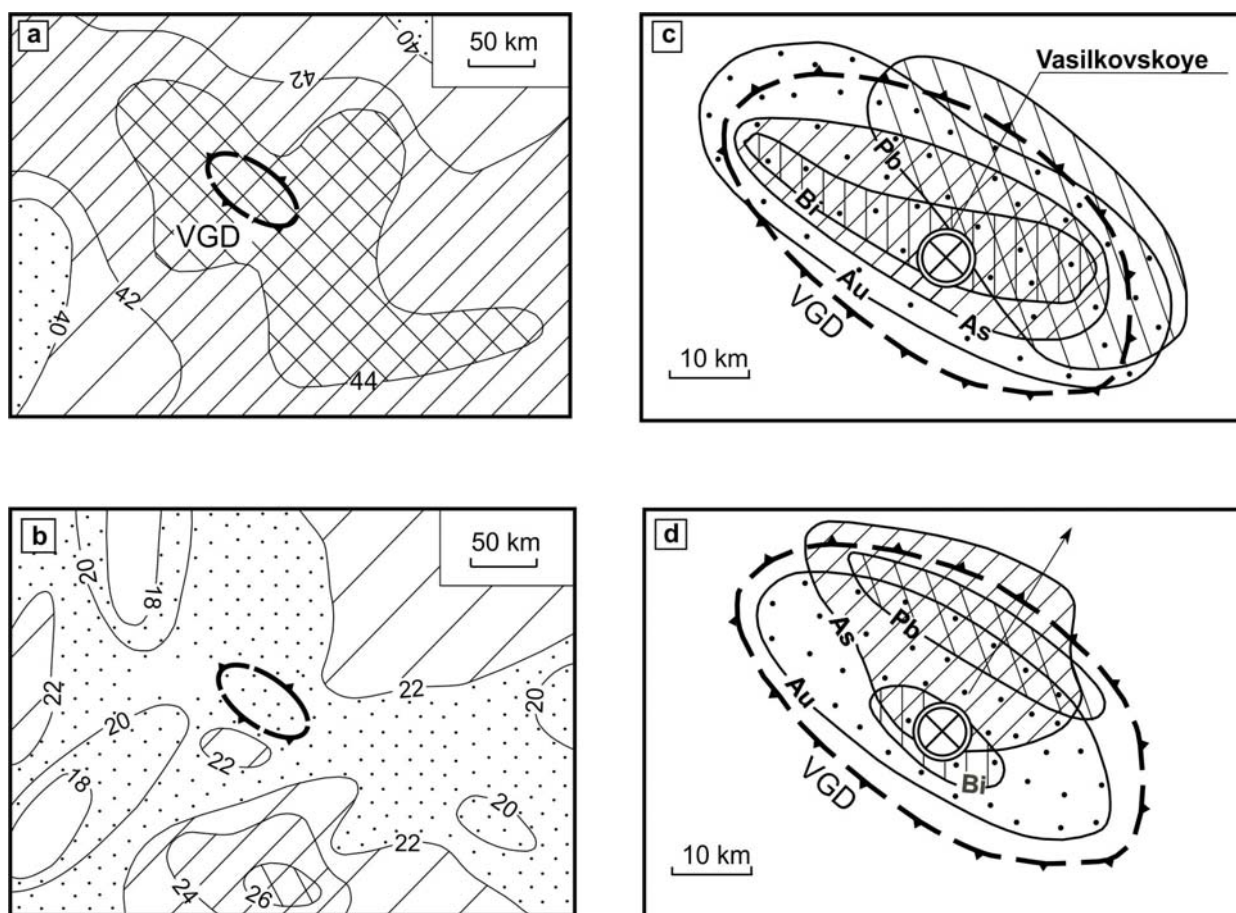


Figure 2 – Contour lines, km of Moho (a) and Conrad (b) surfaces beneath the Vasilkovskoye gold district; position of the Vasilkovskoye deposit in geochemical (c) and hydrochemical (d) fields. The arrow in panel (d) indicates direction of subsurface water flow; VGD – Vasilkovskoye gold district. After V.I. Shatsilov, V.N. Lyubetsky, M.S. Rafailovich, A.P. Kobzar

The ore district is clearly expressed in regional field of gold concentrations (**Fig. 3**) [7, 12]. The model of gold distribution is based on the data of high-sensitive (0.2 ppb) neutron activation analysis of more than 1000 samples kindly placed at our disposal by V.N. Lyubetsky. The statistical and spatial distributions of gold are characterized by heterogeneity and a wide range of concentrations. Five populations (sets) of samples with different concentration levels are separated by minimums and bends of a special testing function and bar diagram patterns: A_1 population with a sharp deficiency in gold (< 0.5 ppb); A_2 population with a moderate deficiency in gold (0.5-2.0 ppb); B population corresponding to the local background of gold (2-5 ppb); C_1 population of elevated gold concentrations (5-25 ppb); C_2 population of high gold concentrations (25 to hundreds ppb). The above-listed levels are separated from one another by natural boundaries at 0.5, 2.0, 5.0 and 25.0 ppb.

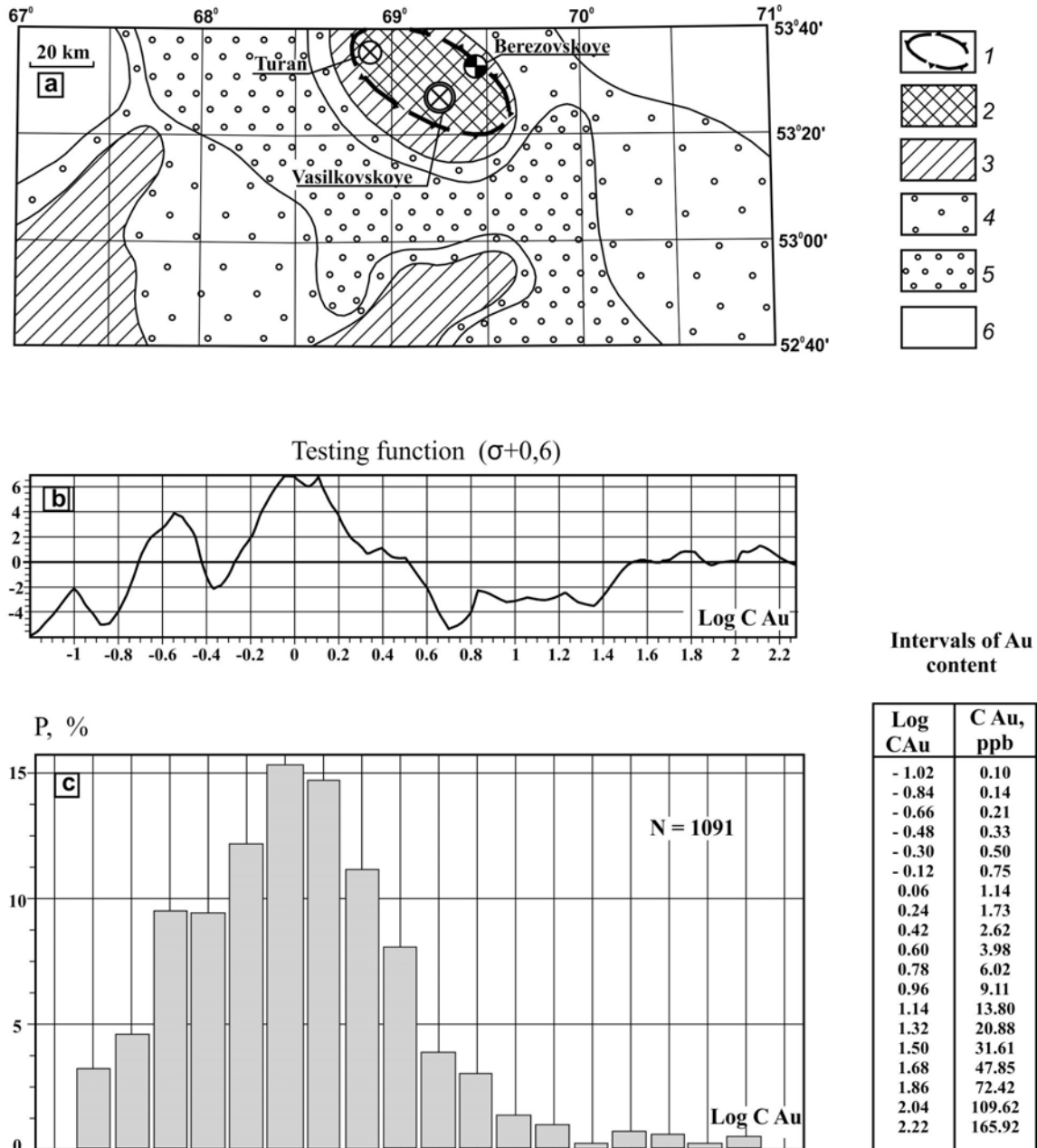


Figure 3 – A model of gold distribution in rocks of the Kokshetau Terrane: (a) – regioi distribution, (b) – testing function, (c) – bar chart [12]:

1 – North Kokshetau domal-ring structure spatially coinciding with contour of the Vasilkovskoye district; 2 – field of high gold concentration (>25 ppb); 3 – gold concentration is 2-25 ppb; 4 – field moderate deficiency in gold (0.5-2.0 ppb); 5 – field of sharp deficiency in gold (< 0.5 ppb); 6 – no data gold concentration. N is number of samples. See Fig. 1 for other symbols.

The Vasilkovskoye gold district spatially coincides with a domain of high concentration level C_2 (> 25 ppb Au). The territory of A_1 level (< 0.5 ppb Au) about 10 thousand km^2 in area adjoins this domain in the west, southwest and south. The domains deficient in Au (A_1 and A_2 levels) are interpreted as zones of gold loss (removal), whereas domains of elevated concentrations (C_1 and C_2 levels) as zones of gold gain (accumulation) and possible ore deposition. The regional distribution of gold could have been caused by both local electrochemical processes [7] and deep tectonomagmatic factors.

Geochemical and hydrogeochemical fields within the ore district proper are correlated with size and spatial position of the North Kokshetau Dome. The progressive sequence of geochemical and hydrochemical Au-As and Bi-Pb anomalies is established from the southwestern deeply eroded part of the dome to the northeastern slightly eroded flank.

The Vasilkovskoye ore field (Vasilkovskoye, Shnekovoye, Dalneey, Yeltay objects) is localized at the intersection of the Dongulagash and the Vasilkovka-Berezovka faults and characterized by block structure and contrasting hydrothermal alteration of rocks.

Three systems of faults control the ore field formation and localization of gold mineralization: the feeding ($300-320^\circ$ NW), ore-distributing ($75-90^\circ$ ENE) and ore-controlling ($20-40^\circ$ NE) [1, 10]. Fractures and fracture zones make up a framework of metasomatic alteration. The leading type of hydrothermal alteration is the high-temperature K-feldspathization with several varieties of metasomatic microcline: pre-ore (metacrysts in plutonic rocks, feldspathic lenses and veins in prototectonic fractures), syn-ore (selvages of Au-bearing sulphide quartz veins) and post-ore (quartz-feldspar veinlets superposed on stockwork mineralization). The zone of potassic alteration up to $15 \times 6-8$ km in area extends in the latitudinal direction (Fig. 4). Multistage feldspathization is strikingly expressed at the Vasilkovskoye deposit. Regional beresites (quartz, sericite, chlorite, carbonate) are traced as fault-line zones up to $15-20 \times 0.3-2.5$ km in size, which are partly imprinted on the rocks that underwent potassic alteration. The areas affected by potassic and phyllic alteration are surrounded by propylites and propylitized rocks with quartz, carbonate, albite, chlorite, epidote, prehnite.



Figure 4 – Metasomatic zoning of the Vasilkovskoye gold field. After the data of the Stepgeologiya Company: 1 – regional potassic alteration, 2 – regional beresitization, 3 – propylitization. See Fig. 1 for other symbols.

The Vasilkovskoye deposit is localized at the contact of gabbrodiorite and diorite with hornblende-biotite granodiorite and plagiogranite. In plan view (level of 115 m), the Au-bearing ore stockwork is inscribed into the equilateral triangle with a side length of 670 m made up of three systems of ore-controlling faults and fracture zones: the NW-trending (320° NW) Dongulagash, the NE-trending

Berezovka-Vasilkovka (40-45° NE) and the Meridional (340-360° NWN) (**Fig. 5**). In section, the stockwork looks as a bunch of grapes (**Fig. 6**). The vertical range of mineralization reaches 1.0-1.5 km. The average Au grade is 2-5 gpt. The stockwork of the Vasilkovskoye deposit is a striking example of minimization of ore-bearing space – a natural phenomenon, when large metal reserves are localized in extremely small geological body [5].

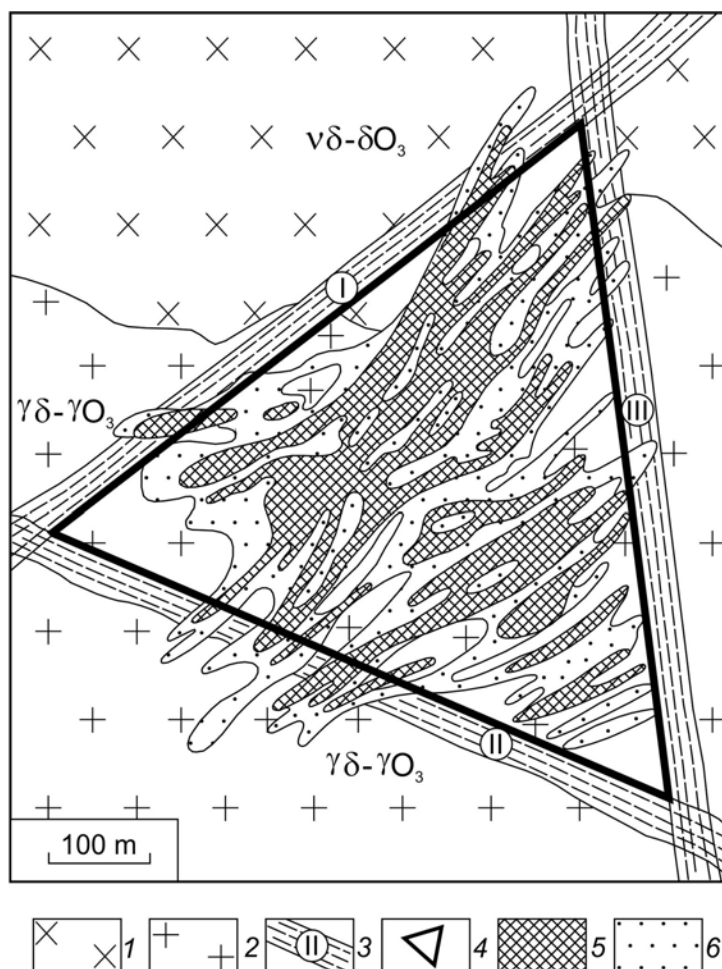


Figure 5 – Gold ore stockwork of the Vasilkovskoye deposit:

plan view, level 115 m. After the data of the Sevkaznedra Territorial Geological Survey.

- 1, 2 – Late Ordovician intrusive rocks: 1 – gabbrodiorite and diorite, 2 – granodiorite and plagiogranite;
 3 – ore-controlling fault system; 4 – equilateral triangle of ore-controlling faults bounding the main body of stockwork;
 5, 6 – gold concentrations: 5 – > 1.5 gpt, 6 – 0.8-1.5 gpt.

The deposit is characterized by concentric metasomatic, mineralogical, and geochemical zoning. Its forecasting and prospecting model comprises frontal (A), next nearest (B), intermediate (C), and back (D) zones [2, 10, 12].

Local feldspathization, beresitization, silification, albitization and chloritization develop at the Vasilkovskoye deposit (**Fig. 7**). Intensive feldspathization is characteristic of zones C and D. Pre-ore local feldspathization is expressed in series of nearly parallel zones of feldspar or quartz-feldspar veins and veinlets. This generation of K-feldspar develops largely in axial part of the stockwork, where pegmatoid intrusive rocks occur. Syn-ore microcline occurs as selvages and bands up to 1-5 cm in thickness along the contact of gold-arsenopyrite-quartz and arsenopyrite veinlets. The latest redeposited K-feldspar forms thin (0.1-0.5 cm) tortuous and threadlike stringers crosscutting quartz-arsenopyrite veins, lenses and patches. The gold-bismuth-pyrite-arsenopyrite-quartz mineralization is associated with potassic metasomatic alteration.

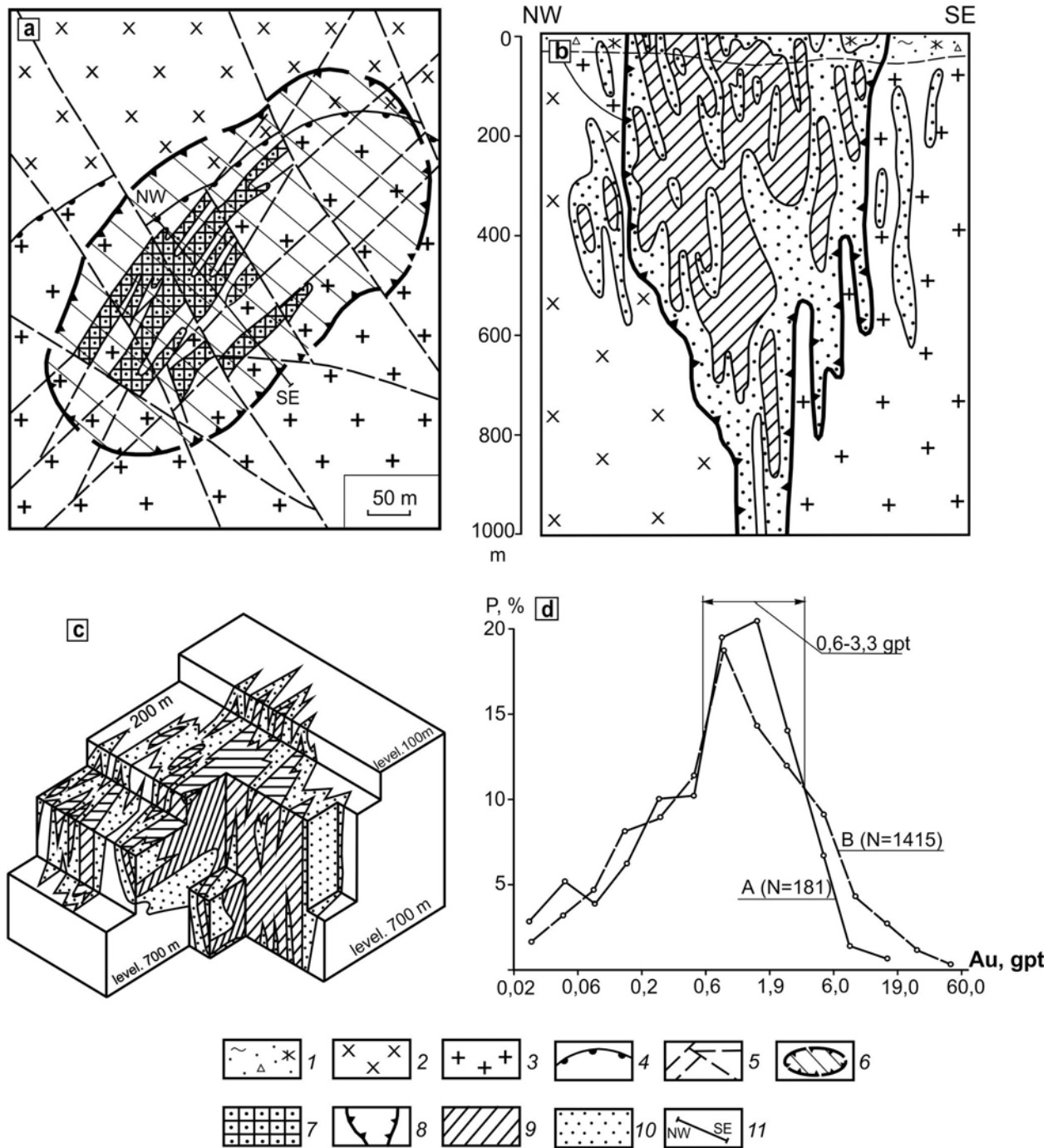


Figure 6 – The Vasilkovskoye gold deposit: (a) – geological scheme, (b) – geological section, (c) – block diagram of ore stockwork, (d) – gold distribution in weathering mantle (A) and bedrock (B). After the data of the Sevkaznedra Territorial Geological Survey, YUGGEO Research Institute of Natural Resources, Kazakh Institute of Mineral Resources:
 1 – clay-rubble weathering mantle; 2, 3 – intrusive rocks: 2 – gabbrodiorite and diorite, 3 – granodiorite and plagiogranite;
 4 – contact between gabbrodiorite-diorite and granodiorite-plagiogranite; 5 – faults; 6 – contour of stringer and stringer-disseminated gold mineralization; 7, 8 – ore stockwork in: 7 – plan view, 8 – section; 9, 10 – gold contents in stockwork: 9 – high and medium, 10 – low; 11 – line of geological section; N is number of samples

Beresitic alteration (quartz, sericite, muscovite, carbonate, chlorite, pyrite, arsenopyrite) is localized above potassic alteration in zones C, B and partly A. The standard structure of beresitic bodies (from margins to axial zone) is as follows: chlorite-carbonate-sericite zone – quartz-chlorite-sericite zone – quartz-sericite-muscovite zone – quartz axial zone with sericite, pyrite, arsenopyrite. The beresitic halo is much wider than the dimensions of stockwork. Two mineral assemblages are combined in beresites: the

early gold-pyrite-arsenopyrite-quartz disseminations and the late gold-quartz-base-metal veins and veinlets (native gold, quartz, fahlore, tellurides, galena, tetradymite). The most productive gold mineralization is localized in the sites with juxtaposed beresitic and potassic alteration (zone C). Chlorite-albite metasomatic alteration in zone A is traced for hundreds of meters updip the ore-bearing zones [3].

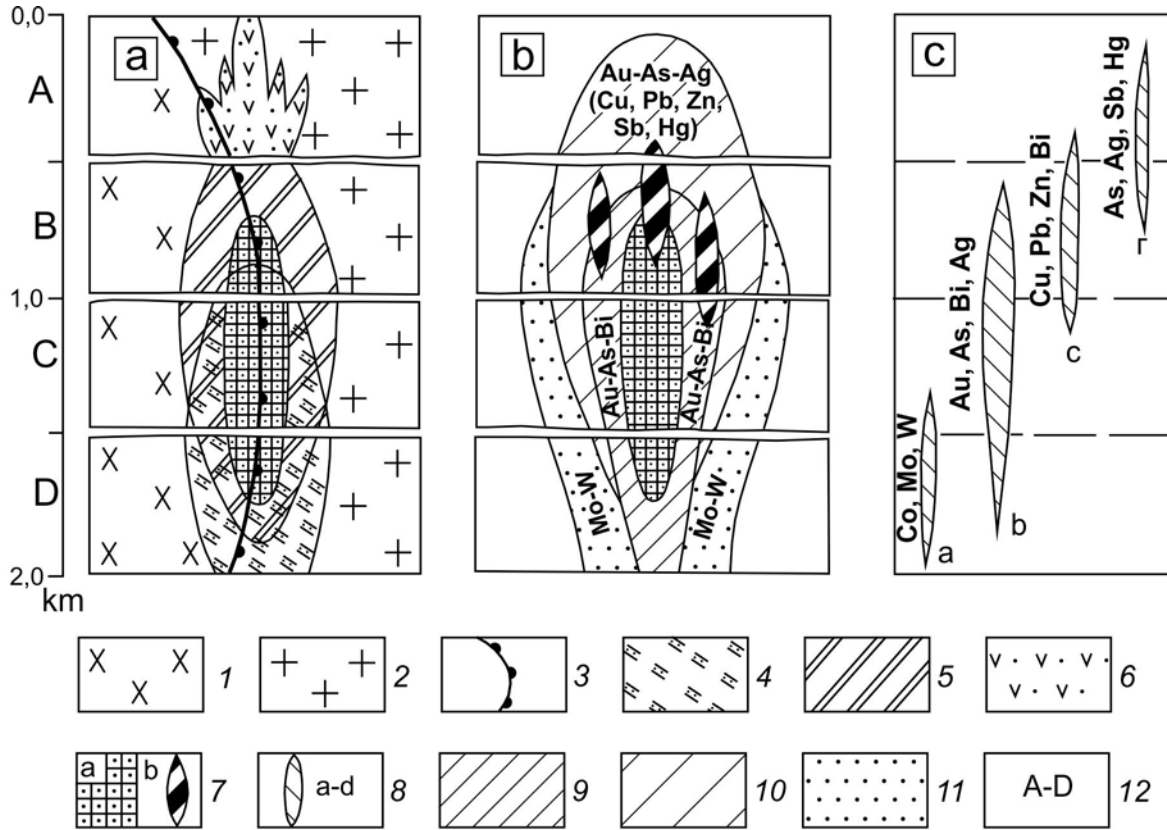


Figure 7 – Models of metasomatic (a) and geochemical (b, c) zoning of the Vasilkovskoye deposit. *Compiled by M.S. Rafailovich from the data of A.A. Shiganov, Yu.I. Chervetkov, V.B. Chekvaidze, V.M. Abishev:*
 1 – gabbrodiorite, diorite; 2 – granodiorite, plagiogranite; 3 – contact of intrusive facies; 4-6 – hydrothermally altered rocks: 4 – high-temperature potassic altered rock, 5 – beresite, 6 – chlorite-albite metasomatic rock; 7 – ore lodes: (a) – Au-As-Bi stockwork, (b) – gold-quartz-base-metal (Au, Pb, Zn, Ag) orebodies; 8 – geochemical associations: (a) – mainly low-ore Co-Mo-W, (b) – main productive Au-Bi-As-Ag (developing in zones B-D), (c) – mainly upper-ore Cu-Pb-Zn-Bi, (d) – supraore-upper-ore As-Ag-Sb-Hg; 9-11 – geochemical belts: 9 – Au-As-Bi, 10 – Au-As-Ag with Pb, Zn, Cu, Sb, Hg, 11 – Mo-W; 12 – zones of deposits: A – frontal (supraore); B – nearest next (upper-ore); C – intermediate (middle-ore), D – back (lower-ore, subore)

The widespread gangue minerals (quartz, carbonate, tourmaline, sericite, tourmaline) reveal persistent relationships with ore-metasomatic bodies. K-feldspathization, beresitization and gold mineralization are predated by thin quartz-tourmaline and quartz-pyrite veinlets; the former develop in the stem zone and the latter form a halo that spreads beyond the stockwork limits.

The echeloned, nearly parallel, and mutually intersecting veins and veinlets of the dark gray fine grained quartz with sulphide and native gold (ore stage) make up the main body of stockwork. The largest Au-bearing veins up to 0.5-1.0 m in thickness are localized in the frontal zone. The post-ore calcite-quartz-sericite (1), fluorite-carbonate (2), quartz-tourmaline (3) and carbonate-epidote-prehnite (4) assemblages occur as veins, veinlets and patches. Assemblage (1) is characteristic of the intermediate and upper levels; assemblage (2) is confined to the root zone; assemblage (3) is noted at the uppermost level; and assemblage (4) surrounds the ore stockwork.

The ore stage comprises the early pyrite-pyrrhotite-marcasite-quartz assemblage, the ore-forming gold-pyrite-arsenopyrite-quartz assemblage with pyrrhotite, loellingite, and chalcopyrite; gold-bismuth-pyrite-arsenopyrite-quartz assemblage with molybdenite, scheelite, cubanite, native bismuth, bismuthinite, tetradymite and mixed fahlore; and gold-base-metal assemblage with chalcopyrite, sphalerite, galena and

tennantite; the late quartz-carbonate-stibnite-tetrahedrite assemblage. Pyrite and arsenopyrite are contained in all assemblages (95-98 %) but mainly in Au-bearing veins and veinlets. Pyrite forms stringers, aggregates of cubic and cuboctahedral crystals containing fine grains of native gold and bismuthinite. Arsenopyrite occurs as veinlets, rosette and comb aggregates, lenses, lenticular clusters, nonuniform disseminations in quartz and hydrothermally altered rocks. Modes of arsenopyrite occurrence are porphyroblastic and subhedral grains, acicular, short-prismatic and pseudobipyramidal crystals varying from thousandth fractions of a millimeter to 2-4 mm in size. Arsenopyrite contains up to hundreds ppm Au, 5-50 ppm Ag, up to 100-300 ppm Bi; 0.3-0.5 ppm Pt; up to 0.1 % Cu, Pb, Zn, Co; and up to 20-50 ppm Mo. Arsenopyrite from the upper levels is enriched in Sb, Ag and Cu; at the middle and lower levels, this mineral is enriched in Zn, Mo, Bi, Co and Ni. The highest contents of Au and accompanying elements are characteristic of the fine-grained variety of arsenopyrite. The main mass of gold is related to the pyrite-arsenopyrite-quartz and bismuthinite-arsenopyrite-quartz assemblages. Two generations of gold are predominant: incorporated into arsenopyrite and free in quartz. Gold grains are fine (tenths of a micrometer to 0.12 mm), round, droplike, amoeba-like, clotty, irregular, rhombic dodecahedral crystals and their intergrowths. The fineness of gold is 840-950‰.

The mineralogical zoning develops at the level of paragenetic assemblages and separate minerals. The pyrite-pyrrhotite-marcasite-quartz assemblage develops largely in the intermediate and root zones C and D; the gold-pyrite-arsenopyrite-quartz and gold-bismuthinite-pyrite-arsenopyrite-quartz assemblage fill the stem zones B and C; the gold-base-metal and quartz-carbonate-stibnite-tetrahedrite assemblages mainly occur in the upper zones B and A.

Albitite, chloritolite and albite-chlorite rocks in association with thin (5-20 m) beresite bodies dominate in the frontal part of the system (zone A). The slightly auriferous subhedral arsenopyrite, as well as fahlore, stibnite, and base-metal sulfides occur in zone A (frontal part of the system) [3, 10].

The thickness of beresite bodies increases to tens and a few hundreds of meters in the upper ore zone B, which is also characterized by increasing contribution of Au-bearing arsenopyrite porphyroblasts (up to 80-85 %), stibnite-fahlore mineralization and ore quartz (20 %); tourmaline and fluorite are noted.

In zone C (middle ore level) beresitic halo many hundreds of meters in thickness; arsenopyrite is abundant (> 5%) with equal proportion of porphyroblastic and subhedral generations. The Bi minerals (bismuthinite, tetradyomite, native bismuth) are identified constantly. The abundance of gangue minerals (gray quartz, tourmaline, fluorite) reaches a maximum (20-30 wt %).

The general vertical zoning is described by the following sequence of minerals (from bottom to top): pyrrhotite, marcasite, scheelite, molybdenite – bismuthinite – arsenopyrite – base-metal sulfides – stibnite. Zoning of fahlores characterized by sequence: mixed fahlore – tennantite – tetrahedrite. The fineness of native gold increases with depth to 900-950‰ along with enlargement of gold grain up to 0.10-0.12 mm.

The lateral zoning of arsenopyrite looks as follows: arsenopyrite disseminations occur in the outer shell of ore-bearing stockwork; the stringer-disseminated arsenopyrite mineralization is typical of the intermediate zone; and arsenopyrite veinlets dominate in the inner core. The pyritic halo is the widest. The early aggregative pyrite is noted in the host intrusive rocks in combination with pre-ore quartz. Stringers and disseminations of later pyrite in association with marcasite, pyrrhotite, chalcopyrite develop at the contact with Au-bearing quartz veins in marginal zone of the stockwork. Pyrite of the ore stage is contained in Au-bearing veins and veinlets as disseminations, patches, monocrystals in association with arsenopyrite, Bi minerals, fahlore.

Gold is a through element with polymodal distribution of concentrations; the average contents are 0.37 gpt in metasomatic wall rocks; 1.0 gpt in ore zones; 3.7 gpt in orebodies; more than 10 gpt in ore shoots [4]. The medium and high Au contents are noted in central part of the ore stockwork and decrease toward its margins. The curves of Au distribution in weathering mantle and bedrock repeat each other. The most abundant class of Au concentrations is 0.6-3.3 gpt (50-55 %) (see **Fig. 6**). The As contents vary from 0.0n to 8.5 % (0.01-0.1 % in the disseminated ore, 0.3-1.0 % in the stringer-disseminated ore, 0.5-2.0 % and higher in the stringer ore). Bismuth is closely related to the pyrite-arsenopyrite mineralization. The Bi content in the disseminated and stringer-disseminated ores is 5-10 ppm; 10-50 ppm in the stringer ore, and up to 100-1500 ppm in the ore shoots. Gold is closely correlated with Bi, As, Ag, Pb, and Cu. The primary geochemical haloes are zoned (**Fig. 8**). The highest contents are characteristic of Au, As and Bi haloes. The outer boundaries of Ag, Pb and Cu are remote from ore lodes for a few to tens of meters. The Mo, W,

Ni and Co haloes are mostly characteristic of intermediate and low levels, whereas Ag, Cu, Sb and Hg haloes are localized at the upper levels.

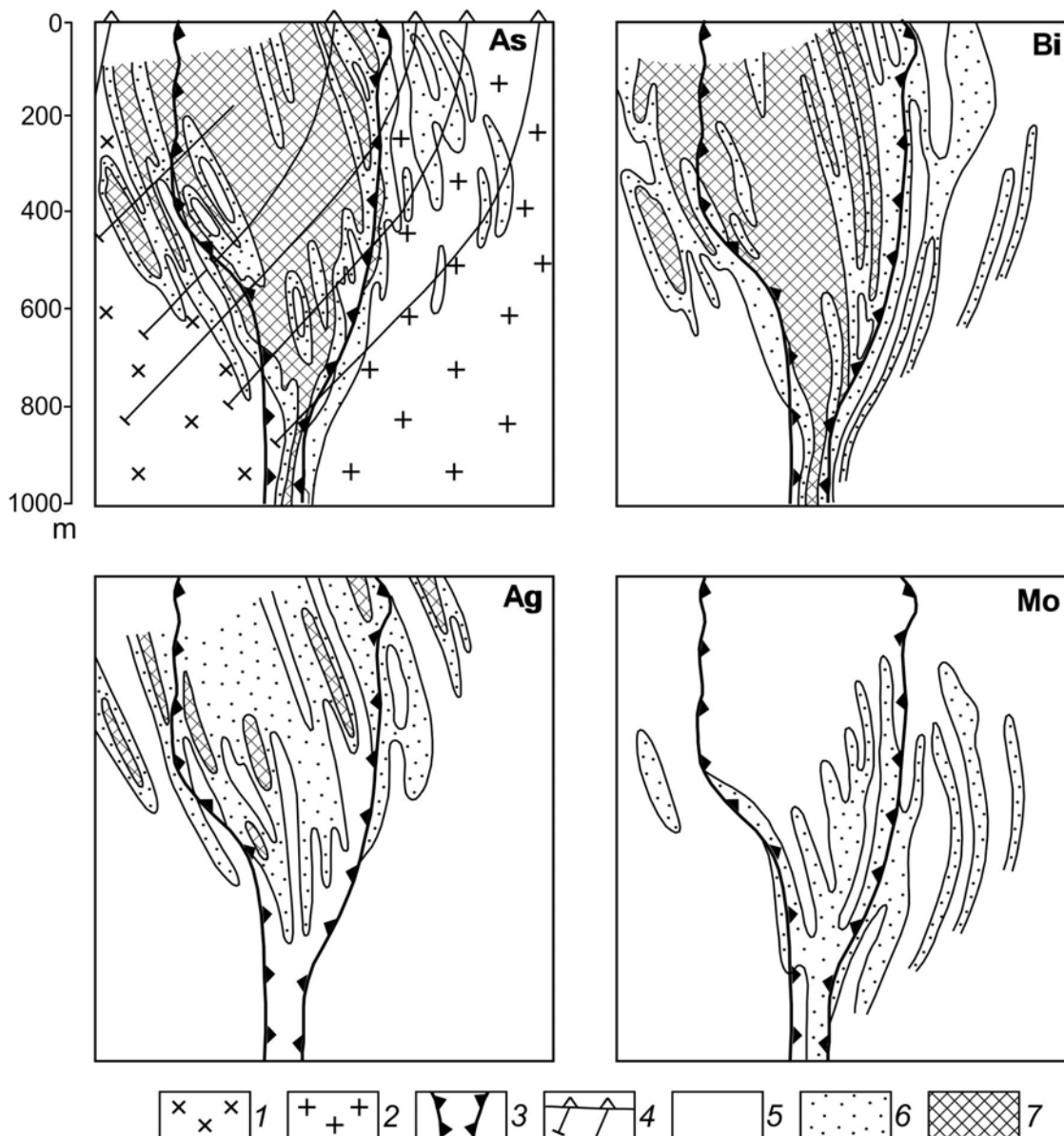


Figure 8 – Distribution of As, Bi, Ag, and Mo in section across ore stockwork of the Vasilkovskoye deposit, modified after the data of the Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements and the Sevkaznedra Territorial Geological Survey :

1 – gabbrodiorite, diorite; 2 – granodiorite and plagiogranite; 3 – contour of ore stockwork; 4 – boreholes; 5-7 – concentrations of elements: 5 – < 0.6% As, < 30 ppm Bi, < 0.3 ppm Ag, < 3 ppm Mo; 6 – 0.6-1.0 % As, 30-100 ppm Bi, 0.3-1.0 ppm Ag, 3-30 ppm Mo; 7 – 1-3 % As, 100-300 ppm Bi, 1-3 ppm Ag

The biogeochemical criteria are applicable to the Vasilkovskoye deposit. The plants concentrating gold and companion elements comprise wormwood, wheat, mat-grass, birch and sedge (A.P. Kobzar). Wormwood and wheat are the most informative: their ash contains 0.02-0.3 ppm Au (up to one ppm), up to 150 ppm Bi, 0.02% As (**Fig. 9**).

The ore-bearing Au-As-Bi core (zones B, C and partly D) occupies pivotal position in the geochemical model. This core is enveloped by the Mo-W zone at the intermediate and lower levels (zones C, D) and by Au-As-Ag zone with Cu, Pb, Zn, Sb, and Hg at the intermediate and upper levels (zones C, B, A) (see **Fig. 7**). The generalized series of vertical geochemical zoning is W – Co – Mo – Pb – Au, Bi –

Sb – As, Ag – Cu – Hg. The basis of this series is made up of four geochemical associations: Co-Mo-W (lower-ore); Au-Bi-As-Ag (main productive in zones B, C and D); Cu-Pb-Zn-Bi (upper-ore base-metal in zone B); and As-Ag-Sb-Hg (supraore-upper-ore in zones A, B). The contrasting multiplicative geochemical indices of the vertical geochemical zoning are recommended for decision of applied aims (Fig. 10).

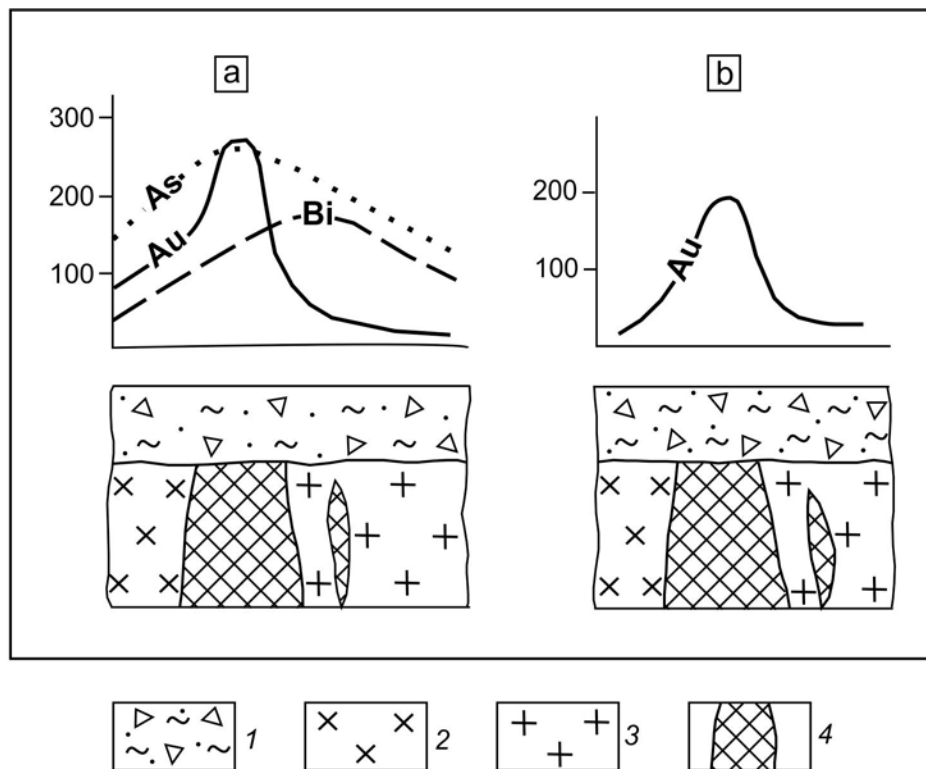


Figure 9 – Distribution of index elements in ash of wormwood (a) and wheat (b), after the data of Kazakh Institute of Mineral Resources [11]:

1 – weathering mantle; 2 – gabbrodiorite and diorite; 3 – granodiorite and plagiogranite; 4 – contour of ore stockwork; Au contents are given in ppb, Bi and As, in ppm

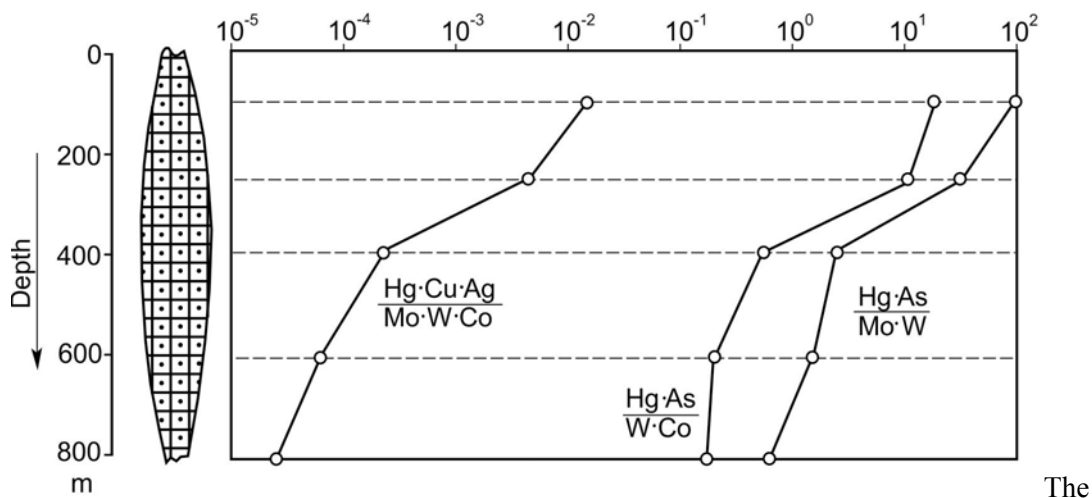


Figure. 10 – Indices of vertical geochemical zoning of the Vasilkovskoye deposit, after [13]

Vasilkovskoye deposit is characterized by the long-term ore-preparing and ore-forming processes; the combined mantle-upper crustal magmatism and ore-bearing fluids; the distinct position in geophysical

fields and tectonic dislocations; and the ordered metasomatic, mineralogical and geochemical zoning. The distinguishing features of the deposit are the basis for growth of its potential in the still unstudied marginal and deep zones and the guidelines for purposeful prospecting of similar targets elsewhere. In North Kazakhstan, the most promising are slightly eroded Turan and Orlovskoye gold stockworks are located at a distance of 25 km to the northwest and 80 km to the southeast from the Vasilkovskoye deposit, respectively. New stockworks are forecasted at the southwestern flank of the ore field in the Dongulagash Fault Zone (a chain of the Yeltay-1, Yeltay-2, Chaglinka occurrences).

Acknowledgements. Translation from Russian language of this paper was carried out by NHM CERCAMS, London, UK. The author would like to thank Reimar Seltmann, Victor Popov and Alla Dolgopolova for cooperation and constructive suggestions.

REFERENCES

- 1 *Abishev V.M., Bakhanova E.V., Zorin Yu.M. et al.* Geology, composition and geochemistry of the Vasilkovskoye gold deposit // *Geology, geochemistry, and mineralogy of the gold districts and deposits of Kazakhstan.* Alma-Ata, **1972**, pp. 107-162.
- 2 Atlas of mineral deposits of Kazakhstan. Almaty, **2004**. 141 p.
- 3 *Chekvaizde V.B., Berzon R.O.* Base-metal-gold deposits: wall-rock metasomatic alteration // *Gold deposits of the USSR.* Vol. 5. Moscow, **1990**, pp. 28-32.
- 4 *Gold deposits of the USSR.* Vol. 2: Geology of gold deposits of Kazakhstan and Central Asia. Moscow, **1986**. 287 p.
- 5 *Konstantinov M.M.* Gold provinces of the world. Moscow, **2006**. 358 p.
- 6 *Lang J.R., Baker T., Hart C.J.R., Mortensen J.K.* An exploration model for intrusion-related gold systems // *SEG Newsletter*, **2000**. № 40, pp.5-15.
- 7 *Los V.L., Goldberg I.S.* Ore formation as a self-organizing process of metal redistribution // *Geology and minerageny of Kazakhstan.* Almaty, **2000**, pp. 116-129.
- 8 *Lyubetsky V.N.* Deep criteria of localization of gold mineralization in Kazakhstan based on geophysical data // *Experience of forecasting and evaluation of gold deposits in Kazakhstan.* Alma-Ata, **1985**, pp. 10-19.
- 9 *Rafailovich, M.S.* Large gold stockworks of Central Asia: geology, metallogeny, criteria of prospecting and evaluation // *Geology and protection of bowels of the earth.* **2008**. № 1, pp. 7-18.
- 10 *Rafailovich M.S.* Gold deposits of Kazakhstan: geology, metallogeny, exploration models. Almaty, **2009**. 304 p.
- 11 *Rafailovich M.S., Abishev V.M., Kozlovsky G.M. et al.* Large-scale forecasting of gold and gold-bearing deposits in reactivated precambrian blocks and median massives of Kazakhstan. Alma-Ata, **1985**. 64 p.
- 12 *Rafailovich, M.S., Los V.L.* The Vasilkovskoye stockwork gold deposit: geological and structural position, forecasting and prospecting model // *Ore and Metals.* **2007**. № 4, pp. 26-36.
- 13 *Shiganov A.A.* Geochemical prospecting and evaluation criteria of gold deposits in Kazakhstan: methodical recommendations. Moscow, **1985**. 122 p.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Abishev V.M., Bakhanova E.V., Zorin Yu.M. i dr.* Geologiya, veshchestvennyi sostav i geokhimicheskie osobennosti Vasilkovskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya // *Geologiya, geokhimiya i mineraljgiya zolotorudnykh raionov i mestorozhdenii Kazakhstana.* Alma-Ata, 1972, pp. 107-162.
- 2 Atlas mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh Kazakhstana. Almaty, 2004. 141 p.
- 3 *Chekvaizde V.B., Berzon R.O.* Polimetalno-zolotorudnaya formatsiya. Okolorudnye metasomatity // *Zolotorudnye mestorozhdeniya SSSR.* Vol. 5. Moscow, 1990, pp. 28-32.
- 4 *Zolotorudnye mestorozhdeniya SSSR.* Tom 2: Geologiya zolotorudnykh mestorozhdenii Kazakhstana i Srednei Azii. Moscow, 1986. 287 p.
- 5 *Konstantinov M.M.* Zolotorudnye provintsii mira. Moscow, 2006. 358 p.
- 6 *Lang J.R., Baker T., Hart C.J.R., Mortensen J.K.* An Exploration Model for Intrusion-Related Gold Systems // *SEG Newsletter*, 2000. № 40, pp.5-15.
- 7 *Los V.L., Goldberg I.S.* Rudoobrazovanie kak samoorganizatsionnyi protsess perepaspredeleniya elementov // *Geologiya i Minerageniya Kazakhstana.* Almaty, 2000, pp. 116-129.
- 8 *Lyubetsky V.N.* Glubinnye kriterii lokalizatsii orudneniya zolota v Kazakhstane (po geofizicheskim dannym) // *Opyt prognozirovaniya i otsenki zolotorudnykh mestorozhdenii Kazakhstana.* Alma-Ata, 1985, pp. 10-19.
- 9 *Rafailovich, M.S.* Krupnye zolotorudnye shtokverki Tsentralnoi Azii: geologiya, metallogeniya, kriterii prognoza i otsenki // *Geologiya i Okhrana Nedr.* 2008. № 1, pp. 7-18.
- 10 *Rafailovich M.S.* Zoloto nedr Kazakhstana: geologiya, metallogeniya, prognozno-poiskovye modeli. Almaty, 2009. 304 p.
- 11 *Rafailovich M.S., Abishev V.M., Kozlovsky G.M. i dr.* Krupnomasshtabnoe prognozirovanie zolotykh i zolotosoderzhashchikh mestorozhdenii v aktivizirovannykh dokembriiskikh blokakh i srednykh massivakh Kazakhstana. Alma-Ata, 1985. 64 p.
- 12 *Rafailovich, M.S., Los V.L.* Vasilkovskoe stockworkovoe mestorozhdenie zolota: Gold Deposit: geologicheskaya i strukturnaya pozitsii, prognozno-poiskovaya model. // *Rudy i Metally.* 2007. № 4, pp. 26-36.
- 13 *Shiganov A.A.* Geokhimicheskie poiskovo-otsenochnye kriterii zolotorudnykh mestorozhdenii Kazakhstana: Metodicheskie rekomendatsii. Moscow, 1985. 122 p.

М.С. Рафаилович

(Қазақстан, Алматы, ЮГГЕО Табиғи ресурстар институты)

**ВАСИЛЬКОВ КЕНОРНЫ – ІРІ КӨЛЕМДІ АЛТЫН-СУЛЬФИДТІ-КВАРЦТЫ
ШТОКВЕРКТІҢ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК ДӘРЕЖЕСІНІҢ ҮЛГІСІ РЕТІНДЕ**

Резюме

Солтүстік Қазақстандағы аса ірі алтынкенді Васильков штокверткінің геологиялық және құрылымдық орналасқан жері, алтынның таралуы, тау-жыныстарының гидротермальдық өзгергіш құрамы мен минералдық-геохимиялық зональдылығы талқыланған. Васильков кенорны – республикадағы және әлемнің басқа аймағындағы ірі көлемді алтынкенді штокверктерді болжау мен іздестіру үшін типтік үлгі екені көрсетілген.

Кілт сөздер: ірі көлемді алтын кенді штокверк, геологиялық және құрылымдық орналасуы, метасоматикалық, минералдық және геохимиялық зональдығы, алтынның таралуы, болжамдық-іздестіру үлгісі.

М.С. Рафаилович

(Қазақстан, Алматы, Институт природных ресурсов ЮГГЕО)

**ВАСИЛЬКОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАК ОБРАЗЕЦ КРУПНООБЪЕМНЫХ
ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВЫХ ШТОКВЕРКОВ МИРОВОГО КЛАССА**

Резюме

Обсуждаются геологическая и структурная позиция, распределение золота, состав гидротермально-измененных пород, минералого-геохимическая зональность гигантского золоторудного штокверка Васильковское в Северном Казахстане. Показано, что Васильковское месторождение – типовой образец для прогноза и поисков крупнообъемных золотоносных штокверков в республике и других регионах мира.

Поступила 17.05. 2013 г.

УДК 551.311.231.(574.1)

Н.И. СТЕПАНЕНКО, Н.Л. ПАНКРАТОВА

(Институт Геологических наук им. К.И.Сатпаева, г.Алматы)

КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ И РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВЕРХНЕ-ИРГИЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

Приводится общая характеристика вещественного состава редкометалльной коры выветривания, минералов группы тантало-ниобатов, берилла; рассматриваются редкие щелочи. Определены перспективы редкометалльных руд в коре выветривания месторождения.

Ключевые слова: месторождение, кора выветривания, тантало-ниобаты, колумбит-танталит, берилл, редкие щелочи, перспективы.

Кілт сөздер: кенорны, желге мүжілу, тантал-ниобаттар, колумбит-танталит, берилл, сирек сілтілер, келешектері.

Keywords: deposit, crust decayed rock, tantal-niobium, columbit-tantalit, beryl, perspective.

Верхне-Иргизское редкометалльное месторождение расположено в Западном Казахстане. Месторождение разведывали и изучали Дидоренко Г.А., Костик И. Е.(1962г), Бурмин Ю.А. (1963г), Федоров В. И. и др.(1966г,1967г, 1970г,1976г), Михайлов А. Г. и др. (1967г, 1968г), Аникеева В.И. (1968г), Селифонов Е.М. и др.(2003г), Костик И.Е., Милецкий Б.Е. (1981), Степаненко Н.И., Панкратова Н.Л. (2005), Плехова К.Р. (2006). Результаты обобщения этих работ по геологическому строению и минералого-петрографическому составу вмещающих пород, рудных щелочных полевошпатовых метасоматитов и редкометалльных кор выветривания позволяют в полной мере охарактеризовать месторождение Верхний Иргиз. Рудная зона месторождения локализована среди докембрийских метаморфических пород, подвергнутых в субмеридиональной тектонически ослабленной зоне разлома интенсивным процессам щелочного метасоматизма – калишпатизации, альбитизации и грейзенизации с проявлением редкометалльной специализации (Ta, Nb, Be, Li и др.). Рудное поле включает шесть участков в полосе длиной свыше 13 км и шириной до 300м (с юга на север): Приречный, Надежный, Промежуточный, Львовский, Богетсайский и Ярославский (рис.1).

Продуктивными образованиями на редкометалльное оруденение являются коренные полевошпатовые щелочные метасоматиты и рудные линзы коры выветривания. Рудные тела представляют собой крутопадающие жилы различной мощности (от 0,5 до 10 м и более).

На рис. 2 показано размещение рудоносных кор выветривания на участке Промежуточный. Рудные тела в коре выветривания наследуют все особенности первичных руд: структура, морфология, мощности тел, минеральный состав и т.д.

Ступенчатое колебание мощностей коры выветривания в меридиональном направлении подчеркивает наличие неотектонической активизации по зонам поперечных и диагональных разломов, разделяющих участки рудного поля.

Коры выветривания по своему происхождению относятся к типу остаточных, а по морфологии – к линейной. В их строении отмечаются преимущественно четыре зоны, распространение которых крайне неравномерно. Снизу вверх выделяются зоны: 1) зона дезинтеграции пород, мощностью первые метры; 2) выше по разрезу гидрослюдистая зона, мощность которой непостоянна и составляет первые метры; 3) каолинит-гидрослюдистая зона мощностью десятки метров; 4) верхняя каолиновая маломощная зона, которая часто отсутствует.

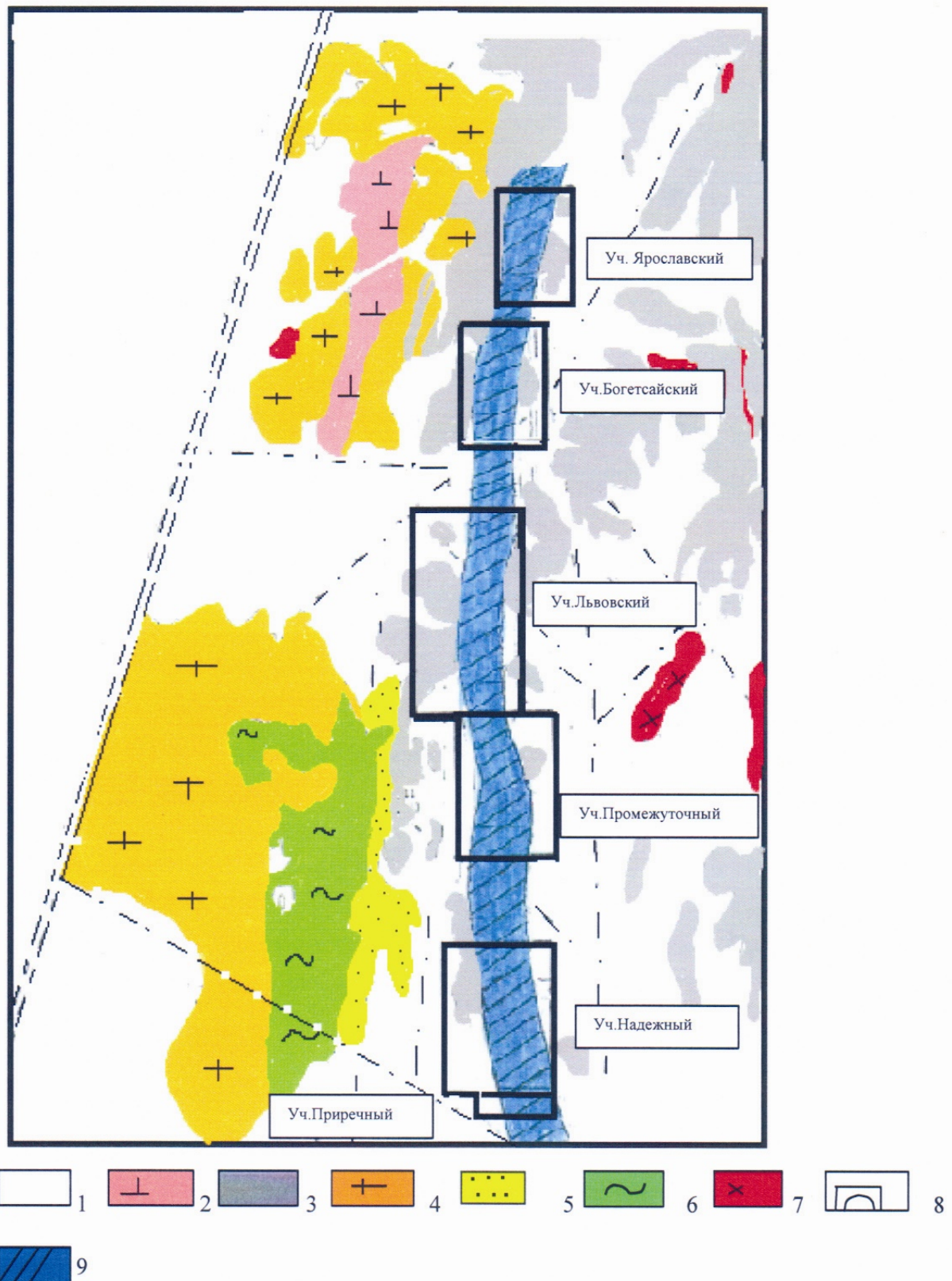


Рисунок 1 – Схематическая карта Верхне-Иргизского рудного поля по Г.А.Костик, И.Е.Костик и В.И. Федорову с дополнениями авторов

1-четвертичные, верхнеплиоцен-четвертичные глины и суглинки; 2-сланцы, глинистые углистые филлиты, известняки и кислые эффузивы нижнекембрийские; 3-коры выветривания; 4-сланцево-гнейсовая пачка; 5-кварциты; 6-пироксен-амфиболовые и амфиболовые кварц-полевшпатовые гнейсы; 7- граниты; 8-контурсы участков; 9-места отбора шлифов; 10-область развития щелочного метасоматоза.

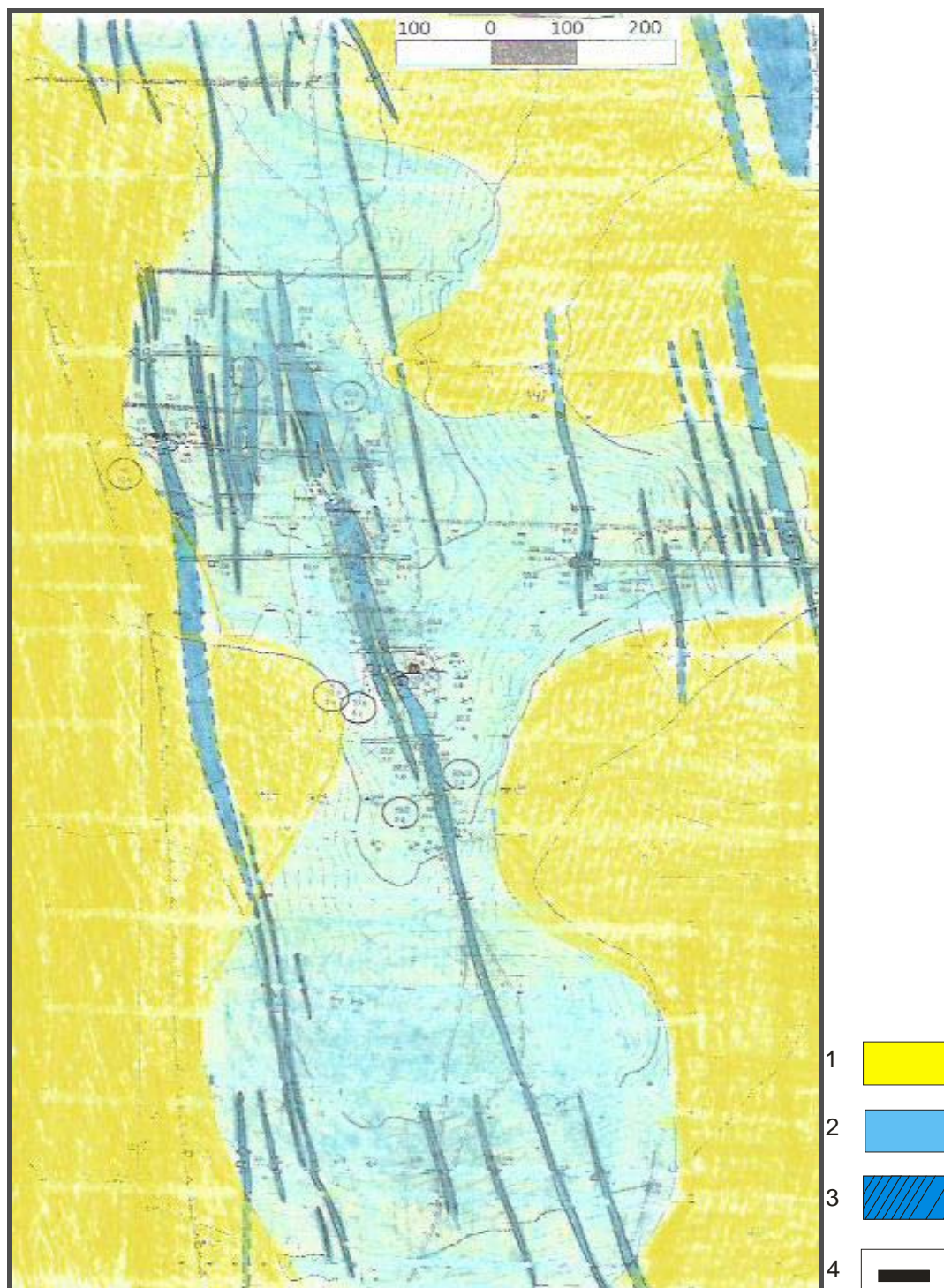


Рисунок 2 – Схема размещения рудных тел кор выветривания на участке Промежуточный
1-почвенно-растительный слой; 2-кора выветривания; 3-рудные тела; 4-канавы.

Кора выветривания на Верхне-Иргизском месторождении имеет широкое распространение и развита преимущественно в средней и северной его частях. В южной части поля (участки Приречный и Надежный) кора выветривания отсутствует и представлена дресвяно-щебнистой зоной небольшой мощности - первые метры. По мере удаления в северном направлении от долины р. Иргиз, мощность её и степень переработки исходных пород увеличивается (рис.3).

На Промежуточном участке кора выветривания достигает мощности 30-45м, а на примыкающем к нему с севера Львовском участке она уменьшается в связи с размывом верхней

каолинитовой зоны. Наиболее полный разрез коры выветривания по работам прошлых лет установлен на Богетсайском и Ярославском участках, где мощность ее достигает 45-50 и даже 60 м (рис.3).

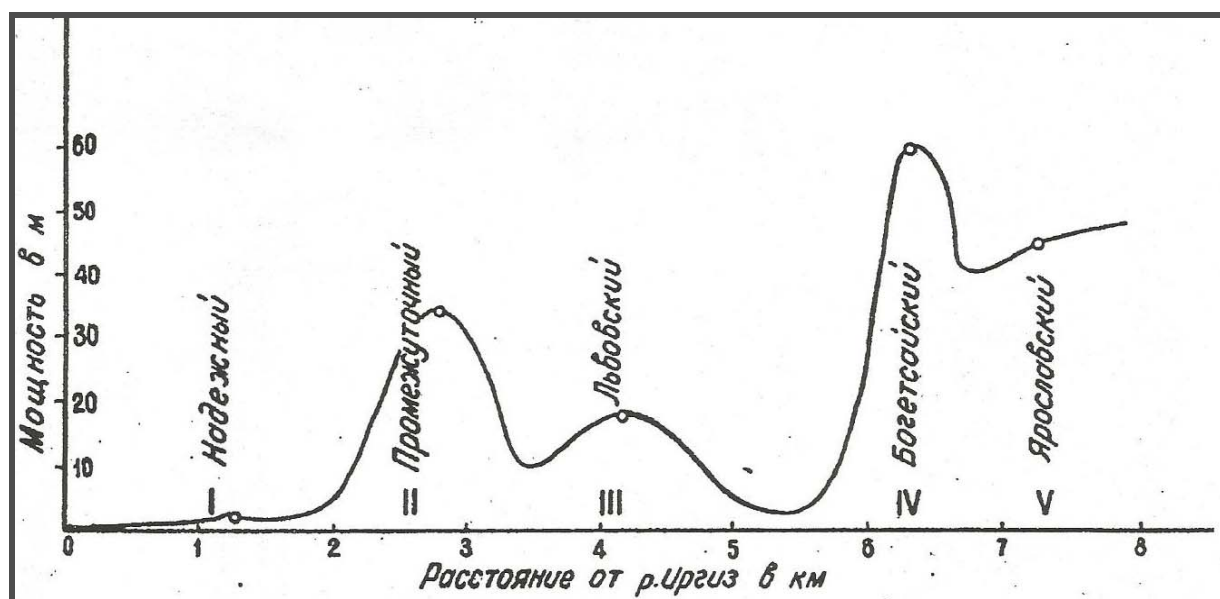


Рисунок 3 – Колебание мощностей коры выветривания

На Промежуточном участке вскрывается кора выветривания преимущественно дресвяно-щебенистой зоны с участками, сложенными каолинитовой, каолинит - гидрослюдистой и гидрослюдистой корой выветривания. Эти участки представляют собой карманообразные вертикальные заливы. Подобные заливы формируются либо по прослоям пород кислого (каолиновые глины) или среднего состава, либо по интенсивно нарушенным породам (тектоническим швам). Окраска её определяется составом первичных пород. Так, по кристаллическим сланцам она имеет преимущественно пепельно-серый цвет с участками желто-светло-серого (засчет гидроокислов железа). Кору выветривания по амфибол-биотитовым породам имеют зеленовато-серую, желтовато-серую окраску. На отдельных интервалах появляются сиреневато-желто-розовые и белые цвета т.е. пятнистоокрашенные. Часто наблюдается местное омарганцевание пород.

Текстурные особенности зон характеризуются, главным образом, в крупности слагающих их минералов: кварца, альбита, калишпата, мусковита, биотита. Кварц, как наиболее устойчивый минерал, присутствует в виде обломков во всех зонах, часто выщелочен со следами гнезд турмалина и слюд. В глинисто-слудистых зонах часто сохраняются ноздреватые реликты калишпата и агрегаты мусковита. Обломки минералов часто ожелезнены. Акцессорные минералы, в том числе тантало-ниобаты дезинтегрируются и концентрируются в тяжелой фракции шлихов.

Результаты ранее проведенного гранулометрического анализа проб кор выветривания из различных участков показали, что содержание крупнозернистого материала ($\pm 1,25$ мм) составляет от 24 до 33%, мелкозернистого (1,25мм) – от 67 до 76%, в том числе -0,044мм – от 20 до 40%. Минеральный состав их редкометалльных и коренных метасоматитов идентичен, отличаясь лишь появлением гипергенных минералов в корах (таб. 1).

Основными промышленными минералами рудных кор выветривания являются минералы группы тантало-ниобатов и берилла. По морфологии среди тантало-ниобатов выделяются призматические, длиннопризматические, столбчатые, игольчатые, изометричные, уплощенные зерна и их обломки. Внешне минералы черные, со штриховкой на гранях, в тонких сколах под микроскопом имеют красно-коричневую окраску. Размеры зерен и их обломков варьируют от тысячных долей мм в поперечнике до 0,65-0,80 мм.

Таблица 1 – Минеральный состав первичных руд и кор выветривания Верхне-Иргизского месторождения

Минерал	Первичные руды		Коры выветривания	
	Рудные и редкометалльные минералы	Нерудные минералы	Рудные и редкометалльные минералы	Нерудные минералы
Основн	Танталит-колумбит	Калиевые пол.шпаты, кварц, альбит	Колумбит-танталит	Кварц, калиевые полевые шпаты, альбит, мусковит
Второстепен	Ильменорутит, тантал-пирохлор, берилл	Турмалин, гранат, амфибол, эпидот, мусковит, ставролит, силлиманит, кианит, хлорит	Ильменорутит, тантал-пирохлор, берилл	Турмалин, гранат, силлиманит, кианит, эпидот, ганит, биотит, амфибол.
Редкие и акцессорные	Ильменит, магнетит, гематит, пирит, халькопирит, сфалерит, молибденит, пирротин, рутил, касситерит, циркон, малакон, монацит	Сфен, апатит, фенакит, топаз, флюорит, ортит, ганит	Ильменит, магнетит, гематит, пирротин, пирит, молибденит, марказит, рутил, анатаз, брукит, касситерит, циртолит, циркон, малакон, монацит	
Гипергенные			Гидрогетит, пиролюзит, лейкоксен	Каолинит, галлузит, гидрослюда, бассанит, кальцит, барит, целестин, сидерит.
*По данным Федорова В.И.				

Результаты химических анализов свидетельствуют, что состав минералов тантало-ниобатов непостоянен в пределах одной пробы и даже зерна (табл.2), содержание пятиокси ниобия в других пробах колеблется от 49% до 71%, тантала от 7% до 22%, что по химической классификации минералов отвечает колумбиту, танталит-колумбиту, колумбит-танталиту и танталиту.

Таблица 2 – Химический состав минерала из группы тантало-ниобатов по данным микрозондового анализа (участок Надежный)

Спектр обр	Весовые части в %							
	O	Si	Ti	Mn	Fe	Nb	Ta	Итого
Спектр обр 1	23,14	1,97	0,71	2,13	11,59	37,04	23,41	100,00
Спектр обр 2	22,38	2,25	0,03	4,15	9,69	33,83	27,67	100,00
Спектр обр 3	23,08	1,94	0,15	3,68	9,79	33,58	27,79	100,00
Спектр обр 4	22,20	2,55	0,58	2,29	11,04	31,15	30,19	100,00
Спектр обр 5	19,58	3,06	0,20	2,29	9,60	18,87	46,39	100,00
Спектр обр 6	20,32	3,48	0,25	1,82	9,53	14,93	49,99	100,00
Среднее	21,78	2,54	0,32	2,73	10,21	28,23	34,18	100,00
Станд. откл.	1,49	0,62	0,27	0,95	0,88	9,06	10,99	
Макс.	23,14	3,48	0,71	4,15	11,59	31,04	49,66	
Мин.	19,58	1,94	0,03	1,82	9,53	14,93	23,41	

На рисунке 4 представлены результаты полуколичественных и количественных определений пятиокси тантала, пятиокси ниобия, окиси бериллия, редких щелочей и других сопутствующих элементов, содержание которых варьируется в широких пределах.

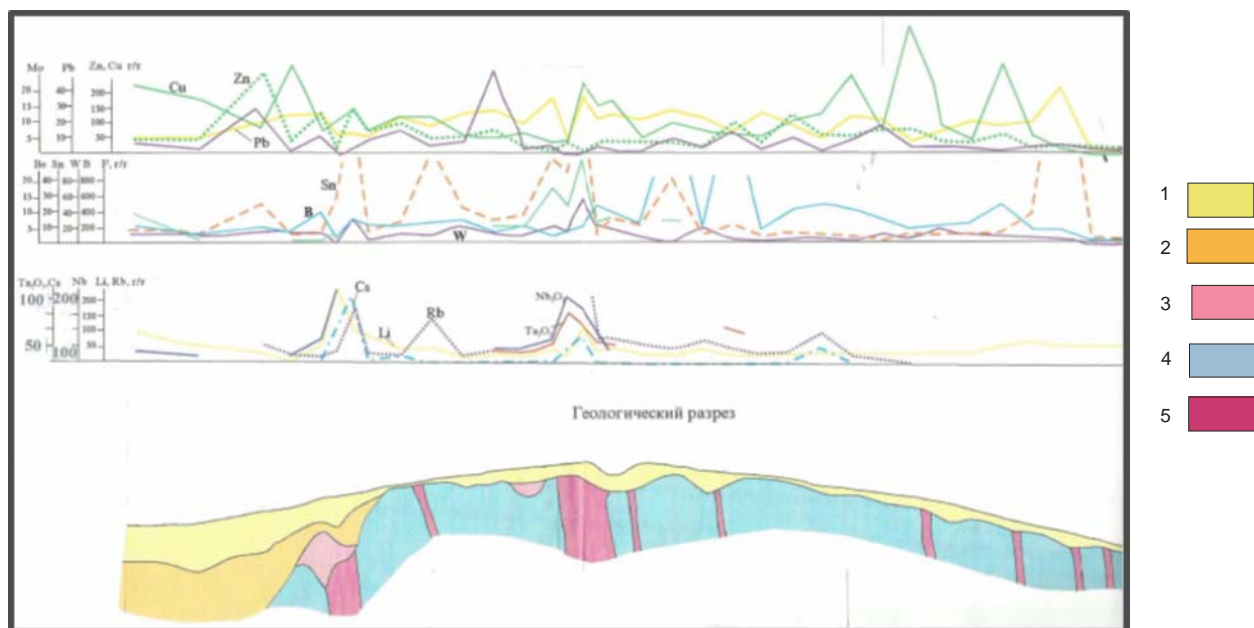


Рисунок 4. Геолого-химический профиль через участок Промежуточный.

По данным В.Н.Федорова 1976г с дополнениями авторов.

1-почвенно-растительный слой, покровные суглинки;2.-плиоцен-четвертичные глины;3.-продукты коры выветривания;4.-коры выветривания слюдястых гнейсов, сланцев;5. -рудные тела в коре выветривания

Содержание пятиокси тантала в корях выветривания на участках изменяется от 50г до 2 кг на тонну и в среднем составляет 100-150 г/т, пятиокси ниобия на порядок выше.

Бериллий в коре выветривания находится в виде собственного минерала – берилла, который представлен от мелкокристаллических до крупнокристаллических форм. Обобщенный характер содержания бериллия в зонах коры выветривания представлен в табл. 3.

Таблица 3 Содержание бериллия и редких щелочей в корях выветривания Верхне-Иргизского месторождения

Зоны коры выветривания	Содержание в %		
	BeO	Li ₂ O	Rb ₂ O
Каолиновая	0,0312	0,0130	0,0138
Гидрослюдистая	0,0234	0,0220	0,0260
Дезинтеграции	0,0258	0,0270	0,0510

Содержание бериллия в зонах коры выветривания колеблется от 234 до 312г/т, наиболее высокие содержания BeO в локальных участках составляют 510-700 г/т. Берилл является довольно устойчивым минералом и не подвергается разложению в коре выветривания.

Кроме главных рудных элементов тантала, ниобия и бериллия, отмечаются повышенные содержания сопутствующих редких щелочей – лития и рубидия.

В таблице 3 приводятся данные по содержанию лития и рубидия в зонах коры выветривания, которые не образуют самостоятельных минералов. Носителем лития являются слюды – мусковит и биотит, которые гидратируются и сохраняются в зонах дезинтеграции. Рубидий в виде изоморфной примеси входит в состав калишпата. По мере разложения слюд и полевых шпатов от нижних зон к верхним зонам коры выветривания уменьшается содержание редких щелочей.

В Казахском институте минерального сырья (Кравченко П.А.и др.) были проведены исследования по изучению технологических свойств руд кор выветривания на двух пробах , отобранных из жил 1 и 2 участка Надежный, весом 800кг и 900кг . По данным химического и спектрального анализов содержание в пробе №1 Ta₂O₅ – 0,015%, Nb₂O₅ – 0,025%, BeO – 0,07%, в пробе №2 Ta₂O₅ – 0,010%, Nb₂O₅ – 0,017%, BeO – 0,05%.В результате по гравитационно-магнитной схеме был получен танталит-колумбитовый и бериллиевый концентраты, содержащие

соответственно 30,93% пятиокси тантала при извлечении 62,8% от исходного и 43,0% пятиокси ниобия (при их соотношении – 1:1,4) и 10,28% бериллия, при извлечении его от исходного 65,97%.

Таким образом, редкометалльные коры выветривания месторождения Верхний Иргиз представляют собой легкообогатимые «пески», которые обогащаются по общепринятой стандартной схеме.

Анализ материалов по вещественному составу коры выветривания, площади ее распространения, технологическим свойствам редкометалльных руд позволяют считать коры выветривания Верхнеиргизского месторождения перспективным типом, так как могут обрабатываться открытым способом с переработкой руд на месте на передвижных модульных установках без дробления руд.

Прогнозные ресурсы для 13-ти километровой зоны нами оценены по категории P_1 и составляют 12000т при среднем содержании 70 г/т пятиокси тантала и 36000т при содержании 300г/т пятиокси ниобия. Основные перспективы на тантало-ниобатовые руды связаны с коренными щелочными полевошпатовыми метасоматитами, где распределение тантала и ниобия соответствует их коре выветривания. С учетом крупных масштабов редкометалльных месторождений, связанных с щелочными метасоматитами в Сибири (Катугинское) и Полярном Урале (Тайкеуское, Усть-Мраморное и др.) перспективы Верхнеиргизского месторождения могут быть расширены за счет флангов и глубоких рудных горизонтов и продолжения рудной зоны к северу от последнего Ярославского участка.

Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Научно-технологическое обоснование развития редкометалльной отрасли в Казахстане на 2011-2014 годы»

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Михайлов А.Г., Садовский Ю.А. О поведении тантала и ниобия в корях выветривания гранитов и пегматитов Верхнего Прииргизья. // В сб. Материалы к сессии посвященной 15-ти летнему юбилею Всесоюзного Минералогического общества. - Алма-Ата, 1969. С.68-70.
- 2 Федоров В.И. Структурно-формационные условия образования, строения, состав и процессы экзогенного изменения редкометалльных пегматитов Мугоджар. // дис. к. г-м. н.: - Москва, 1976. 200с.
- 3 Милецкий Б.Е. Верхнее-Иргизское пегматитовое поле. Металлогения Казахстана. Рудные формации, месторождения руд редких металлов. Алма-Ата: Наука, 1982. С.78-79.
- 4 Справочник //Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Алматы. 1998. С. 16-18.
- 5 Степаненко Н. И., Панкратова Н. Л. Щелочные метасоматиты – новый геолого-промышленный тип тантало-ниобиевого оруденения в Казахстане. //Известия. Серия геологическая. 2005. №1. С. 49-56.
- 6 Плехова К.Р., Левин В.Л. и др. Минералого-технологические свойства руды и особенности тантало-ниобатов кор выветривания Верхне-Иргизского месторождения. //Известия. Серия геологическая. 2006. №2. С. 22-30.

REFERENCES

- 1 Mihajlov A.G., Sadovskij Ju.A. O povedenii tantala i niobija v korah vyvetrivaniya granitov i pegmatitov Verhnego Priirgiz'ja. V sb. *Materialy k sessii posvjashhennoj 15-ti letnemu jubileju Vsesojuznogo Mineralogicheskogo obshhestva.* - Alma-Ata, 1969.-S68-70.(in Russ.)
- 2 Fedorov V.I. Strukturno-formacionnye uslovija obrazovanija, stroenija, sostav i processy jekzogenogo izmenenija redkometall'nyh pegmatitov Mugodzhar: *dis. k. g-m. n.:* - Moskva, 1976.- 200s. (in Russ.)
- 3 Mileckij B.E. Verhnee-Irgizskoe pegmatitovoe pole. Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii, mestorozhdenija rud redkih metallov. - Alma-Ata: *Nauka*, 1982.- S78-79. (in Russ.)
- 4 Spravochnik Mestorozhdenija redkih metallov i redkih zemel' Kazahstana. Almaty. 1998.-S. 16-18. (in Russ.)
- 5 Stepanenko N. I., Pankratova N. L. Shhelochnye metasomatity – novyj geologo-promyshlennyj tip tantalo-niobievogo orudenenija v Kazahstane. // *Izvestija. Serija geologicheskaja.*-2005.- №1.-S. 49-56. (in Russ.)
- 6 Plehova K.R., Levin V.L. i dr. Mineralogo-tehnologicheskie svojstva rudy i osobennosti tantalo-niobatov kor vyvetrivaniya Verhne-Irgizskogo mestorozhdenija. // *Izvestija. Serija geologicheskaja.*-2006.- №2.-S. 22-30. (in Russ.)

Н.И. Степаненко, Н.Л. Панкратова

(Қ.И.Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ.)

ЖОҒАРҒЫ ЫРҒЫЗ КЕНОРНЫ ҚАБАТЫНЫҢ ЖЕЛГЕ МҮЖІЛУІ
ЖӘНЕ СИРЕКМЕТАЛДЫ МИНЕРАЛДАНУЫ

Резюме

Танталды-ниобаттар, берилл және сирек сілтілі минералдар топтарының сирек металдар қабаттарының желге мүжілуінің заттық құрамының жалпы сипаттамасы келтірілген. Сирек металдар кендерінің кенорны қабатындағы желге мүжілуінің келешегі анықталған.

Кілт сөздер: кенорны, желге мүжілу, тантал-ниобаттар, колумбит-танталит, берилл, сирек сілтілер, келешектері.

N.I. Stepanenko, N.L. Pankratova

(Institute of Geological Sciences named by Satpayev K.I., Almaty city)

WEATHERING CRUST AND RARE METAL MINERALIZATION
OF UPPER- IRGIZSKY FIELD

Summary

Common overview of substance compound of rare-metal bark eroding, minerals of tantalum-niobate group, beryl are exemplified; rare caustics are under consideration. Prospects of rare metal ores in weathering crust deposits were determined.

Keywords: deposit, crust decayed rock, tantal-niobium, columbit-tantalit, beryl, perspective.

Поступила 1.04.2013 г.

УДК 549.517.3(5743)

В.И. РОДНОВА, Ю.Н. ГИЛЕВ, Е.П. МАМОНОВ

(Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева, ТОО «Геолог-А»)

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД И МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЧЕДАННО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАСТЕК (ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН)

Аннотация

Показан процесс формирования колчеданно-полиметаллического и полиметаллического (жильного) типов оруденения в Кастекском рудном поле. Изложены результаты изучения вещественного состава руд, дано описание основных рудных минералов первичных руд, а также редко встречающихся минералов из зоны окисления.

Ключевые слова: месторождение, рудное поле, минерализация, рудные минералы, зона окисления, структура, текстура, сульфиды, окислы.

Кілт сөздер: кенорны, кең аймағы, минералдану, кен минералы, тотығу аймағы, құрылым, текстура, сульфидгер, тотықтар.

Keywords: field, ore field, mineralization, ore minerals, oxidation zone, structure, texture, sulfides, oxides.

Кастекский рудный район входит в Заилийскую минерагеническую зону. В рудном районе ведущее место занимает Чинасылсай-Кастекский полиметаллический золото-редкометалльный рудный узел. В этом рудном узле высокими перспективами по получению прироста прогнозных ресурсов полиметаллов и золота обладает рудное поле месторождения Кастек.

Месторождение Кастек имеет давнюю историю изучения. В 1952-1961 гг. на рудном поле осуществлялись разведочные и крупномасштабные поисково-съёмочные работы, проводимые Кастекской ГРП ЮКГУ (Б.И. Юнусов, Л.У. Кыдырбеков, В.П. Коняев, В.В. Овчинников и др.). В результате этих работ на рудном поле месторождения был установлен единственный геолого-промышленный тип – жильный (свинцово-цинковый), связанный с зонами тектонических нарушений.

В 2009-2011 годы ТОО «Геолог-А» провел поисково-оценочные работы на рудном поле Кастекского месторождения с целью оценки его золото-серебро-полиметаллического оруденения. Были осуществлены детальные петрографические, минералогические и рудно-формационные исследования. В результате, впервые в Казахстане в Кастекском хребте выделена докембрийская колчеданно-полиметаллическая рудная формация, развитая в метаморфическом комплексе протерозоя. Полиметаллическое оруденение месторождения Кастек несет явные черты метаморфогенного происхождения. Примерными аналогами являются месторождения: Ак-Тюз (Республика Киргизия), Холоднинское, Горевское (Россия), Суливан (Канада), Броккен-Хилл (Австралия), Балмат (США).

Главной структурой Кастекского рудного района является одноименный гранито-гнейсовый купол. Этот купол охватывает водораздел, северные и южные склоны хребта Кастек. Приблизительные размеры купола 8-9x15-18 км. На востоке, юго-востоке купол перекрыт девонскими вулканогенными образованиями (каракастекская, кастекская свиты), а на западе и юге его интродуцируют синколлизонные гранитоиды позднеордовикского возраста. С севера купол срезается Кастекским региональным разломом субширотного простирания.

Исследуемое рудное поле расположено в северной части купола. Купол представляет собой полициклический диапир, в составе которого выделяются: парадиапировая составляющая, сложенная метаморфическими породами мигматит-гнейсовой формации (актюзский, кеминский метаморфические комплексы) и ортогнейсовая диапировая составляющая – формация реоморфических (расплавленных) гранитов (позднерифейский интрузивный комплекс диоритов-

плаггиогранитов). Мигматит-гнейсовая и плаггиогранитовая формации является природной ассоциацией ортопараавтохтонных формаций, ядром которых являются ортомагматические образования, сформировавшиеся в мезозоне в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций и параметаморфического обрамления, первоначальный состав которых переработан в гнейсы и мигматиты. Строение ядра усложнено внедрившимися интрузивными телами пестрого состава среднедевонского возраста (диабазы, кварцевые монцодиориты, кварцевые монциты, кварцевые сиениты). Особенности морфологии глубинной складчатости Кастекского гранито-гнейсового купола указывают на формирование его в условиях высокой пластичности горных пород и их малой вязкости, что было возможным при высоких температурах и давлениях, а также требовало присутствия воды, привноса щелочей и кремнезема из глубинных областей.

Механизм формирования колчеданно-полиметаллического оруденения в протерозойских толщах связан с разными стадиями регионального метаморфизма. Как считает Н.Л. Добрецов [2, 3] в первую стадию образуются первичные гидротермально-осадочные пластовые колчеданные залежи, затем происходит перекристаллизация и деформация колчеданных тел с частичным "перетеканием" рудного вещества в замки складок и формированием около них вкрапленной пирит-пирротиновой минерализации. Дальнейшее формирование полиметаллических месторождений связано с механизмом рудонакопления (осаждения) на окислительно-восстановительных барьерах. Этот механизм является важнейшим, поскольку с ним связано образование преобладающего количества рудных месторождений цветных металлов, но, безусловно, не единственным из биогенной природы [4].

По мнению авторов, мобилизация и движение полиметаллических растворов снизу-вверх через пиритовые толщи вызвано внедрением гипабиссальных интрузивов кварцевых монцитосиенитов среднедевонского возраста, пронизывающих протерозойские породы многочисленными дайкообразными телами диабазовых порфиритов, кварцевых монцитов, монцодиоритовых порфиритов и кварцевых сиенитов. В результате движения полиметаллических флюидов, свинцово-цинковая минерализация осаждалась на пиритовые толщи, залегающие в ядрах складок. Скопления пирита – служили сульфидным барьером для гидротермальных растворов, несущих серебро, золото, свинец, цинк и другие халькофильные элементы. Их источником были вмещающие метаморфические породы нижнепротерозойского и позднерифейского возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, мигматиты, гнейсовидные диориты-плаггиограниты), среди которых формировались зоны окисления и дальнейшего выщелачивания [1, 5]. Руды несут отчетливые признаки метаморфизма.

В процессе движения снизу-вверх поток полиметаллических флюидов выдвигался и в боковые породы, выбирая пути наименьшего сопротивления – ослабленные зоны тектонических нарушений. Здесь в зонах дробления и трещиноватости субширотного и северо-восточного простирания формировался жильный тип полиметаллической руды (участок Северный месторождения Кастек).

В дальнейшем колчеданно-полиметаллические толщи подвергались длительному воздействию атмосферных осадков и влиянию потоков подземных, трещинных вод. В результате происходило взаимодействие пирита с водой, с образованием большого количества серной кислоты. В итоге многомиллионной истории формирования Кастекского полиметаллического месторождения его верхние части подвергались кислотному окислению-выщелачиванию с образованием мощной зоны гипергенеза, в которой преобладают интенсивно лимонитизированные породы с золото-серебро-полиметаллическим оруденением (6).

В итоге на рудном поле Кастекского месторождения были сформированы два типа промышленного оруденения: полиметаллический (жильный) и колчеданно-полиметаллический

Минералогические особенности руд месторождения Кастек

Рудное поле месторождения Кастек состоит из четырех участков Центральный, Северный, Западный и Южный. Промышленный интерес представляют собой руды Центрального и Северного участков.

Минералогический тип руды, выделенный по вещественному составу и представляющий промышленную ценность – колчеданно-полиметаллический (пирит-галенит-сфалеритовый). Текстуры руд - прожилковая, прожилково- вкрапленная, гнездово- вкрапленная. Структуры –

катакластическая, коррозионная, структура распада твердых растворов, замещения. Минеральный состав руд представлен в табл. 1.

Изучение руд проводилось с помощью поляризационного микроскопа Leica DM2500 M в отраженном свете, а отдельные аншлифы были исследованы методом рентгеноспектрального анализа на электронно-зондовом анализаторе Superprobe 733 = Суперпроб 733 фирмы JEOL (Джеол), Япония. Анализы элементного состава минералов (микровключений) и фотосъемку в различных видах измерений выполняли с использованием энергодисперсионного спектрометра INCA 8N8R.GY (Инка энерджи) Англия, установленного на электроннозондовом микроанализаторе Суперпроб 733 при ускоряющем напряжении 25кв и токе зонда 25 нА (аналитики В.Л.Левин, П.Е.Котельников).

Таблица 1 – Минеральный состав руд месторождения Кастек

Рудные			Нерудные		
Главные	Второстепенные	Редкие	Главные	Второстепенные	Редкие
Пирит Сфалерит Галенит	Халькопирит Арсенопирит Магнетит Редкие земли	Сам.золото Магнетит Аргентит Электрум Пирротин Гематит Сам.железо Сам.висмут	Мангано- сидерит Хлорит Кварц Турмалин	Кальцит Рутил Анатаз	Гидробиотит Гранат
Минералы зоны окисления					
Лимонит Псиломелан	Ковеллин Гидрогетит	Коркит Цезаролит Массикот	Барит Турмалин Кварц Хлорит	Кальцит	

На участке Центральный руды представлены густой вкрапленностью интенсивно катаклазированной пирита. Галенит и сфалерит, явно более поздние по времени образования, выполняют трещины в пирите и интерстиции в нерудных минералах. Минеральный состав руд на Северном участке более разнообразен. В процентном соотношении пирит и сфалерит находятся в равных долях. Пирит не катаклазированный, часто наблюдается в сростании со сфалеритом (рис. 1 а,б).

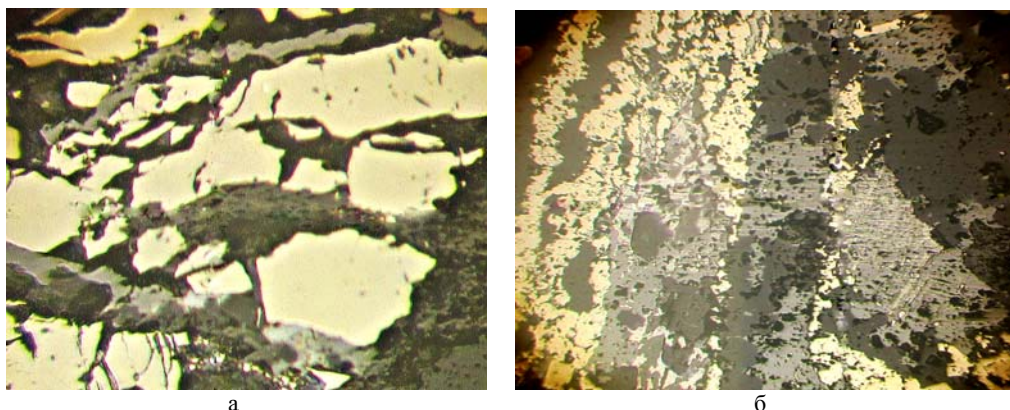


Рисунок 1 – Колчеданно-полиметаллическая руда: а) трещины в катаклазированном пирите (желтое) выполнены галенитом (белое) и сфалеритом (серое), Центральный Кастек, аншлиф С-10-14, гл.94, ув. 320; б) прожилок с послойным выделением мелкозернистого пирита (желтое), сфалерита (серое) и галенита (белое), Северный Кастек, аншлиф С-10-2, гл.91,0м, ув.160

Пирит является основным рудным минералом в рудах месторождения. Выделяется несколько его генераций. Пирит наблюдается в виде неравномерной рассеянной вкрапленности и сростков кристаллов неправильной формы размером от 0,4 до 1,5мм. Размер зерен в сростках примерно одинаковый и составляет – 0,09мм. Реже наблюдаются идиоморфные зерна размером от 0,06 до

0,8мм. Микроструктура аллотриоморфнозернистая. По времени образования является наиболее ранним, и вероятно возник в процессе ранней гидротермальной стадии вмещающих пород. Трещинки выполнены галенитом и сфалеритом. Нередко наблюдается замещение пирита I рутилом и турмалином поздней генерации.

В рудах участка Северный пирит характеризуется очень разнообразной формой и размером, от хорошо ограненных кристаллов (пентагондодекаэдры, кубическая) размером 1мм до неправильной формы зерен менее 0,006 мм, образует тонкие цепочки и отдельные гнезда размером от 0,004 до 0,14 мм, редко 1мм. Идиоморфными очертаниями обладают кристаллы больших размеров.

В богатых рудах мы видим кучное расположение кристаллов с участками сплошных агрегатов. Причем, неодинаковые по своим размерам кристаллы пирита характеризуются различной степенью идиоморфизма по отношению друг к другу. Наблюдается резкое колебание размеров пирита, вместе с мельчайшими (0,01мм) хорошо ограненными кристаллами, встречаются крупные до 1мм. Вероятно образование кристаллов происходило не одновременно, а в разные моменты пиритизации породы. Такая определенная последовательность образования хорошо ограненных кристаллов, так называемый кристаллобластический ряд, в котором каждый предыдущий по времени образования минерал является идиоморфным по отношению к последующим характерен для метаморфических пород и рудных минералов, возникших метасоматическим путем.

Химический состав пирита, полученный на микронзондовом анализаторе, соответствует теоретическому с небольшой примесью титана и мышьяка: S-53,32%; Fe-45,60%; сумма -99,09%

Сфалерит в рудах месторождения двух типов: 1) темно-коричневого цвета, по результатам микронзондового анализа содержит до 2,21% железа. Образует гнезда размером от 0,09 до 0,1мм и в ассоциации с галенитом выполняет прожилки в пирите, промежутки между нерудными минералами. Как правило, содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита и идиоморфного пирита (кубической формы); 2) клейофан - светло-желтого цвета, образует неправильной формы агрегаты и мелкие прожилки, размером до 0,016мм, не содержит эмульсионных включений пирита или халькопирита. Нередки его сростания с железистым сфалеритом.

Нередко наблюдается замещение сфалерита галенитом, причем последний образует тонкие каемки по краям зерен сфалерита, либо полностью замещает его, оставляя лишь реликты в центре зерен (рис. 2а, б).

Галенит – по сравнению с пиритом и сфалеритом менее распространен в рудах, составляет примерно 2%. Выполняет трещинки в катаклазированном пирите и промежутки между удлиненными кристаллами радиально-лучистого бесцветного турмалина поздней генерации. Образует неправильной формы гнездообразные скопления размером от 0,08 до 0,1 мм, выполняет промежутки между зернами нерудных минералов, образуя интерстициальную структуру. В ассоциации со сфалеритом, поздним пиритом и карбонатами галенит образует секущие прожилки, причем сидерит и сфалерит развиваются в середине прожилка, а галенит чаще всего образует каемки по краям.

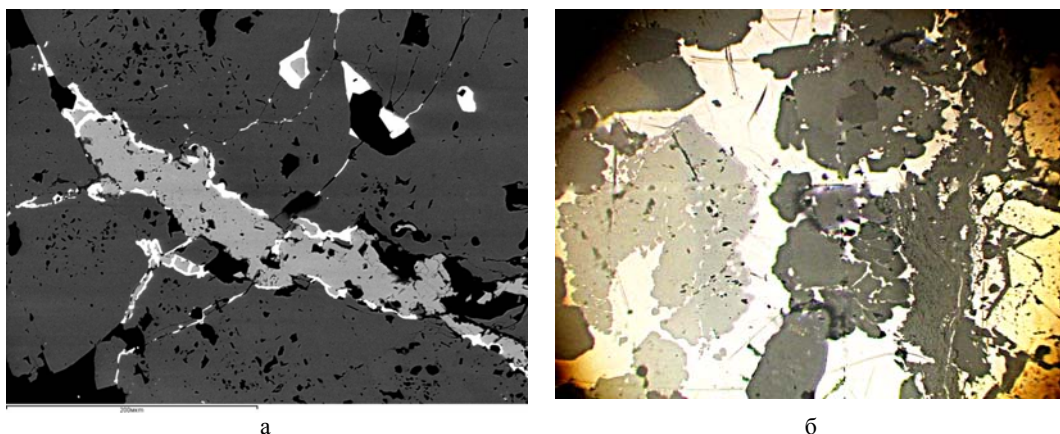


Рисунок 2. Полиметаллическая руда: а) прожилка сфалерита (серое) с каемкой галенита (белое) по краям зерен, Центральный Кастек, аншлиф С-10-18; гл.54,6; зонд; б) замещение сфалерита (светло-серое) и пирита (желтое) галенитом (белое). Северный Кастек, аншлиф С-10-4, гл.172,3м, ув.160

Состав галенита соответствует теоретическому, небольшая примесь титана и железа: S-12.12%; Fe -1.07%; Pb -84.97%; Ti -2.13%; сумма -100.3%.

Как правило, по краям зерен галенита развивается каемка окисления, представленная массивотом. Состав массивотота по данным микрозондового анализа: CaO - 0.52%; AgO₂ - 2.90%; PbO - 78.52%; сумма - 80.39% (рис. 3, а).

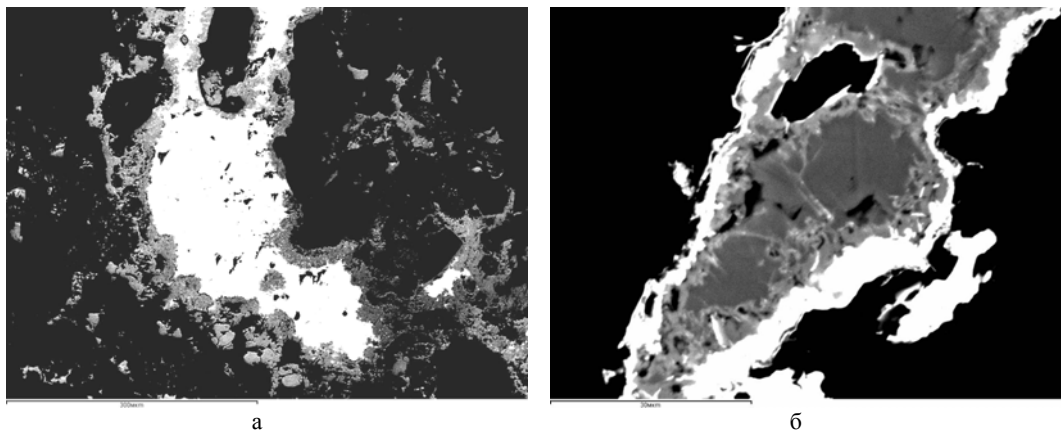


Рисунок 3 – Образование каемок массивота (серое) по краям зерен галенита (белое). Северный Кастек, аншлиф С-10-8, гл.84,5, зонд; б) замещение халькопирита (серое в центре) галенитом (белое) с каемкой массивота, Северный Кастек, аншлиф С-10-2; гл.108,5 зонд

Нередко наблюдается замещение халькопирита галенитом (аншлиф С-10-2, гл.108,5). При увеличении в 1000 раз (зонд) прослеживается несколько фаз этого процесса (рис. 3, б).

Практически во всех аншлифах наблюдается вкрапленность самородного золота и серебра в виде мелких зерен неправильной формы, размером 0,002-0,004 мм, отличающиеся высоким отражением, реже встречается аргентит, в отраженном свете серовато-белого цвета с голубоватым оттенком, слабо заметной анизотропией.

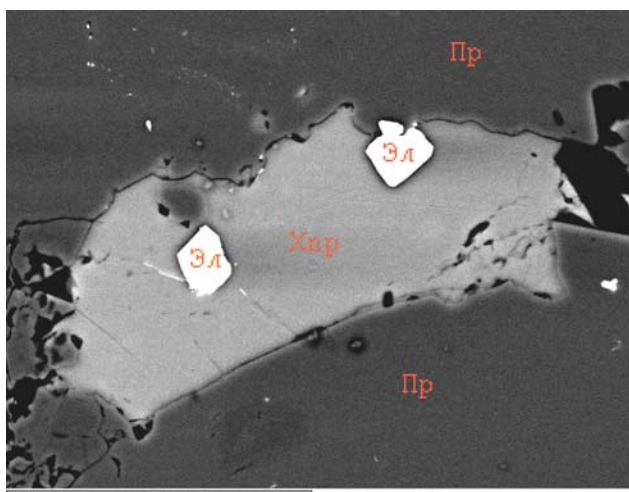


Рисунок 4 – Ромбики электрума (Эл) в халькопирите (Хпр), выполняющем трещинки в пирите (Пр). Западный Кастек, аншлиф 199, зонд, ув.4000

Электрум ромбовидной формы (рис. 4) обнаружен в срастании с халькопиритом выполняющем прожилки в пирите. Диагностика проводилась на зонде, состав приведен в табл. 2.

Редкие земли имеют широкое распространение в рудах месторождения Кастек. Встречаются во всех просмотренных нами аншлифах, составляют примерно 5%, редко до 20% (от площади аншлифа).

Таблица 2 – Состав золота, аргентита и электрума по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %)

Fe	Cu	S	Ag	Au	Итого
-	-		15.00	85.00	100.00
-		9.86	90.14		100.00
-		13.14	86.86		100.00
3.82		9.23	86.94		100.00
1.97	2.24	-	31.62	65.71	100.0

При изучении в отраженном свете под микроскопом минералы редких земель наблюдаются во вмещающей породе и в лимоните в виде неправильной формы зерен, серого цвета с низким отражением. Согласно зондовым анализам (табл. 3), по составу можно выделить две разновидности минералов: лантан-цериевой группы - (монацит) и группы циркония (циркон).

Монацит (Ce, La...)PO₄ – один из наиболее распространенных редкоземельных минералов, встречается в эндогенных месторождениях самых различных генетических типов, является главным промышленным редкоземельным минералом. В отраженном свете под микроскопом наблюдаются неправильной формы зерна или шестоватые агрегаты, светло-серого цвета (рис. 5 а, б) Размер включений 0,004 - 0,02мм Отражение чуть выше, чем у лимонита, анизотропные с зеленовато-бурыми и стеклянными внутренними рефлексиями.

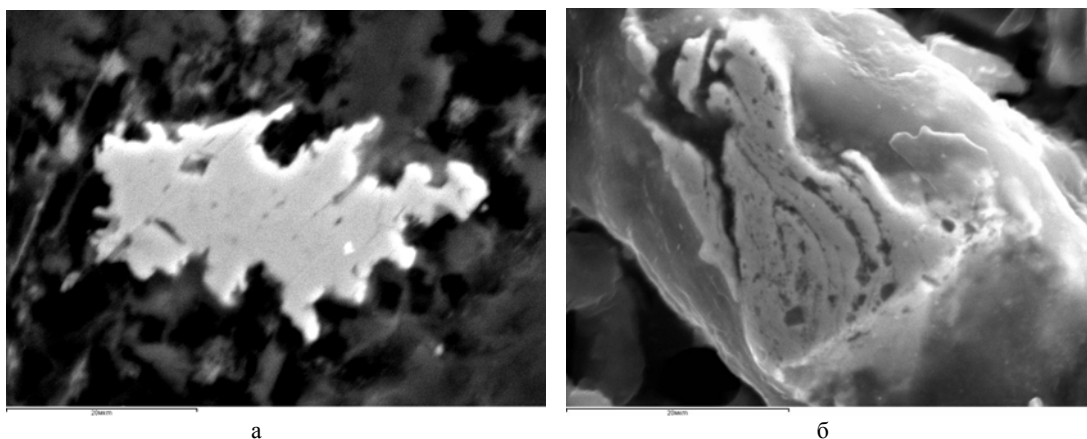


Рисунок 5 – а) редкие земли фосфата лантан-цериевой группы (монацит), Центральный Кастек, аншлиф С-10-16, гл.38,0; зонд; б) включение зонального монацита в лимоните, Западный Кастек, аншлиф К-10-46, инт.16, зонд

Циркон Zr[SiO₄]– широко распространенный минерал в кислых и щелочных изверженных породах и их пегматитах генетически связан с послемагматическими метасоматическими процессами. Образует выделения неправильной формы, сноповидные агрегаты и призмочки с зональным строением, характерным для метамиктных разновидностей. Размер зерен до 0,04мм. Цвет в отраженном свете серый, слабо анизотропный, внутренние рефлексии бесцветные и голубовато -серые.

Таблица 3. Химический анализ редких земель лантан-цериевой и циркониевой групп по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %).

P ₂ O ₅	CaO	Fe ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Итого
27.79	0.40	0.45	19.30	32.27	2.01	7.80		0.36				90.38
30.23	0.17	0.53	19.85	34.31	2.32	8.33	0.37					96.83
30.02	0.37	0.62	15.91	32.09	3.34	12.51	0.65	0.64	1.46	0.22		97.82
29.08	0.31	0.35	16.84	31.07	2.51	10.05	0.69	0.52			0.24	93.60
27.83			15.09	28.34		9.42						80.68

Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	ThO ₂	Gd ₂ O ₃	Tb ₂ O ₃	Итого
3.70	5.29	26.09	1.31	0.80	4.91	0.83	10.49	24.06	1.97	10.73	1.03	2.66			93.88

	1.28	23.5			11.0	12.0	11.7	20.7	1.99	6.65		2.09	1.25	1.27	95.9
4.39	18.5	23.77	0.98	0.32		0.25	17.96	26.87	1.26	5.28					99.76
0.88	2.00	18.71		0.39		27.76	12.00	21.91	2.17	6.65					92.46

SiO ₂	TiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO ₃	ZrO ₂	HfO ₂	ThO ₂	Итого
24.88		0.68		0.16	53.74	0.35	1.27	81.09
7.78	1.28		1.28	0.86	85.50			97.04

Широкое распространение в рудах месторождения имеют минералы титана (1-2%). Представлены двумя минеральными формами - **рутилом и анатазом**.

Рутил наблюдается в виде шестоватых, игольчатых агрегатов, размером до 0,18мм, анатаз в виде неправильной формы зерен или сростков усеченных октаэдров. Размер зерен до 0,08мм. В отраженном свете серого цвета, внутренние рефлексы светло-синие, иногда бурые очень похож на сфалерит.

Зона гипергенного изменения руды

Зона окисления представлена метасоматитами серовато-бурого цвета с пустотами выщелачивания, прожилками выполненными гидроокислами железа и марганца, барита, с характерными псевдоморфозами лимонита по пириту, размером от 0,002 до 1 мм. Характерны структуры замещения, кокардовая и кавернозная, концентрически-зональная.

В зоне гипергенного изменения наблюдается псевдоморфное замещение пирита лимонитом. Размер зерен до 2 мм, как правило, это пентагондодеаэдры со сглаженными гранями, или сростки кристаллов с реликтами неизмененного пирита в центре зерен. Характерна реликтовая зональность. Нередко в лимонитах наблюдаются включения редких земель, в виде агрегатов и отдельных зерен неправильной формы.

Изучение псевдоморфоз лимонита по пириту на зонде выявило его зональное строение и неоднородный химический состав зон, слагающих его. Каждая зона, согласно микрозондовому анализу (табл. 4), имеет разный набор элементов. Центральная зона представлена лимонитом с содержанием PbO-5,21%, следующие зоны уже содержат PbO – 35,41 и 35,41% и небольшое количество ZnO – 4,40 и 2,88%. Скорее всего эти минералы можно отнести к группе бедантита – коркиту – основному сульфат-фосфату свинца и окисного железа – PbFe₃(PO₄)(OH)₆, характерному в зоне выветривания галенита, и последний слой лимонита содержит Ce₂O₃-69,79% видимо за счет разложения редких земель.

Таблица 4 – Химический анализ лимонита по результатам микрозондового анализа (все результаты в весовых %).

С-10-15; 4,2 м Лимонит										
Спектр	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	ZnO	Ce ₂ O ₃	PbO	Итого
Спектр 1	1.04	2.52			0.07	82.59			5.21	91.42
Спектр 2	3.85		6.01	14.40		27.40	4.40		35.28	91.35
Спектр 3	6.64		9.06	11.62		22.74	2.88		35.41	88.36
Спектр 5	2.23	1.33		0.73		10.36		69.79		84.44

В зоне окисления массивных колчеданно-полиметаллических руд при изучении под микроскопом мы видим сложные по своему составу концентрически – зональные, шестовато-игольчатые образования серого, голубовато-белого цвета, с сильной анизотропией и двуотражением (рис. 6).

Лимонитизированные железо-марганцевые агрегаты, как показывают химические анализы, полученные при исследовании на зонде, обладают сложным составом. Состоят из нескольких зон, каждая из которых характеризуется различным набором элементов. Центральная часть зерен (увеличенный фрагмент, рис. 6-б) представлена гидроокислами марганца шестовато-игольчатой формы, серого цвета в отраженном свете, с примесью ZnO-2.90% и BaO-6.94%, и небольшой примесью свинца. Следующий слой, в отраженном свете серовато-коричневого цвета, в составе которого MnO- 51,28% и ZnO -17,63%. Внешняя каемка белого цвета представлена лимонитом с примесью цинка до 5,32% (рис. 6, табл. 5). По оптическим свойствам и составу, разновидности

содержащие MnO до 60,11% и ZnO-32,42%, можно отнести к гетеролиту, минералу образовавшемуся в зоне окисления свинцово-цинковых руд.

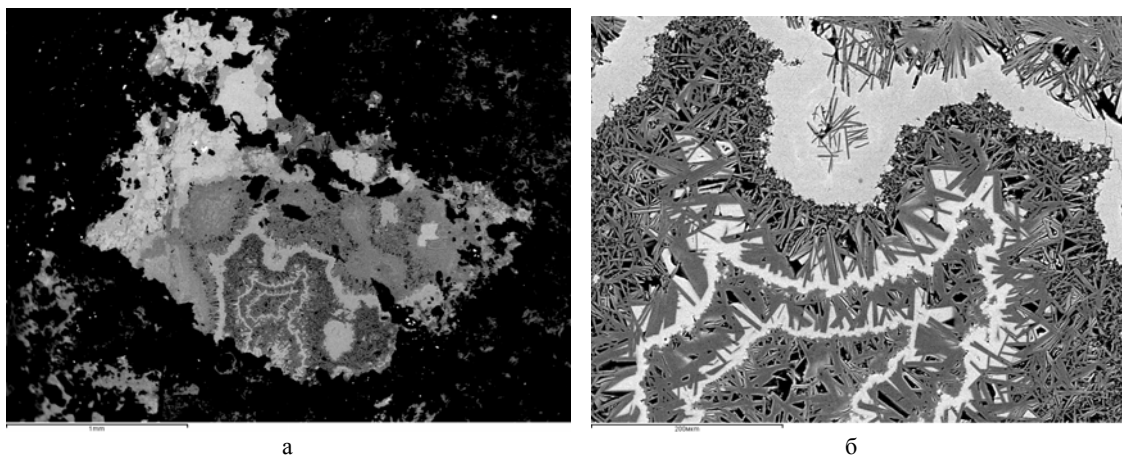


Рисунок 6. Концентрически-зональный агрегат лимонита (а), игольчатые образования гидроокислов железа и цинка (б) увеличенный фрагмент. Северный Кастек, аншлиф С-09-1а, гл. 21,4, зонд, разм.- а) -1 мкм, б) - 200мкм

Таблица 5 – Химический состав зон железо-марганцевых агрегатов (все результаты в весовых %)

Гидроокислы марганца и железа с цинком и барием										
С-09-1а, гл. 21,4										
Спектр	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	BaO	PbO	Итого
Спектр 1	0.29	0.08	1.60	0.39	63.84		2.90	6.94	0.73	76.77
Спектр 2	0.29	0.05			51.28		17.63	0.52		69.77
Спектр 3	2.31	3.29				69.23	5.32			80.14
С-09-1а;гл. 21,4										
Спектр	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	BaO	PbO	Итого
Спектр 1	0.42	0.34	1.10		60.11	2.56	1.68	5.36	8.30	79.88
Спектр 2		1.48			53.96	1.82	32.42			89.67
Спектр 3	0.65	2.90		0.16	4.63	78.50	3.11		0.42	90.37

В зависимости от типа исходной руды состав и количественные соотношения элементов в железо-марганцевых агрегатах, не одинаковые (табл. 6, С-09-5; гл.32,2). Содержание PbO в марганцевых конкрециях от 25,48 до 34,32%, с небольшим количеством железа, меди и цинка. Эту группу минералов по химическому составу можно отнести к свинцовистому псиломелану – цезаролиту (PbMn₃O₇H₂O).

Таблица 6 – Химический анализ концентрически-зональных железо-марганцевых агрегатов (все результаты в весовых %)

Образец: 18 С-09-5; гл.32,2						
Спектр	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	ZnO	PbO	Итого
Спектр 1	41.40	6.60	0.83	0.39	34.32	83.54
Спектр 2	56.37		0.41		25.48	82.26
Спектр 3	48.90	1.76	0.96		32.08	83.71

Таблица 7 – Химический анализ зон окисленной полиметаллической руды (все результаты в весовых %)

197 (отвалы)										
Спектр	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	PbO	Итого
Спектр 1	0.58	0.84		0.71		60.01	1.91	0.73	18.37	83.14
Спектр 2	0.64	1.09		2.47		66.52	1.07	1.48	9.40	82.67
Спектр 3			0.17	0.16	0.23	51.90		17.91		70.38
Спектр 4		0.64		1.85	0.51	59.90		9.58		72.48
Спектр 5		0.97	3.65		0.40		82.86	0.73		88.61

В аншлифе 197 в отраженном свете наблюдаются необычайно красивые концентрически-зональные, волнисто-перистые образования железо - марганцевого состава. Каждый слой имеет свой набор элементов и оптические свойства (рис. 7, табл. 7).

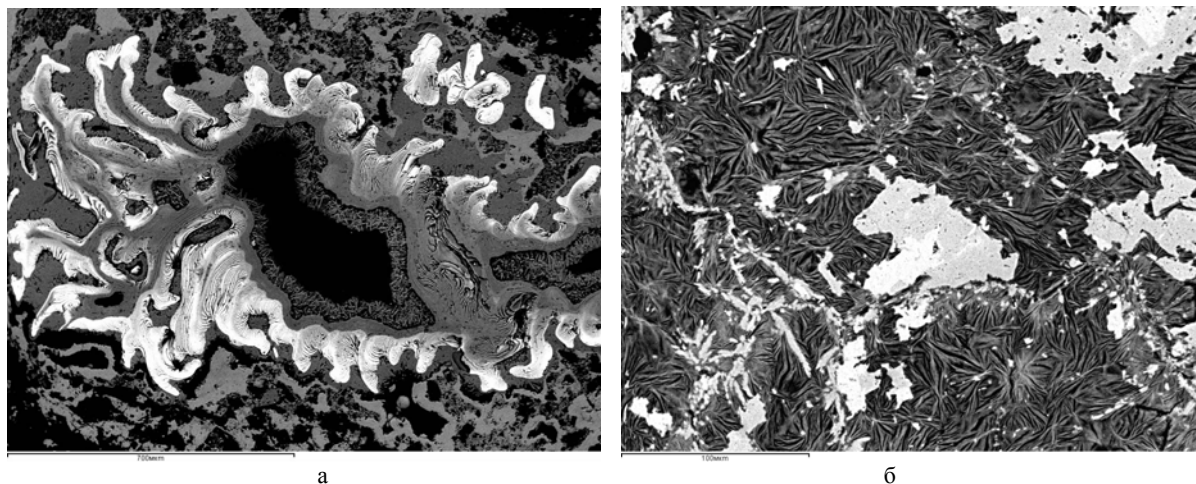


Рисунок 7- а) железо-марганцевые агрегаты концентрически-зонального, волнисто-перистого строения. Северный Кастек, аншлиф 197, зонд, 700мкм; б) прожилок выполненный гидроксидами марганца и железа (серые иголки) с гнездами свинцовистого псиломелана –цезаролита (светло-серое). Южный Кастек, аншлиф К-10-33, гл.33.2, зонд, 100 мкм.

Каемки белого цвета (вершинки волнушек) содержат $MnO-60.01\%$, $PbO-18.37\%$, $Fe_2O_3-1.91\%$, и немного ZnO , следующий слой светло-серого цвета содержит немного меньше свинца, но больше цинка и калия, слой серого цвета (перед иголочками в центре) состоит из $MnO-51.90\%$, $ZnO-17.91\%$, иголки в центре - немного меньше цинка и марганца, но чуть больше калия. Внешняя оболочка представлена лимонитом без примесей.

Прожилки выполнены гидроксидами железа и марганца, образующими сложные концентрически-зональные и игольчатые структуры (рис. 7).

Исследованный нами материал позволяет проследить две стадии минералообразования. К первой стадии из рудных минералов можно отнести пирит и арсенопирит, из нерудных: турмалин, кварц, хлорит, карбонаты. Вторая стадия основная, в этот период образовались главные минералы полиметаллических руд (сфалерит, пирит, галенит, халькопирит), сопровождающаяся тектоническими подвижками и связанными с ними изменениями окислительно- восстановительного потенциала рудообразующих растворов. Отложение рудных минералов происходило по трещинкам и в виде прожилков. К более поздним процессам минералообразования можно отнести появление маложелезистого светло-желтого сфалерита, бесцветного турмалина и галенита.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дергачев А.Л., Еремин Н.И., Позднякова Н.В., Сергеева Н.Е. Эволюция вулканогенного колчеданного рудообразования в истории Земли. – М.: Электрон. науч. – информ. Журнал Вестник РАН, 2000, № 3, с. 13.
- 2 Добрецов Н.Л., Меляховецкий А.А. Ащепков И.В. и др. Структурно- метаморфические критерии метаморфогенного оруденения (на примере колчеданных месторождений). - Новосибирск, Наука, 1987, с.167.
- 3 Добрецов Н.Л. Периодичность геологических процессов и глубинная геодинамика. – М.:Геология и геофизика, 1994, т.35, №5, с.3-19.
- 4 Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. - М.: Недра, 1965. – 272 с.
- 5 Перельман А.И. Геохимия. - М.: Высшая школа, 1979. – 422 с

REFERENCES

- 1 Dergachev A.L., Eremin N.I., Pozdnjakova N.V., Sergeeva N.E. Jevoljucija vulkanogen-nogo kolchedannogo rudoobrazovanija v istorii Zemli. *M.: Jelektron. nauch. inform. Zhurnal Vestnik RAN*, 2000, № 3, s. 13. (in Russ).
- 2 Dobrecov N.L., Meljahoveckij A.A. Ashhepkov I.V. i dr. Strukturno- metamorfiche-skie kriterii metamorfogennogo oрудeneniya (na primere kolchedannyh mestorozhdenij). *Novosibirsk, Nauka*, 1987, s.167. (in Russ).

3 Dobrecov N.L. Periodichnost' geologicheskikh processov i glubinnaja geodinamika. *M.:Geologija i geofizika*, 1994, t.35, №5, s.3-19. (in Russ).

4 Perel'man A.I. Geohimija jepigeneticheskikh processov. *M.: Nedra*, 1965. 272 s. (in Russ).

5 Perel'man A.I. Geohimija. *M.: Vysshaja shkola*, 1979, 422 s. (in Russ).

В.И. Роднова, Ю.Н.Гилев, Мамонов Е.П.

(Қ.И.Сатбаев атындағының геологиялық ғылымдар институты, «Геолог А» ЖШС)

ҚАСТЕК КОЛЧЕДАН-ПОЛИМЕТАЛЛ КЕНОРНЫ КЕНДЕРІНІҢ ЗАТТЫҚ ҚҰРАМЫ
ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСУ МЕХАНИЗМІ (ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН)

Резюме

Қастек кенді алқабындағы колчедан-полиметалл және полиметалдық (желілік) кендену түрлерінің қалыптасу үдерістері көрсетілген. Кендердің заттық құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Кендердің заттық құрамын зерттеу нәтижелері баяндалған, бастапқы кендердің негізгі кендік минералдарының, сондай-ақ тотығу аймағындағы сирек кездесетін минералдарының сипаттамасы берілген.

Кілт сөздер: кенорны, кең аймағы, минералдану, кен минералы, тотығу аймағы, құрылым, текстура, сульфидтер, тотықтар.

V.I.Rodnova, J.N.Giljev, E.P.Mamonov

(Institute of geological sciences of K.I.Satpayev, «Geolog A» LLP)

MATERIAL COMPOSITION OF ORES AND MECHANISM OF FORMATION OF KOLCHEDANNO-
POLIMETALLICHESKOGO OF THE FIELD KASTEK (THE SOUTHERN KAZAKHSTAN)

Summary

The material investigated by us allows to track two stages of mineralogenesis on a field Kastek. From ore minerals it is possible to carry pyrites and arsenopyrite to the first stage, from the nonmetallic: tourist's raspberries, quartz, chlorite, carbonates. The second stage the main, during this period was formed the main minerals of polymetallic ores (blende, pyrites, a galenite, chalcopyrite), being accompanied by tectonic motions and the related changes of oxidizing recovery potential of ore-forming solutions.

Keywords: field, ore field, mineralization, ore minerals, oxidation zone, structure, texture, sulfides, oxides.

Поступила 5.04.2013 г.

UDC 553.441 (574.2)

З.Н. ПАВЛОВА, В.Л. ЛЕВИН, П.Е. КОТЕЛЬНИКОВ

(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы)

НОВЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ ВИД СУЛЬФИДА НИКЕЛЯ И ЖЕЛЕЗА

Аннотация

Минерал встречен в виде тонких мелкозернистых жилок в пирротине медно-никелевого месторождения Камкор. Совместно с ним отмечается халькопирит.

Ключевые слова: Месторождение Камкор, медно-никелевые руды, сульфиды никеля и железа.

Key words: Deposit Kamkor, Copper-nickel ores, Sulfides of Nickel and iron.

Кілт сөздер: Камкор кенорны, мыс-никел кендері, никель мен темірдің сульфидтері.

Из совместных сульфидов никеля и железа известны три минерала – пентландит, виоларит и бравоит [1,2,3]. При минералогическом изучении руд медно-никелевого месторождения Камкор (Центральный Казахстан) была обнаружена еще одна их минеральная разновидность. По количественному соотношению катионов и анионов она близка виолариту, но содержания никеля и железа здесь примерно равны, тогда как в виоларите никеля в два раза больше, чем железа (таблица 1).

Таблица 1 – Состав сульфидов никеля и железа (вес, %)*

Минерал	Формула	S	Ni	Fe	Co
Пентландит	(Fe,Ni) ₉ S ₈	33,23	34,22	32,55	0,4-3,0
Виоларит	FeNi ₂ S ₄	42,54	38,94	18,52	-
Бравоит	(Fe,Ni)S ₂	54,51	24,81	20,68	-
Новый минерал	(Fe,Ni) ₃ S ₄	42,07	29,16	26,18	0,0-4,27

* Составы известных минералов приведены по справочным данным. Для нового минерала даны средние содержания по 8 анализам, выполненным на микрозонде ICXA-733.

Месторождение Камкор, где встречен минерал – типичный представитель сульфидных медно-никелевых руд. Рудовмещающей является дифференцированная интрузия, прорывающая эффузивно-осадочную толщу турне-визе. Интрузия в центральной части представлена перидотитами, а выше и ниже подсечены роговообманковое габбро, кварцевый диорит и роговообманковый норит. В перидотитах имеются прослои габбро-норитов и норитов [4].

Медно-никелевая минерализация имеется во всех разновидностях пород интрузива, но более богатая тяготеет к перидотитам и габбро-норитам. Оруденение вкрапленное и гнездово-вкрапленное. Основные рудные минералы – пирротин, халькопирит, пирит, пентландит. Изредка встречаются миллерит NiS, виоларит FeNi₂S₄, ваэсит NiS₂, кобальтин CoAsS, неназванный сульфотеллурид никеля и кобальта (Ni,Co)₂(S,Te)₃ и мелонит NiTe₂ [5].

Новый сульфид никеля и железа, как и пентландит, пространственно связан с пирротинном. Но если пентландит представлен одиночными пластинками в пирротине и иногда сгущениями их вдоль трещин и в краях пирротина, то этот минерал встречается только в виде тонких (около 0,05-0,1 мм) мелкозернистых жилок в пирротине (рис. 1,2). Совместно с ним отмечается халькопирит. Иногда он тесно ассоциирует с халькопиритом, окаймляющим пирротин.

По цвету в отраженном свете новый минерал близок пирротину, но имеет чуть розоватый оттенок и более высокий рельеф. Изотропен.

Состав минерала определен на микрозонде ICXA-733 по 8 точкам. Содержания слагающих его элементов варьируют в следующих пределах (вес, %): Ni 27,65-29,86; Fe 22,26-27,55; S 41,13-42,96. Нередко имеется примесь Co (до 3-4%). Все анализы приведены в статье З.Н.Павловой и др. [5]. Расчетные формулы укладываются в следующий ряд: $(\text{Fe}_{1,45} \text{Ni}_{1,51} \text{Co}_{0,09})_{3,05} \text{S}_{4,00}$ - $(\text{Fe}_{1,47} \text{Ni}_{1,44} \text{Co}_{0,15})_{3,06} \text{S}_{4,00}$. Идеализированная формула минерала $(\text{Fe,Ni})_3 \text{S}_4$.

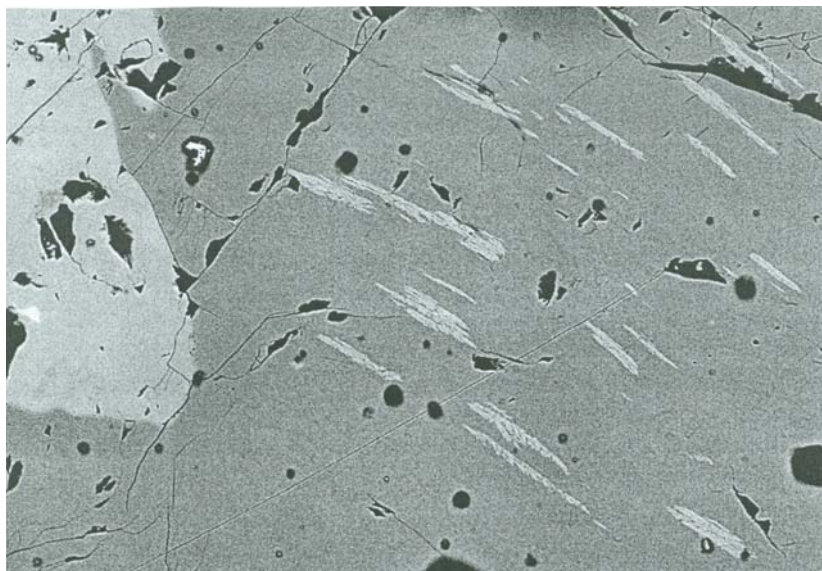


Рисунок 1 – Скопление пластинок пентландита в пирротине. Белый рельефный минерал слева-пирит. Обр. 15. Увел. 285

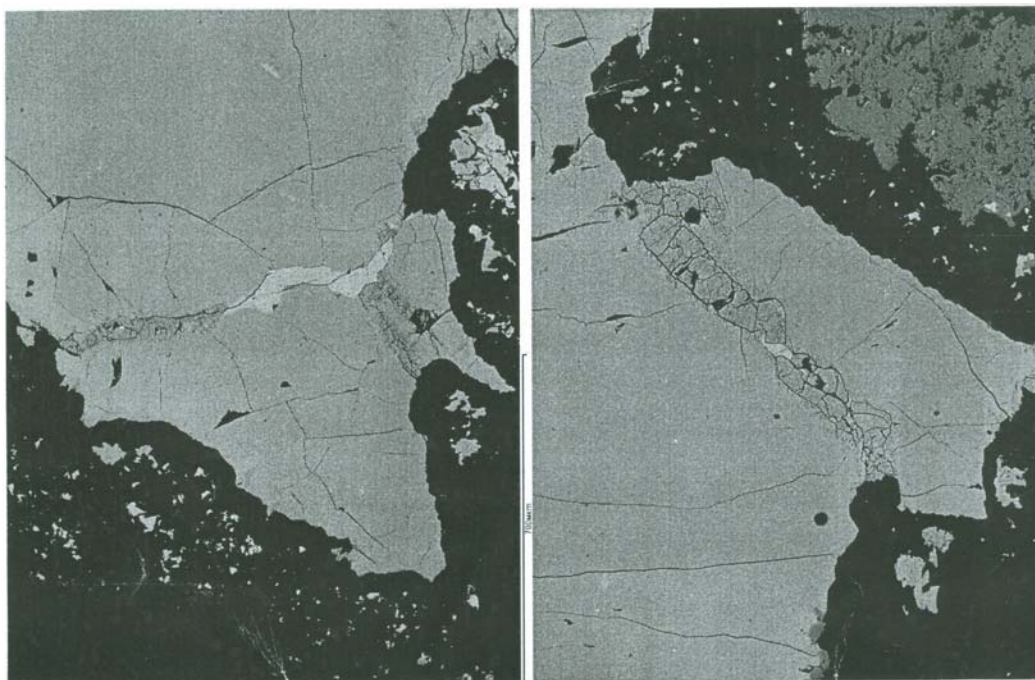


Рисунок 2 – Мелкозернистые жилки нового сульфида никеля и железа в сопровождении халькопирита (белый) среди пирротина. Обр. 1397/54(3). Увел. 75 (слева) и 100 (справа)

Структурные взаимоотношения минералов показывают, что образование описываемого вида, как и большей части халькопирита, связано с гидротермальной стадией, сменившей магматическую, когда отлагались пирротин и пентландит.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Москва. 1956. 557 стр.
- 2 Юшко С.А., Юшко-Захарова О.Е., Лебедева С.И., Максимюк И.Е. Диагностические свойства рудных минералов. Москва. 1969. 214 стр.
- 3 Минералы Казахстана. Алма-Ата. «Наука». 1989. 200 стр.
- 4 Филимонова Л.Е. Месторождение Камкор. – В книге «Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд меди». Алма-Ата. Наука Каз ССР. 1978. 248 стр.
- 5 Павлова З.Н., Омарбекова А.Е., Левин В.Л. Минералы никеля и кобальта в рудах медно-никелевого месторождения Камкор. – Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы. 2011. №4. Стр. 38-41.

REFERENCES

- 1 Betehtin A.G. Kurs mineralogii. Moskva. 1956. 557 str.
- 2 Jushko S.A., Jushko-Zaharova O.E., Lebedeva S.I., Maksimjuk I.E. Diagnosticheskie svojstva rudnyh mineralov. Moskva. 1969. 214 str.
- 3 Mineraly Kazahstana. Alma-Ata. «Nauka». 1989. 200 str.
- 4 Filimonova L.E. Mestorozhdenie Kamkor. – V knige «Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii. Mestorozhdenija rud medi». Alma-Ata. Nauka Kaz SSR. 1978. 248 str.
- 5 Pavlova Z.N., Omarbekova A.E., Levin V.L. Mineraly nikelja i kopal'ta v rudah medno-nikelevogo mestorozhdenija Kamkor. – Izvestija NAN RK. Serija geologii i tehniceskikh nauk. Almaty. 2011. №4. Str. 38-41.

З.Н.Павлова, В.Л.Левин, П.Е.Котельников

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ.)

НИКЕЛЬ ЖӘНЕ ТЕМІР СУЛЬФИДІНІҢ ЖАҢА МИНЕРАЛДЫҚ ТҮРІ

Резюме

Минерал жіңішке ұсақдәнді талшық түрінде Қамкор кенорнындағы мыс-никель пирротинінде кездесті. Сонымен бірге халькопирит те байқалған.

Кілт сөздер: Қамкор кенорны, мыс-никель кендері, никель мен темірдің сульфидтері.

Z.N. Pavlova, V.L. Levin, P.E. Kotelnikov

(Institute of geological sciences named of K.I. Satpaeva, Almaty)

A NEW MINERAL SPECIES OF SULPHIDE OF NICKEL AND IRON.

Summary

The mineral is met in the form of thin fine-grained veins in pyrrhotine copper-nickel deposit Kamkor. Together with it is marked chalkopyrite.

Keywords: Deposit Kamkor, Copper-nickel ores, Sulfides of Nickel and iron.

Поступила 5.06.2013 г.

К ОБОСНОВАНИЮ АКУСТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЛЬТРАЦИИ, ПРОНИЦАЕМОСТИ И ПЬЕЗОПРОВОДНОСТИ (часть I)

Аннотация

В свете дуальной природы закона Дарси-Жуковского поровое пространство природных водонапорных систем литосферы широкого спектра проницаемости следует рассматривать в качестве совокупности акустических резонаторов Гельмгольца и акустических фильтров (водоупоров), обеспечивающих генерацию звуковых колебаний различных частот с формированием звуков определенной полосы частот. Возникающее естественное акустическое поле увеличивает скорость фильтрации и естественные ресурсы подземных вод. Взаимообусловленность акустического поля и упругоэластичности пласта позволяет обосновать на основе молекулярно-кинетического подхода расчетные зависимости проницаемости, упругоэластичности, пьезопроводности.

Ключевые слова: законы фильтрации, акустика, проницаемость, пьезопроводность, упругоэластичность пласта, трансляция, период осцилляции, теория.

Кілт сөздер: сүзілудің заңдары, акустика, өткізгіштік, қысымөткізгіштік, серпімді су сыйымдылығы, қабат, өткел, теңселу кезеңі, теория.

Keywords: filtering laws, acoustics, permeability, piezoconductivity, stratum elastic capacity, translation, oscillation period, theory.

Продолжим обсуждение волновых свойств геофильтрации, обнаруженных и изложенных в предыдущем сообщении [1], концептуальная суть которых в следующем.

Основополагающим законом фильтрации – гравитационного течения вязкой несжимаемой жидкости в пористой среде, является, как известно, закон Дарси. Открытие и экспериментальное обоснование закона принадлежит французскому инженеру-гидравлику А. Дарси [2], теоретическое – русскому ученому Н.Е. Жуковскому [3].

За основу построения дифференциальных уравнений фильтрации Н.Е.Жуковский принимает уравнение гидродинамики идеальной жидкости Эйлера [4]

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}\nabla)\mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \text{grad } p + \mathbf{g}, \quad (1)$$

рассматриваемой в качестве сплошной несжимаемой и невязкой среды, где внутренние силы приводятся к нормальному давлению p .

Объемный характер процесса фильтрации и невозможность рассмотрения и описания траекторий и скоростей частиц жидкости в сложной структуре пористой среды обязывают рассматривать силы сопротивления, оказываемые этой средой движению жидкости, как объемные. В этой связи Н.Е. Жуковский вводит понятие о динамической силе сопротивления песков при фильтрации через них воды как об объемной силе, отнесенной к единице массы [3]. Действительно, динамические силы определяется тем, что при движении жидкости в пористой среде эта последняя оказывает сопротивление, стремящееся замедлить движение жидкости (для простоты изложения скелет пористой среды рассматривается неподвижным).

Силы сопротивления такому движению жидкости в пористой среде определяются силами внутреннего трения в жидкости – вязкостью и скоростью движения жидкости. Согласно линейному закону трения Ньютона

$$F_{\text{тр}} = -\alpha v \quad (2)$$

($F_{\text{тр}}$ – сила сопротивления, α – коэффициент внутреннего трения, v – скорость движения), действительного для малых значений скорости движения, пропорциональны первой степени скорости самого движения v .

Эту силу, в соответствии с законом (2), Н.Е. Жуковский записывает в виде [3]

$$\mathbf{F} = -\frac{g}{k} \mathbf{v} \quad (3)$$

где $\alpha = \frac{g}{k} = \frac{\eta}{K\rho} = \frac{v}{K}$ – коэффициент сопротивления при фильтрации (показатель затухания

колебаний); \mathbf{v} – вектор скорости фильтрации, g – ускорение силы тяжести; $k = K \frac{\rho g}{\eta} = K \frac{g}{v}$ –

коэффициент фильтрации; K – проницаемость среды фильтрации; ρ – плотность жидкости; вязкость жидкости: $\eta = \rho v$ – динамическая, v – кинематическая.

Таким образом, в силу малой величины скорости движения жидкости при фильтрации, Н.Е. Жуковский заменяет в уравнении гидродинамики идеальной жидкости Эйлера (1) инерционные силы силами сопротивления пористой среды при движении в ней реальной (вязкой) жидкости, пропорциональными первой степени скорости движения, а именно:

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} \rightarrow \frac{g}{k} \mathbf{v} = \frac{v}{K} \mathbf{v}.$$

Следовательно, модифицированное Жуковским уравнение Эйлера (1), запишется к виду

$$\frac{g}{k} \mathbf{v} = -\text{grad } p + \rho \mathbf{g}. \quad (4)$$

Итак, согласно Н. Е. Жуковскому [3], осредненное движение частиц жидкости в поровом пространстве определяется теми же законами, как и в свободном пространстве – уравнениями Эйлера, но силы вязкого сопротивления сводятся к эффективной силе \mathbf{F} , пропорциональной относительной средней скорости потока жидкости.

Рассмотрение движения жидкости в поле тяжести Земли с напряженностью поля массовых сил $\mathbf{F}_V = -\mathbf{g}$ уравнение (4) дает двучленный закон Дарси-Жуковского:

$$\mathbf{v} = -\frac{K}{\eta} (\text{grad } p - \rho \mathbf{g}) = -\frac{K}{\eta} \mathbf{f}, \quad (5)$$

где $\mathbf{f} = (\text{grad } p - \rho \mathbf{g})$ – фильтрационная сила или движущая сила фильтрации.

Преобразуем эту силу к виду

$$\mathbf{f} = \rho \mathbf{g} \left(\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\nabla p}{\rho} - 1 \right). \quad (6)$$

Из гидростатического уравнения Эйлера

$$\nabla p = \rho \mathbf{g} \quad (7)$$

и соотношения градиентов плотности и давления в адиабатическом процессе [4]

$$\nabla p = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right)_s \nabla \rho = c^2 \nabla \rho, \quad (8)$$

($c = \sqrt{(\partial p / \partial \rho)_s}$ – скорость звука в жидкости), имеем следующие соотношения

$$\nabla p = \left(\frac{\rho}{c^2} \right) \mathbf{g} \quad \text{или} \quad \frac{\nabla p}{\rho} = \frac{\mathbf{g}}{c^2}, \quad (9)$$

показывающие, что существенное изменение плотности в поле тяжести происходит на расстоянии

$$H = \frac{c^2}{g} = \frac{\rho}{\nabla \rho}, \quad (10)$$

где H – напор, отвечающий адиабатическому градиенту плотности $B = \frac{1}{H} = \nabla \rho / \rho = \mathbf{g} / c^2$.

Акцентируя в дальнейшем изложении внимание лишь на акустическом процессе, перепишем выражение фильтрационной силы (6) к виду

$$\mathbf{f} = \rho \mathbf{g} \left(\frac{c^2 B}{\mathbf{g}} - 1 \right) = \nabla p \left(\frac{c^2 B}{\mathbf{g}} - 1 \right). \quad (6a)$$

Используя модифицированное выражение фильтрационной силы (6a), запишем окончательный вид закона фильтрации Дарси-Жуковского, сопровождающейся, как показано в [1], акустическим волновым процессом:

$$\mathbf{v} = -\frac{K}{\eta} \left(\frac{c^2 B}{\mathbf{g}} - 1 \right) \nabla p = -k \left(\frac{\mathbf{g}}{c^2 B} - 1 \right). \quad (11)$$

Выясним условия равновесия подземных вод. В этом случае движение отсутствует, т.е. скорость равна нулю и фильтрационная сила принимает также нулевое значение

$$\mathbf{f} = 0,$$

что дает уравнение гидростатики Эйлера (7)

$$\rho \mathbf{F}_V = \text{grad} p$$

при условии, что единственной массовой силой является сила тяжести, характеризуемая напряженностью поля силы тяжести \mathbf{g}

$$\mathbf{F}_V = \frac{\text{grad} p}{\rho} = \mathbf{g}.$$

Исключим из уравнения гидростатики Эйлера плотность и давление, для чего возьмем операцию вихря от обеих частей

$$\text{rot}(\rho \mathbf{F}_V) = \text{rot} \text{grad} p.$$

Для потенциального течения – безвихревого движения жидкости или газа, при котором каждый малый объём деформируется и перемещается поступательно и не имеет вращения (вихря), имеем

$$\text{rot} \nabla p = 0,$$

откуда следует

$$\text{rot}(\rho \mathbf{F}_V) = 0.$$

Используя правила векторного анализа и раскрывая скобки, получим

$$\rho \text{rot} \mathbf{F}_V + \nabla p \cdot \mathbf{F}_V = 0.$$

Умножая обе части этого равенства скалярно на \mathbf{F}_V , замечая, что второе слагаемое как векторное произведение перпендикулярно своему сомножителю \mathbf{F}_V , получим условие существования поверхностей, нормальных к силовым линиям поля силы тяжести:

$$\mathbf{F}_V \cdot \text{rot} \mathbf{F}_V = 0.$$

К числу объемных сил, удовлетворяющих этому условию, относятся силы, имеющие потенциал U , так что для них

$$\mathbf{F}_V = -\nabla U, \quad \text{rot} \mathbf{F}_V = 0.$$

В таком случае

$$\nabla p \cdot \mathbf{F}_V = 0,$$

откуда следует, что при равновесии среды силовые линии поля потенциальных объемных сил ортогональны изостерам – поверхностям одинаковой плотности и что изостеры совпадают с изопотенциальными поверхностями силового поля. Таким образом, в общем случае равновесия жидкости под действием потенциального поля объемных сил изопотенциальные поверхности поля совпадают с изобарами и изостерами

$$\nabla p \times \nabla \rho = 0,$$

т.е. поверхность подземных вод, находящейся в гидростатическом равновесии в поле тяжести – плоско-горизонтальная. Из уравнения гидростатики Эйлера следует также и то, что при равновесии среды силовые линии перпендикулярны к изобарам – поверхностям одинакового уровня (давления) общего вида

$$H(x, y, z, t) = \text{const.}$$

Теория. Изобарная поверхность $H(x, y, z, t) = \text{const}$ делит геофильтрационную среду на две области – возмущенную и невозмущенную. Переход из одной области в другую сопровождается непрерывным изменением $H(x, y, z, t)$ и ее производных.

Поскольку напор является скалярной величиной, то для описания поведения этой величины введем дифференциальные инварианты первого и второго порядка. Первый дифференциальный инвариант изобарной поверхности $H(x, y, z, t) = \text{const}$ равен абсолютной величине градиента напора:

$$|\nabla H| = \frac{\partial H}{\partial n} = \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial z}\right)^2}. \quad (12)$$

При помощи этого дифференциального инварианта можно установить связь между скоростью распространения изобарной поверхности v_H и локальной производной напора по времени $\partial H/\partial t$. С этой целью запишем полный дифференциал от уравнения изобарной поверхности $H(x, y, z, t) = \text{const}$

$$\frac{\partial H}{\partial t} dt + \frac{\partial H}{\partial n} dn = 0. \quad (13)$$

Обозначим величину $\frac{dn}{dt} = v_H$ в качестве скорости перемещения или скорости распространения изобарной поверхности. Тогда будем иметь

$$v_H = -\frac{\partial H}{\partial t} \left(\frac{\partial H}{\partial n}\right)^{-1} = -\frac{1}{|\nabla H|} \frac{\partial H}{\partial t}. \quad (14)$$

Чтобы замкнуть дифференциальные инварианты, необходимо воспользоваться законом сохранения (уравнением непрерывности) вида

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \text{div } \mathbf{q} = w, \quad (15)$$

где $\mathbf{q}(x, y, z, t)$ – плотность потока, $w(x, y, z, t)$ – функция источника (стока).

Градиент напора определяет плотность потока субстанции при помощи гипотезы (закона) Дарси

$$\mathbf{q} = k|\nabla H|. \quad (16)$$

Подставляя гипотезу Дарси в закон сохранения, получим уравнение нестационарной фильтрации параболического типа - уравнение Буссинеска,

$$\frac{\partial H}{\partial t} - a\Delta H = w, \quad (17)$$

где Δ – лапласиан, a – пьезопроводность. В результате подстановки уравнения Буссинеска в выражение полного дифференциала напора получим выражение пьезопроводности

$$a = \frac{|\nabla H|}{\Delta H} v_H, \quad (18)$$

содержащий второй дифференциальный инвариант изобарной поверхности $H(x, y, z, t) = \text{const}$ (оператор Лапласа или лапласиан)

$$\Delta H = \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2}. \quad (19)$$

Таким образом, коэффициент пьезопроводности прямо пропорционален скорости распространения изобарной поверхности подземных вод, т.е. пьезопроводность отражает скорость

перераспределения уровня (пьезоуровня) подземных вод в нестационарном процессе геофильтрации. Следовательно, коэффициент пьезопроводности равен количеству переносимого импульса в единицу времени через единицу поверхности под действием перепада напора и по своему физическому смыслу характеризует молекулярный перенос импульса (вязкость): механизм внутреннего трения в жидкостях – вязкость, заключается, т.о., в том, что хаотически движущиеся молекулы переносят импульс из одного слоя в другой – в направлении перпендикулярном потоку, что приводит к формированию параболического профиля скоростей Пуазейля.

Коэффициент пропорциональности $\frac{|\nabla H|}{\Delta H}$ в выражении пьезопроводности можно упростить путем понижения порядка дифференцирования функции $H(x, y, z, t)$ в числителе и знаменателе приведенного выражения, что дает

$$\frac{|\nabla H|}{\Delta H} \rightarrow \frac{H}{|\nabla H|}.$$

Следовательно, окончательное выражение пьезопроводности принимает вид

$$a = \frac{H}{|\nabla H|} \nu_H, \quad (20)$$

где $\Sigma = \frac{|\nabla H|}{H}$ – удельная водоёмкость пласта (размерность L^{-1}), характеризующая объем воды, высвобождаемый (поглощаемый) единицей объема пласта при снижении (повышении) напора на одну единицу, связанная с упругоёмкостью пласта $\beta^* = \frac{|\nabla H|}{\gamma H}$ (размерность Pa^{-1}) удельным весом воды γ .

Дальнейшее преобразование выражения пьезопроводности с использованием уравнения Дарси (16) дает зависимость пьезопроводности от скоростей: распространения изобарной поверхности и фильтрации

$$a = kH \frac{\nu_H}{\nu_f} = \frac{k}{\gamma \beta_b} \cdot \frac{\nu_H}{\nu}. \quad (21)$$

При условии $\nu_H = \nu$ уравнение пьезопроводности приводится (для жесткой среды фильтрации) к виду

$$a = kH = \frac{k}{\gamma \beta_b}, \quad (22)$$

где $H = 10\gamma^{-1}\beta_b^{-1}$ – напор, соответствующий упругости пресной воды β_b .

Для общего случая – пьезопроводности пластовой системы в целом, имеем

$$a^* = kH^* = \frac{k}{\gamma \beta^*} \cdot \frac{\nu_H}{\nu}, \quad (23)$$

где $H^* = 10\gamma^{-1}\beta^{*-1}$ – напор, $\beta^* = (n\beta_b + \beta_{пл})$ – коэффициент упругоёмкости пласта; γ – объемный вес воды; n – эффективная пористость пласта; $\beta_b, \beta_{пл}$ – сжимаемости воды и пласта, соответственно.

Сравнивая выражения (21) и (23), получим соотношение коэффициентов пьезопроводности и упругоёмкости жесткой и упругой пластовых сред

$$a\beta_b = a^*\beta^*.$$

Дальнейшее преобразование последнего соотношения с привлечением выражения упругоёмкости пласта

$$\beta^* = n\beta_b + \beta_{пл}$$

дает соотношения коэффициентов сжимаемости воды β_b и пласта $\beta_{пл}$, а также пьезопроводностей жесткой a и упругой a^* пластовой среды и ее пористости n в виде

$$\frac{\beta_{пл}}{\beta_b} = \left(\frac{a}{a^*} - n \right).$$

Следовательно, при $\frac{\beta_{пл}}{\beta_v} = 1$ имеем $\frac{a}{a^*} = n$, т.е. пьезопроводность упругой пластовой среды a^*

значительно превышает пьезопроводность жесткой пластовой среды a в $\frac{1}{n}$ раз; при $\frac{\beta_{пл}}{\beta_v} < 1$ имеем

$\frac{a^*}{a} > (1+n)$, т.е. пьезопроводность упругой пластовой среды a^* незначительно превышает

пьезопроводность жесткой пластовой среды a – лишь в $(1+n)$ раза. Следовательно проведение оценок пьезопроводности на основе привлечения ненадежных значений коэффициентов сжимаемости воды β_v и пласта $\beta_{пл}$ и его пористости могут привести к серьезным ошибкам.

Итак, геофильтрация, как процесс переноса импульса, описывается дифференциальным уравнением параболического типа Буссинеска, полученным на основе выполнения закона сохранения (неразрывности) с учетом гипотезы Дарси – связи потока с градиентом напора в качестве движущей силы. При этом закон фильтрации Дарси-Жуковского является линейным законом переноса наряду с линейными кинетическими уравнениями, описывающими необратимые процессы: теплопроводности (Фурье), диффузии (Фика) и электропроводности (Ома). Для всех линейных законов переноса характерны линейные соотношения Л. Онсагера (1931 г.) между термодинамическими силами (градиентами) и потоками (скоростями процессов), имеющим вид дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами [5]

$$I_i = \sum_j L_{i,j} \text{grad } \Gamma_j (\Gamma_j = T, p, \mu; L_{i,k} = L_{k,i}). \quad (24)$$

Онсагер строит "квазитермодинамику" (общую теорию неравновесных, необратимых процессов) по принципу динамики частиц, где при рассмотрении динамических задач, в частности отклонений от равновесия, основными понятиями являются понятия силы и скорости. Поэтому, при рассмотрении таких необратимых процессов как диффузия, теплопроводность, электропроводность, он вводит "термодинамические силы" и скорости (потоки). Термодинамическая сила, таким образом, есть величина, измеряющая степень отклонения системы от ее термодинамически равновесного состояния (градиент температуры, градиент концентрации, градиент давления, ЭДС). Однако, линейные уравнения применимы лишь к системам незначительно отклоняющимся от состояния равновесия. Только в этом случае соблюдается принцип линейности и идея о потоке энтропии и скорости возрастания энтропии в неравновесной термодинамике Онсагера.

Параболическое уравнение переноса Буссинеска неинвариантно относительно знака у переменной времени, поскольку замена времени t на $-t$ изменяет само уравнение; поэтому параболическое уравнение фильтрации описывает необратимый процесс переноса.

Не менее важно и то, что параболическое уравнение переноса обладает, как и исходные уравнения: гипотеза Дарси и закон сохранения, на основе которых оно получено, основным свойством – скорость распространения гидрогеологического возмущения равна бесконечности, что физически невозможно. Следовательно, для придания реальной конечности скорости распространения возмущения, необходим учет явления релаксации путем фиксации ее периода (времени протекания). С этой связи предлагается [6] преобразование дифференциального уравнения Онсагера введением производной потока по времени

$$\mathbf{I}_i = \sum_j L_{ij} \mathbf{X}_j + L_{jr} \dot{\mathbf{I}}_i. \quad (25)$$

Такое преобразование переводит гипотезу переноса Дарси (16) в форму

$$\mathbf{q} = -k \nabla H - \tau_v \frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t}, \quad (26)$$

где $\tau_v = \frac{a}{c^2} = \frac{K}{v}$ – период релаксации переноса импульса, a – пьезопроводность, c – скорость передачи гидрогеологического возмущения в геофильтрационной среде, K – проницаемость, v – вязкость.

Коэффициент пропорциональности в выражении силы Жуковского $\frac{v}{K} = \alpha$, т.н. коэффициент сопротивления фильтрационной среды, определяет период линейной релаксации $\tau_v = \frac{1}{\alpha} = \frac{K}{v}$ – время установления в системе термодинамического равновесия. Линейная релаксация характеризуется незначительным отклонением любого термодинамического параметра состояния x_i от своего равновесного значения \bar{x}_i . В этот период скорость изменения термодинамического параметра dx_i/dt пропорциональна величине отклонения x_i от \bar{x}_i :

$$\frac{dx_i}{dt} = -\frac{1}{\tau_{vi}}(x_i - \bar{x}_i),$$

где τ_{vi} – время релаксации. Отсюда следует, что в момент времени t отклонение термодинамического параметра запишется следующим образом:

$$(x_i - \bar{x}_i) = (x_i - \bar{x}_i)_{t=0} \exp(-t/\tau_{vi}),$$

т.е. за время $t = \tau_{vi}$ малое отклонение параметра x_i от равновесного значения \bar{x}_i уменьшается в e раз. Ясно, что процесс релаксации являются неравновесным и необратимым, и сопровождается диссипацией энергии – производством энтропии.

Итак, в соответствии с преобразованной (модифицированной) формой гипотезы Дарси, содержащей инерционный член $\tau_v \frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t}$, параболическое уравнение пьезопроводности Буссинеска (17) трансформируется к виду

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \tau_v \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} - a\Delta H = w + \tau_v \frac{\partial w}{\partial t}. \quad (27)$$

Это гиперболическое (волновое) уравнение. Оно отличается от параболического уравнения пьезопроводности Буссинеска добавочными инерционными членами: $\tau_v \frac{\partial w}{\partial t}$ – на входе и $\tau_v \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}$ – на выходе геофильтрационной системы, учитывающими конечную скорость распространения гидрогеологического возмущения, соизмеримую с акустической скоростью. Отметим, что при условиях $c \rightarrow \infty$ и $\tau_v \rightarrow 0$ гиперболическое уравнение переходит в параболическое, а модифицированное уравнение Дарси в классическую его форму. Поэтому, когда обсуждается волновая модификация уравнений Дарси [6] и Буссинеска – всегда подразумевается учет явления релаксации. Таким образом, уравнение (27), описывающее трансформацию уравнения нестационарной фильтрации $\frac{\partial H}{\partial t} - a\Delta H = w$ Буссинеска в волновое, означает охват обратной (отрицательной) связью исходного уравнения Буссинеска дифференцирующим блоком $\tau_v \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} = \tau_v \frac{\partial w}{\partial t}$.

Необходимо отметить, что гипотеза Дарси в форме аналогичной (26) предлагалась в [7] для несжимаемой жидкости переменной плотности в наклонном пласте в виде

$$\bar{v}_i = -\frac{\bar{K}\bar{\rho}g}{\bar{\eta}} \left(\frac{1}{\bar{\rho}g} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} + \frac{\partial z}{\partial x_j} \right) - \frac{\bar{K}\bar{\rho}}{\bar{\eta}} \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial t} \quad (26a)$$

($\bar{\rho} \dots$ – средние значения, $\partial z/\partial x_j$ – синус угла падения пласта), полученном в результате рассмотрения уравнения сохранения движения в рамках второго закона механики Ньютона с использованием принципа кинестатики Даламбера: *в каждый момент движения материальной точки активные силы, реакции связей и сила инерции образуют уравновешенную систему сил,*

включая гипотезу Жуковского $\mathbf{F} = -\frac{\nu}{K}\mathbf{v}$. Пренебрегая в (26в) инерционными членами получим «обобщенную форму закона Дарси, распространенную на неоднородные жидкости» [7]

$$\bar{\mathbf{v}}_i = -\frac{\bar{K}\bar{\rho}g}{\bar{\eta}} \left(\frac{1}{\bar{\rho}g} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} + \frac{\partial z}{\partial x_j} \right) \quad (26б)$$

Использование соотношений параметров геофильтрационной среды

$$\tau_v = \frac{a}{c^2}; \quad \frac{K}{\nu} = \frac{k}{g}; \quad B = \frac{g}{c^2},$$

а также условия $\partial z/\partial x_j = 1$ позволяет привести уравнение (26а) к виду, аналогичному (26)

$$\bar{\mathbf{v}}_i = -\frac{\bar{K}}{\bar{\eta}} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_j} - \tau_v \frac{\partial \bar{\mathbf{v}}_i}{\partial t}. \quad (26в)$$

Следовательно, исключение пренебрежения инерционным членом в уравнении гидродинамики Эйлера (1), точнее членом $\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t}$, в сравнении с членом $(\mathbf{v}\nabla)\mathbf{v}$ ввиду малости скорости, позволяет учесть естественные акустические явления при геофильтрации, игнорировавшиеся в прежних исследованиях динамики подземной гидросферы.

Действительно, малые естественные колебания напора δH подземных вод вызывают малые абсолютные изменения плотности $\delta\rho$ и давления δp в воде, которые вместе со скоростью \mathbf{v} следует считать малыми величинами первого порядка, тем более их относительные величины: $\delta\rho \ll \rho$ и $\delta p \ll p$. Следовательно уравнение Эйлера (1) запишется к виду

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \frac{\nabla \delta p}{\rho} = 0, \quad (1а)$$

а уравнение непрерывности примет вид

$$\frac{\partial(\delta\rho)}{\partial t} + \rho \operatorname{div} \mathbf{v} = 0.$$

Как известно, малые изменения плотности и давления в идеальной жидкости связаны адиабатическим соотношением (8)

$$\delta p = \left[\frac{\partial p}{\partial(\delta\rho)} \right]_s \delta\rho.$$

Подставляя это выражение в уравнение неразрывности (заменяя $\delta\rho$ на δp), получим уравнение непрерывности в виде

$$\frac{\partial(\delta\rho)}{\partial t} + \delta\rho \left[\frac{\partial p}{\partial(\delta\rho)} \right]_s \operatorname{div} \mathbf{v} = 0.$$

Для выражения неизвестных величин через одну удобно воспользоваться потенциалом скорости: $\mathbf{v} = \operatorname{grad} \varphi$. Тогда из уравнения Эйлера имеем

$$\delta p = -\rho \frac{\partial \varphi}{\partial t}.$$

Два последних уравнения с неизвестными \mathbf{v} и δp полностью описывают звуковую волну: уравнение неразрывности с учетом преобразованного уравнения Эйлера преобразуется в волновое (гиперболическое)

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - c^2 \Delta \varphi = 0,$$

где $c = \sqrt{\left[\frac{\partial p}{\partial \rho} \right]_s}$ – скорость звука (8).

Как нам представляется, предложенная модель гиперболического уравнения, описывающего геофильтрационный процесс с акустических позиций, является достаточно адекватной и может использоваться для целевого моделирования конкретных гидрогеологических задач с объективно

поставленными начальными и граничными условиями, а также обоснованными акустическими пространственно распределенными параметрами геофильтрационной системы: проницаемости, скорости звука, пьезопроводности и времени релаксации.

Выражение периода релаксации переноса импульса (27)

$$\tau_v = \frac{a}{c^2} = \frac{K}{v}$$

позволяет записать пьезопроводность к виду зависимости от акустических и релаксационных параметров геофильтрационной среды

$$a = \frac{K}{v} c^2 = \frac{1}{\alpha} c^2 = c^2 \tau_v, \quad (28)$$

где, как и прежде, $\alpha = \frac{v}{K} = \frac{1}{\tau_v}$ – коэффициент сопротивления фильтрационной среды или

показатель затухания акустических колебаний, $\tau_v = \frac{1}{\alpha}$ – время затухания акустических колебаний

или время релаксации переноса импульса, определяющие уменьшение амплитуды колебаний в e

раз. Следовательно, акустическая скорость $c = \sqrt{\chi \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\chi}{\rho \beta}}$ определяется сжимаемостью среды β

и его плотностью ρ , при этом в жидких средах распространяются только продольные волны.

Исходя из того, что вязкость жидких сред и скорость звука являются константами, выражение пьезопроводности позволяет оценить пределы ее изменения, в зависимости от проницаемости (или коэффициента фильтрации) пласта.

Для показательных оценок акустических параметров пласта обратимся, прежде всего, к идеальному случаю – жесткому (несжимаемому) скелету пласта ($\beta_{пл} = 0$, что соответствует $\beta^* = \beta_v$); следовательно, выражение пьезопроводности запишется к виду (23). Например, при проницаемости пласта $K = 10^{-12} \text{ м}^2$, вязкости воды $v = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и экспериментальном значении скорости звука в воде $c = 1435 \text{ м/с}$ величина пьезопроводности окажется равной $a = 3,5 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{сут}$.

Для общего случая упругоэластичности пласта $\beta^* = (n\beta_v + \beta_{пл}) = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$ ($\beta_v = 4,9 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$, $\beta_{пл} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$, $n = 0,25$), его проницаемости $K = 10^{-12} \text{ м}^2$, вязкости воды $v = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и ее плотности 1 г/см^3 скорость звука в пласте составит ($\chi=1$)

$$c^* = \sqrt{\frac{\chi}{\rho \beta^*}} = 2117,138 \text{ м/с},$$

что сопоставимо с величиной средней акустической скорости в пластовых средах (в наших оценках и расчетах условно принято значение пластовой акустической скорости $c^* = 2000 \text{ м/с}$ – равной сейсмической скорости в неуплотненных водонасыщенных средах).

Итак, полученное выражение отражает макроскопическую взаимосвязь времени релаксации переноса импульса, пьезопроводности и акустической скорости

$$\tau_v = \frac{a}{c^2}$$

используемое в гиперболическом уравнении фильтрации [6].

Дальнейшее преобразование выражения периода релаксации переноса импульса осуществим сопоставлением выражений

$$a = \frac{K}{v} c^2 \text{ и } \tau_v = \frac{a}{c^2},$$

откуда, после исключения пьезопроводности, следует выражение периода (времени) релаксации переноса импульса

$$\tau_v = \frac{K}{v},$$

наглядно отражающее функциональную его зависимость от вязкости, что, впрочем, следует также из выражения коэффициента сопротивления фильтрационной среды Жуковского или показателя затухания акустических колебаний (3).

В качестве микроскопического (молекулярно-кинетического) похода к обоснованию физической сути проницаемости и пьезопроводности обратимся, прежде всего, к обоснованию взаимосвязи упругих и акустических параметров пластов на основе решения Тейсом [8] уравнения неустановившегося движения подземных вод. Решение это основано на анализе выражения мгновенного стока постоянной интенсивности из неограниченного пласта единичной мощности и постоянной пьезопроводности

$$S = \frac{Q}{4\pi at} e^{-\frac{R^2}{4at}}, \quad (28)$$

где $S(R,t)$ – функция скорости изменения напора в пласте в радиусе R вокруг точечного источника единичной интенсивности Q (в пространственном случае – аналог скорости перемещения или скорости распространения изобарной поверхности $v_H = dn/dt$); a – пьезопроводность пласта; t – время действия мгновенного источника.

Использование выражений аргумента для точечного источника в форме $\frac{R^2}{4at} = \theta$ (28) и пьезопроводности $a = \frac{K}{v} c^2$ (27) позволяет определить период действия мгновенного точечного источника

$$t = \frac{R^2}{4\theta a} = \frac{v}{4\theta c^2}. \quad (29)$$

Выражение (29) свидетельствует о том, что время действия мгновенного точечного источника, ввиду относительного постоянства входящих в выражение величин: вязкости воды и акустической скорости среды (воды или пласта) во всем интервале проницаемости пород, имеет характер константы (для конкретной среды).

Вязкость воды с молекулярно-кинетических позиций процесса переноса импульса (аналогичного теплопроводности и диффузии) определяется текучестью (по Я.И. Френкелю [9]) – способностью неограниченно изменять свою форму под действием сколь угодно малой силы, причем текучесть контролируется подвижностью молекул (по А. Эйнштейну).

Наличие ближнего порядка в квазикристаллической структуре воды налагает физические ограничения на свободу перемещения молекул (подвижность) – они не могут двигаться свободно, осциллируя около положений равновесия в узлах квазикристаллической решетки и только иногда совершают скачкообразные трансляции к новому положению равновесия в другом узле. Период молекулярных трансляций τ определяется периодом собственных колебаний молекулы в положении равновесия – временем осцилляций τ_0 , совершаемых молекулой для накопления энергии активации U , без которой невозможна трансляция молекулы в новое положение временного равновесия, и количеством осцилляций $n = \exp(U/kT)$:

$$\tau = \tau_0 n.$$

Величина период осцилляции молекул воды в квазикристаллической ее структуре, рассчитанная по времени вращательной релаксации молекул воды $\tau_{\text{вд}}$, связанным с периодом диэлектрической релаксации воды $\tau_0 = 17,8 \cdot 10^{-12} \text{ с}$ соотношением $\tau_{\text{вд}} \approx 0,7\tau_0$, составляет $\tau_0 = 1,2285 \cdot 10^{-11} \text{ с}$ (собственная частота $f_0 = 8,14 \cdot 10^{10} \text{ Гц}$), а количество осцилляций достигает несколько десятков [10].

Для значений скорости звука в воде $c = 1435 \text{ м/с}$, вязкости воды $v = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и периода осцилляции $\tau_0 = 1,2285 \cdot 10^{-11} \text{ с}$ величина коэффициента θ в выражении (29)

$$\theta = \frac{v}{4\tau_0 c^2} \quad (30)$$

оказывается равной $\theta \cong 0,01$.

Для пласта со скоростью звука $c^* = 2000 \text{ м/с}$ и вязкостью воды $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ величина коэффициента θ в выражении (29)

$$\theta = \frac{\nu}{4\tau_0 c^{*2}} \quad (30a)$$

оказывается равной $\theta \cong 0,005$.

Выполненные оценки величины коэффициента θ позволяют проводить расчеты пьезопроводности на основе фундаментального выражения

$$a = \frac{K}{40\tau_0}, \quad (31)$$

при условии наличия надежной информации о проницаемости или коэффициенте фильтрации пород пласта. Отметим, что результаты расчетов по выражению (31) совпадают с результатами расчетов по выражению $a = \frac{Kc^{*2}}{\nu}$.

Для получения надежной информации о проницаемости обратимся к выражениям (28) и (31), переписав их к виду, соответственно,

$$\frac{Q}{S} = 4\pi a \tau_0 e^{-\frac{K}{4a\tau_0}}, \quad (28a)$$

$$K = 40a\tau_0. \quad (31a)$$

Подставляя (31a) в (28a), получим

$$\frac{Q}{S} = \frac{\pi}{\theta} K e^{\theta}. \quad (28б)$$

Поскольку $\theta \cong 0,005 \div 0,01$, то $e^{\theta} \sim 1$ и соотношение (28б) упрощается до искомого выражения проницаемости

$$K = \frac{\theta}{\pi} \cdot \frac{Q}{S}, \quad (31б)$$

отображающего линейную зависимость дебита точечного источника Q от проницаемости пласта K и скорости снижения напора S в точечном источнике:

$$Q = \frac{\pi}{\theta} K S. \quad (31в)$$

Выражение (31б) позволяет оценивать проницаемость пласта в широком спектре изменения скорости снижения напора и дебита скважины, т.е. изучать проницаемость пласта в пределах зоны влияния скважины. Дальнейшее использование этих данных позволит согласно выражению (31) оценивать пьезопроводность пласта и изучать его акустические параметры.

Таким образом, использование фундаментальных по своей физической сути и объективности выражений (28-31) для оценки проницаемости и пьезопроводности пласта обеспечивает существенное снижение трудоемкости и финансовых затрат на проведение и интерпретацию материалов опытно-фильтрационного опробования (ОФО) или гидродинамических исследований (ГДИ), исключив при этом методические и технологические ошибки и недостатки проведения ОФО (ГДИ), а также субъективность человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Порядин В.И.* Модифицированные формы закона Дарси как отражение волновых свойств материи // Изв. НАН РК. Серия геол. и техн. 2011. № 2, с.17-27.
- 2 *Darcy H.* 1856. Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Paris, Dalmont, 1856. 647 p.
- 3 *Жуковский Н.Е.* Теоретические исследования о движении подпочвенных вод // Собр. соч. Т. 3. М.: Наука, 1949. С. 184-206.
- 4 *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Гидродинамика. М.: Наука, 1988. 736 с.
- 5 *Физическая энциклопедия.* М.: Советская энциклопедия, 1988-1998 гг.

- 6 Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. М.: Энергия, 1972. 560 с.
- 7 Бэр Я., Заславски Д., Ирмей С. Физико-математические основы фильтрации воды. М.: Мир, 1971. 452 с.
- 8 Theis. C.V. 1935. The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground water storage // Am. Geophes. Union Trans. V.16, pp.519-524.
- 9 Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкости. М.: Наука, 1975. 592 с.
- 10 Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. М.: Наука, 1975. 280 с.

REFERENCES

- 1 Porjadin V.I. Modificirovannye formy zakona Darsy kak otrazhenie volnovykh svojstv materii. *Izvestija NAN RK. Serija geol.i tehn.* **2011.** № 2. P.17-27. (in Russ.).
- 2 Darcy H. *Les fontaines publiques de la ville de Dijon.* Paris: Dalmont, 1856. 647 p. (in Franc.).
- 3 Zhukovskiy N.E. Teoreticheskie issledovaniya o dvizhenii podpochvennykh vod. *Sobr. soch.* Vol. 3. *Nauka*, **1949.** P. 184-206. (in Russ.).
- 4 Landau L.D., Lifshic E.M. *Gidrodinamika.* *Nauka*, **1988.** 736 p. (in Russ.).
- 5 Fizicheskaja enciklopedija. *Sovetskaja enciklopedija*, **1988-1998.** (in Russ.).
- 6 Lykov A.V. *Teplomassoobmen.* *Energija*, **1972.** 560 p. (in Russ.).
- 7 Bjer Ja., Zaslavski D., Irmej S. *Fizikomatematicheskie osnovy filtracii vody.* *Mir*, **1971.** 452 p. (in Russ.).
- 8 Theis. C.V. **1935.** The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground water storage. *Am. Geophes. Union Trans.*, Vol.16. P.519-524. (in English).
- 9 Frenkel' Ja. I. *Kineticheskaja teorija zhidkosti.* *Nauka*, **1975.** 592 p. (in Russ.).
- 10 Jezenberg D., *Kaucman V.* *Struktura i svojstva vody.* *Nauka*, **1975.** 280 p. (in Russ.).

В.И.Порядин

(У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты, Алматы қ.)

СУЛЫ ҚАБАТТАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ЖЕРАСТЫЛЫҚ СҮЗІЛУ, ӨТКІЗГІШТІК, ҚЫСЫМ ӨТКІЗГІШТІГІН ДӘЛЕЛДЕУ

Резюме

Жаратылыстың толқынды табиғатында Дарси-Жуковскийдің литосфераның табиғи арынсулы жүйелерінің қуыстық кеңістігінің кең спектрлі өткізгіштігі заңын, жиіліктердің белгілі бір жолақ дыбыстарының қалыптасуымен әртүрлі жиіліктердің дыбыс тербелісінің генерациясын қамтамасыз ететін Гельмгольцтің акустикалық резонаторларының жиынтығы және акустикалық сүзгілер (су өткізбеушілік) негізінде қарастыру қажет. Табиғи жолмен пайда болған акустикалық өріс жерасты суларының сүзілу жылдамдығы мен табиғи ресурстарын арттырады. Қысымөткізгіштіктің есептік тәуелділігін молекулярлық-кинетикалық тәсіл негізінде акустикалық өріс пен сулы қабаттың серпімді су сыйымдылығының өзара шарттылығын дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: сүзілудің заңдары, акустика, өткізгіштік, қысымөткізгіштік, серпімді су сыйымдылығы, қабат, өткел, теңселу кезеңі, теория.

V.I.Poryadin

(U.M. Axmedcafin Institute of Hydrogeology and geoecology, Almaty)

TO REASONS OF ACOUSTICS GEOFILTERING, OF PERMEABILITY, OF PIEZOCONDUCTIVITY

Summary

In light of the dual nature of the law Darcy-Zhukovskiy porous space of the natural water systems of the lithosphere of the broad spectrum to permeability follows to consider as collections acoustic resonator of Gelmgolts and acoustic filter (aquifuge), providing generation of the sound fluctuations of the different frequencies with shaping sound certain band of the frequencies. The appearing natural acoustic field enlarges the velocity to filtering and natural facility of underground water. Mutual conditional behavior of acoustic field and elastic capacity layer allows to motivate on base molecular-kinetic approach to accounting dependencies of piezoconductivity.

Keywords: filtering laws, acoustics, permeability, piezoconductivity, stratum elastic capacity, translation, oscillation period, theory.

Поступила 29.04.2013 г.

УДК 556.542(574.51)

К.М. КУРМАШЕВ, М.Х. САРСЕНБАЕВ

(Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, г. Алматы)

ВОДНЫЙ БАЛАНС АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Аннотация

Изучение водного баланса орошаемых земель является весьма актуальной проблемой научных и практических исследований в мелиорации, т.к. позволяет определить характер водопользования, направленность мелиоративных процессов, строительство мощных дренажных сооружений и т.д. С помощью метода водного баланса можно решать ряд практических задач, таких как: определить влагообеспеченность орошаемых земель; произвести расчеты водопотребления растений, оросительных норм и поливного режима сельскохозяйственных культур; выявить потери на инфильтрационное питание грунтовых вод; оценить объемы возвратных вод и изменения речного стока; определить КПД оросительной системы и КИВ - коэффициента использования водных ресурсов при орошении [1].

Ключевые слова: водный баланс, гидрология, орошение, водопользования, канал.

Кілт сөздер: су балансы, гидрология, суғару, суды колдану, канал.

Keywords: water balance, hydrology, irrigation, water, canal.

Акдалинский массив расположен в низовьях р. Иле на территории от южных склонов Тасмурунских гор на северо-запад до пос. Акколь, вдоль правого берега р. Или (рисунок 1). Общая площадь ирригационно подготовленных земель составляет примерно 30 тыс. га, из них под рисом 10 тыс. га (2012 г.) [2, 3].

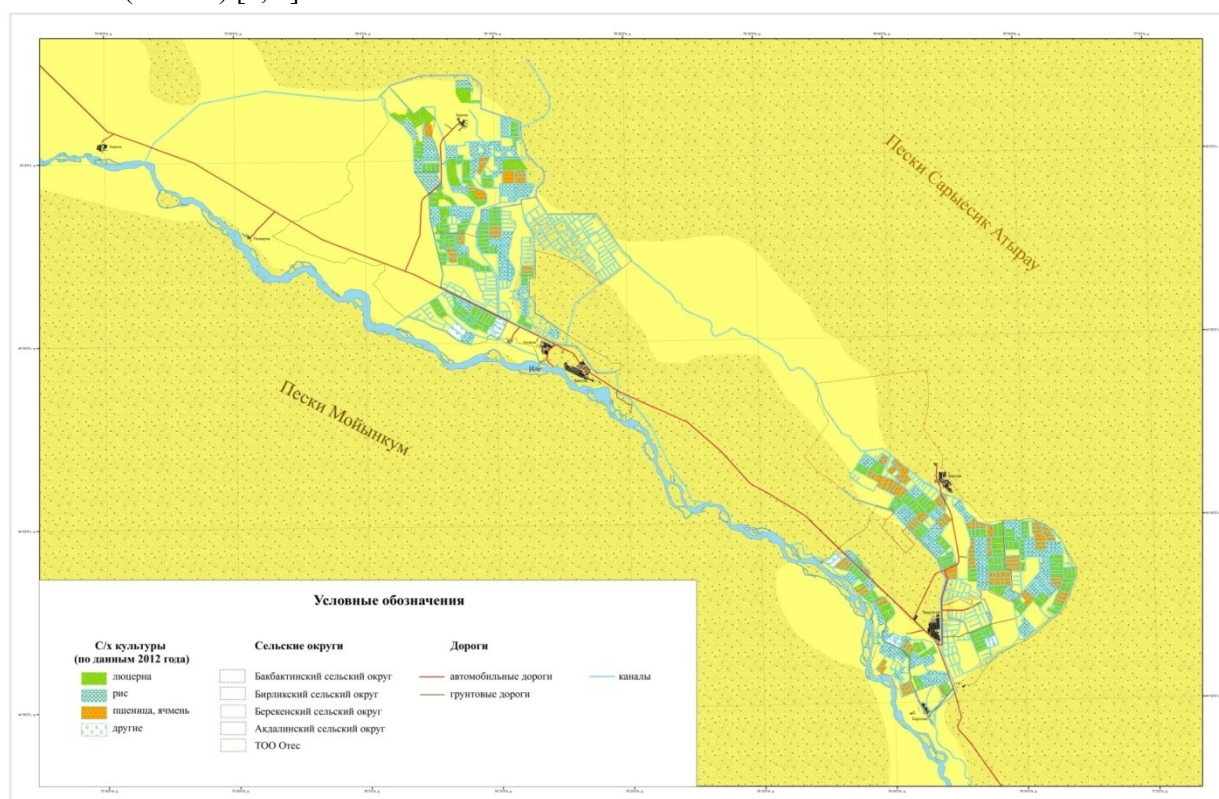


Рисунок 1 – Карта-схема Акдалинского массива орошения

Уравнение водного баланса Акдалинской системы за вегетационный период можно представить в следующем виде:

$$M + X - Q - E_p - E_{тр} - \varphi = \Delta S$$

где M - подача оросительных вод; X - атмосферные осадки; $U_{пг}$ - восходящее движение грунтовых вод; Q - суммарный сброс дренажно-сбросных воды; E_p и $E_{тр}$ - соответственно суммарное испарение с риса и тростниковых зарослей; φ - фильтрационные потери в каналах и на растекание в прилегающие земли (30 % от водозабора с реки Иле); ΔS - изменение запасов воды в почвогрунтах орошаемого массива, которая включает в себя ошибку и невязку водного баланса.

Значения M и Q были приняты по данным УОС, X - по данным метеостанции Баканас. Расчет E_p производился с учетом площадного размещения риса и ее фактической урожайности. Для оценки $E_{тр}$ учитывалась площадь ее распространения (площадь отчуждения 18 %), ее биологическая масса (урожайность) и средняя глубина залегания уровня грунтовых вод в вегетационный период.

Сводные данные по водному балансу Акдалинской системы за вегетационные периоды 1990-2012 гг. приведены в таблице 2.

Результаты и материалы по водопользованию Акдалинской рисовой системе производимыми Балхашским УОС за период 1990-2012 гг. приведены в таблице 1, которые были использованы при составлении водного баланса данного массива орошения.

Таблица 1 – Данные Балхашского УОС по водопользованию на Акдалинском массиве орошения

Годы	Общая площадь под орошение, га	Площадь под рисом, га	Урожайность риса, ц/га	Площадь отчуждения, $F_{отч}$, га	Объем водозабора из р.Иле для орошения, М, млн. м ³	Объем коллекторно-дренажного сброса, Q, млн. м ³	
						В р. Иле	В Чет-Баканас
1990	30742	13350	50,5	2403	990,2	320,12	56,00
1991	30742	13350	50,7	2403	984,1	320,01	56,00
1992	30412	14513	50,7	2612	983,9	319,11	54,50
1993	30876	13478	47,2	2426	924,3	298,52	50,00
1994	30742	10260	30,5	1847	926,8	299,46	50,00
1995	28472	9825	30,5	1769	856,3	282,75	49,56
1996	30742	9500	28,2	1710	878,5	288,64	48,50
1997	27071	8077	25,0	1454	750,0	252,22	47,85
1998	24253	8303	24,6	1495	762,7	197,28	45,60
1999	25422	6550	28,7	1179	736,0	158,13	45,58
2000	23972	8000	32,0	1440	699,5	144,44	82,76
2001	30742	8000	33,0	1440	622,5	112,36	55,71
2002	30175	8000	34,0	1440	884,5	173,80	34,11
2003	31588	9000	33,8	1620	630,0	197,81	40,49
2004	27671	9000	35,0	1620	630,0	194,38	38,19
2005	27882	9110	36,2	1640	630,0	192,26	55,12
2006	30742	9367	39,0	1686	656,0	198,15	42,50
2007	30742	9625	40,0	1733	690,0	151,63	39,17
2008	29244	10009	41,0	1802	630,0	235,71	39,44
2009	29244	9619	41,0	1731	630,0	220,00	42,50
2010	28638	9729	42,0	1751	633,6	219,00	42,50
2011	27666	10054	42,1	1810	629,8	218,73	44,72
2012	25949	10101	43,0	1818	629,8	212,74	42,50

Таблица 2 – Значения элементов водного баланса Акдалинского массива, млн. м³

Годы	M	X	Q	E_p	$E_{тр}$	φ	$\pm\Delta S$
1990	990,2	4,86	376,12	126,16	55,4	297,1	140,28
1991	984,1	6,09	376,01	130,16	54,2	295,2	134,62
1992	983,9	9,52	373,61	129,75	53,8	295,2	141,06

Окончание таблицы 2							
Годы	M	X	Q	E _p	E _{тр}	φ	±ΔS
1993	924,3	20,30	348,52	115,10	50,8	277,3	152,88
1994	926,8	4,94	349,46	82,59	40,6	278,0	181,09
1995	856,3	5,74	332,31	79,68	39,7	256,9	153,45
1996	878,5	4,96	337,14	73,53	37,7	263,6	171,49
1997	750,0	7,76	300,07	61,39	33,1	225,0	138,2
1998	762,7	12,25	242,88	59,37	32,4	228,8	211,5
1999	736,0	10,27	203,71	50,83	26,3	220,8	244,63
2000	699,5	10,29	227,20	62,72	32,4	209,9	177,57
2001	622,5	6,51	168,07	63,52	32,8	186,8	177,82
2002	884,5	11,96	207,91	62,88	31,8	265,4	328,47
2003	630,0	11,00	238,30	67,05	34,1	189,0	112,55
2004	630,0	15,03	232,57	72,90	35,8	189,0	114,76
2005	630,0	5,45	247,38	85,18	41,6	189,0	72,29
2006	656,0	19,46	240,65	77,09	36,9	196,8	124,02
2007	690,0	3,62	190,80	87,97	40,7	207,0	167,15
2008	630,0	2,35	275,15	99,99	45,4	189,0	22,81
2009	630,0	5,70	262,50	82,05	37,0	189,0	65,15
2010	633,6	4,65	261,50	81,92	37,2	190,1	67,53
2011	629,8	12,41	263,45	91,19	40,7	188,9	57,97
2012	629,8	6,55	255,24	94,04	42,3	188,9	55,87
Среднее	756,0	8,77	274,37	84,22	39,7	226,8	139,70

Как следует из таблицы, наибольшее значение из расходных статей имеет дренажно-сбросной сток, равный в среднем – 36 % от приходной части (M+X). Суммарное испарение с риса составляет – 11 % от приходной части, суммарное испарение с тростниковых зарослей – 5 %, фильтрационные потери в каналах и на растекание в прилегающие земли – 30 %. Невязка водного баланса в среднем за годы исследований составила – 18,2 %. Следует отметить, что в данном балансе не учтены потери на водопотребление сопутствующей рису – люцерны, площади под которую также размещены в севообороте.

Анализ водного баланса исследуемых рисовых систем показывает, что водно-земельные ресурсы используются не рационально. Прежде всего обращает на себя внимание неоправданно большой сброс воды с рисовых чеков. Допуская необходимость некоторой проточности воды на засоленных землях, все же объемы сброса можно было бы сократить. В этих целях нужно улучшить водопользование и создать условия для планового водораспределения (произвести планировку чеков, укрупнить размеры последних, очистить оросительные каналы).

Большие объемы сбрасываемой с рисовых плантаций воды не только увеличивают оросительную норму, но и приводят к тяжелым экологическим последствиям: истощению речного стока; загрязнению воды; нарушению гидрологического режима рек и др. До сих пор усилия водохозяйственных организаций направлялись на уменьшение затрат воды при возделывании риса лишь с целью создания резерва воды для дальнейшего расширения площадей под рисовые плантации. Экологические проблемы при этом оставались без внимания.

Значительные объемы оросительной воды потребляет тростник, который занимает на Акдалинском рисовом массиве в среднем 2 тыс. га. Эта сорная растительность является неизбежным спутником рисовых севооборотов в аридной зоне и создает дополнительные потери оросительных вод. Эффективных мер борьбы с тростником до сих пор нет, особенно для случаев его произрастания в каналах и коллекторах. В условиях исследуемых рисовых массивов примерно 5 % объема водозабора затрачивается на водообеспечение тростника.

Вместе с тем, эта растительность успешно выполняет роль биологического дренажа, транспирируя наибольшее количество влаги в сравнении со всеми остальными естественными и культурными растениями. Конечно, такая ее роль в водном балансе обусловлена чрезмерным распространением тростника в данном районе. На других рисовых массивах он занимает гораздо меньшие площади. Экологическое значение тростника заключается не только в большом водопотреблении, но и в содействии круговороту влаги на рисовых севооборотах, в результате которого уменьшается отток воды на соседние территории. В этом его положительная роль.

Что касается возвратного стока, содержит в себе значительное количество минеральных солей.

Исходя из результатов выполненной работы, на наш взгляд, оз. Балхаш из орошения риса в низовьях реки Иле не дополучает около 0,5 км³ воды. Учитывая, что ближайшее время сток в реке Иле из-за водозаборов в КНР уменьшится примерно на 5 км³, оз. Балхаш может оказаться в катастрофической для нас обстановке. Так как, только для восполнение ее потерь на испарение с ее поверхности необходимо 16-17 км³ воды в год, то есть мелководный водоем оз. Балхаш может повторить судьбу Арала. С связи с этим остро возникает вопрос стоит ли в Иле-Балхашском бассейне культивировать столь высоко водоемкую культуру как рис. И, возможно, было бы более рациональным заменить рис на культуры требующие гораздо меньших затрат водных ресурсов. Не исключено и развитие животноводство в данном регионе, так как этот вид сельского хозяйства в меньшей степени оказывает влияние на водный баланс рек и, как следствие оказывает меньший ущерб экологии региона.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сарсенбаев М.Х. Гидролого-экологические проблемы орошения в Южном Прибалхашье (на примере рисовых земель). – Алматы: «Қазақ университеті», 2001. – С 4.
- 2 Мелиоративно-гидрологические исследования в долинах рек Или и Каратал. – Алма-Ата: «Наука», 1973. - 116 с.
- 3 Сарсенбаев М.Х., Гулыж В.К., Чигринец А.Г. Исследовать водно-тепловой баланс и агроклиматические ресурсы орошаемых земель Акдалинского массива (задание 04.02.НИ Постановления ГКНТ СССР №364 от 05.08.86 г.) // Отчет по НИР, инв.№ 02890068171. – Алма-Ата: 1989. – 378 с.

REFERENCES

- 1 Sarsenbaev M.H. Hidrologo-jekologicheskie problemy oroshenija v Juzhnom Pribalhash'e (na primere risovyh zemel'). – Алматы: «Kazak universiteti», 2001. – S 4.
- 2 Meliorativno-gidrologicheskie issledovanija v dolinah rek Ili i Karatal. – Alma-Ata: «Nauka», 1973. - 116 s.
- 3 Sarsenbaev M.H., Gulyj V.K., Chigrinec A.G. Issledovat' vodno-teplovoy balans i agroklimaticheskie resursy oroshaemyh zemel' Akdalinskogo massiva (zadanie 04.02.NI Postanovlenija GKNT SSSR №364 ot 05.08.86 g.) // Otchet po NIR, inv.№ 02890068171. – Alma-Ata: 1989. – 378 s.

К.М. Құрмашев, М.Х. Сәрсенбаев

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.)

АҚДАЛА СУҒАРМАЛЫ ЕГІС АЛҚАБЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫ

Резюме

Суғармалы күріш алқаптарының су балансын зерттеу мелиорацияда өте өзекті мәселе болып табылады. Су балансын анықтау, суды дұрыс және тиімді бағытта қолдануға мүмкіндік береді. Су балансы әдісі арқылы көптеген практикалық мәселелерді шешуге болады, солардың қатарында: өсімдіктерге керекті су мөлшерін есептеу, ауыл шаруашылық дақылдарға керекті су нормасын есептеу; қайтымды сулардың көлемін және өзен суының өтімділігінің өзгерісін анықтауға; суды пайдалану коэффициентін анықтауға және т.б.

Кілт сөздер: су балансы, гидрология, суғару, суды қолдану, канал.

K.M. Kurmashev, M.H. Sarsenbaev

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty)

WATER BALANCE AKDALA'S AN ARRAY OF IRRIGATION

Summary

Study of water balance of irrigated land is a highly topical issue and research in land reclamation. Using the water balance can be solved a number of practical tasks, such as: determine the humidity level for irrigated land; to allow calculation of water plants, irrigation norms and crop irrigation regime, estimate the volume of return water and the river flow, changes in utilization of water resources in

Keywords: water balance, hydrology, irrigation, water, canal.

Поступила 29.04.2013 г.

УДК 550.3 (574.1)

С.А. ИСТЕКОВА, Д.М. ТЛЕБАЕВА

(Казахский Национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, г. Алматы)

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПЕРСПЕКТИВ НАДСОЛЕВОГО ТРИАСОВОГО КОМПЛЕКСА ЮГА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация

На примере месторождения Копа показано применение технологии анализа сейсмических атрибутов для исследования перспективных объектов триасового комплекса ранее недоступных для обычных методов интерпретации сейсмических данных.

Ключевые слова: сейсмические атрибуты, интерпретация, надсолевой комплекс, Прикаспийская впадина, триасовые отложения.

Кілт сөздер: сейсмикалық белгілері, талдау, тұз үсті кешені, Каспий маңы ойпаты, триас шөгінділері.

Key words: seismic attributes interpretation, post-salt complex, Caspian basin, Triassic sediments.

Важным преимуществом сейсмических исследований 3D является возможность непрерывного изучения изменения параметров геологического разреза по глубине и по простиранию. По таким результатам можно создать объемную модель накопления и детально изучить свойства резервуара. В наиболее благоприятных случаях появляется возможность прямого прогноза состава пластовых флюидов [1].

Главной целью динамической интерпретации сейсмических данных является установление связей между динамическими параметрами сейсмической записи и геологическими параметрами среды. Сейсмические волны при распространении от источника вглубь акустически неоднородных осадочных толщ отражаются от границ слоев с различными акустическими свойствами. Форма отраженной волны несет информацию о строении неоднородных перспективных нефтегазоносных толщ, поэтому задачей динамического анализа является изучение оценок параметров отражений и выявление аномальных изменений связанных с конкретным геологическим объектом [2].

Сейсмические атрибуты являются одними из главных методов анализа сейсмических фаций и прогноза изменения литологии продуктивной части газонефтяного разреза по данным сейсморазведки. Атрибуты являются наиболее чувствительными к изменениям параметров отражений, чем традиционные методы визуализации сейсмических данных. В то же время, атрибуты также чувствительны к изменениям качества полевых данных, поэтому необходимо отделить геологические и технические факторы для проведения надежного прогноза литологического состава [3].

Анализ сейсмических атрибутов при изучении особенностей геологического строения и оценки перспектив триасового комплекса рассмотрен на примере месторождения Копа, расположенного в южной половине восточной прибортовой зоны Прикаспийской впадины, характеризующейся развитием соляно-купольного тектогенеза. В осадочном чехле исследуемой территории выделяются три комплекса отложений: подсолевой, соленосный и надсолевой. В нефтегазоносном отношении интерес представляют подсолевой и надсолевой комплексы. Вскрытый разрез представлен соленосными образованиями кунгурского яруса нижней перми, терригенными отложениями пермо-триаса, нижней и средней юры, нижнего мела и неогена толщиной более 1000 м. Толщина продуктивной части разреза достигает 540 м. Месторождение многопластовое, содержит очень мелкие по запасам залежи: одну в нижней юре (Ю-VIII), семь в толще средне-юрских пород (Ю-I-Ю-VII) и две в отложениях нижнего мела (М-1, М-2). Все залежи

нефтяные с глубиной залегания от 192 до 659 м. По характеру природного резервуара все залежи пластовые сводовые с элементами стратиграфического и тектонического экранирования. Коллекторы продуктивных горизонтов представлены разнозернистыми песками и песчаниками с открытой пористостью 21-28% и проницаемостью 0,160-0,479 мкм². Общая толщина коллекторов изменяется в пределах 6-88 м, эффективная - от 5,4 до 86 м, нефтенасыщенная - от 4,5 до 10,5 м. Коэффициент нефтенасыщенности 0,58-0,68. Триасовая система представлена тремя отделами. В литологическом отношении это разнофациальные глины с прослоями известняков, песчаников, аргиллитов. Толщины этих отложений колеблются от нескольких десятков метров в сводах соляных куполов до нескольких сотен метров в периферийных частях куполов (рис.1). Триасовые отложения на исследуемой территории с размывом залегают на отложениях кунгурского яруса. В среднетриасовых отложениях выделены продуктивные горизонты: Т₂-I, Т₂-II, Т₂-III, Т₂-IV приуроченные к отражающему горизонту Т₂. Потенциал верхнепермского и триасового комплексов востока Прикаспийской впадины, имеющего повсеместное развитие, увеличенную толщину и установленную продуктивность оценивается достаточно высоко и не исчерпывается уже известными месторождениями [4].

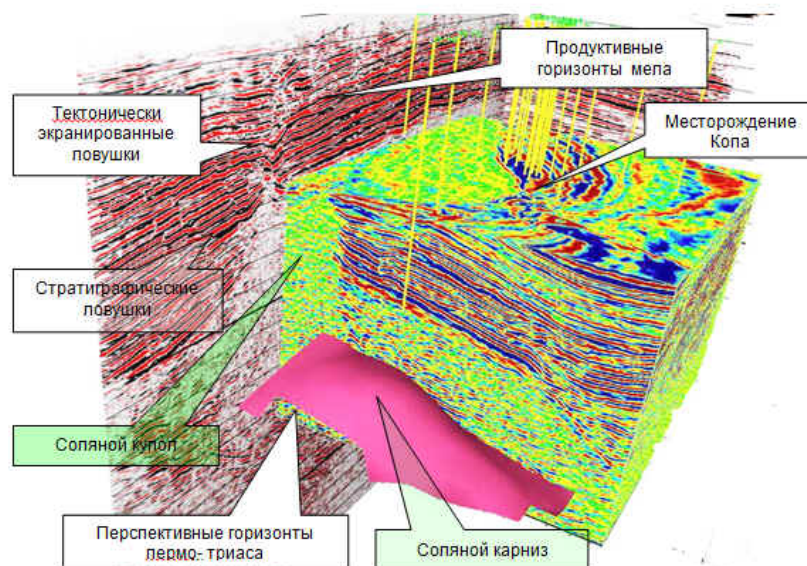


Рисунок 1 –Геологическая модель месторождения Копя по результатам сейсмических работ 3D.

На исследуемом участке проведен технологический расчет сейсмических атрибутов по наиболее распространенным методам анализа атрибутов: расчет и анализ кубов атрибутов и формирования горизонтальных, вертикальных пространственных разрезов [5].

На начальном этапе анализа изучались результаты интерпретации геометрических атрибутов, такие как аномалии изохрон, интервалы скоростей, изменение толщины промежутки времени и изменение амплитуд отражения. Важным результатом этого этапа стало разделение аномалий, связанных с поверхностными условиями и техническими факторами, и реальных аномалий, связанных с геологическими факторами. Успех решения этой задачи во многом определял конечный результат прогноза продуктивных интервалов. Классификация "реальных" аномалий и их калибровка на этом этапе осуществлялась на основе использования скважинных данных. Информационной базой этого этапа являются высококачественные данные сейсморазведки и результаты интерпретации данных ГИС, которые использовались для расчета сейсмических атрибутов на самых тонкослойных геологических моделях среды. Наиболее надежные результаты дало применение технологии AVO, расчета интегральных и дифференциальных сейсмических атрибутов и сейсмического импеданса. Затем эти наборы данных обрабатывались и интерпретировались с целью локализации пространственных аномалий.

Главный параметр для расчета сейсмических атрибутов является интервал расчета позиции относительно основного отражения от ключевых геологических границ. Сейсмические отражения

будут иметь соответствующие характерные фазы в зависимости от соотношения литологических видов. Выбор интервала анализа основан на соответствии толщины изучаемого слоя. Часто продуктивный горизонт не образует стабильных отражений из-за изменчивости его состава, поэтому ближайшее стабильное отражение выбирается для настройки окна анализа. Возможные интервалы влияния с уменьшенной толщины были приняты во внимание при анализе результатов, когда в окне анализа появляются глинистые слои с верхней крышкой глин. Подобрал оптимальный размер окна, анализ проводили в районах, прилегающих к скважинам, где был надежный контроль данных каротажа. Он был протестирован в диапазоне 10-40 мс, этот диапазон находится в интервале изменения средней толщины продуктивных горизонтов. Шаг расширения окна соответствовал продолжительности следующего полупериода сигнала. Оптимальным размером окна было принято 32msec с оценкой средней толщины продуктивного пласта соответствующее карте толщин. Дополнительная проверка расчета атрибутов в окне ограничивается отражением горизонтов III и IV. Это соответствует интегральной оценке интервала, потому как некоторые детали могут быть пропущены, а такой подход гарантирует избежать больших ошибок в интерпретации (рис 2).

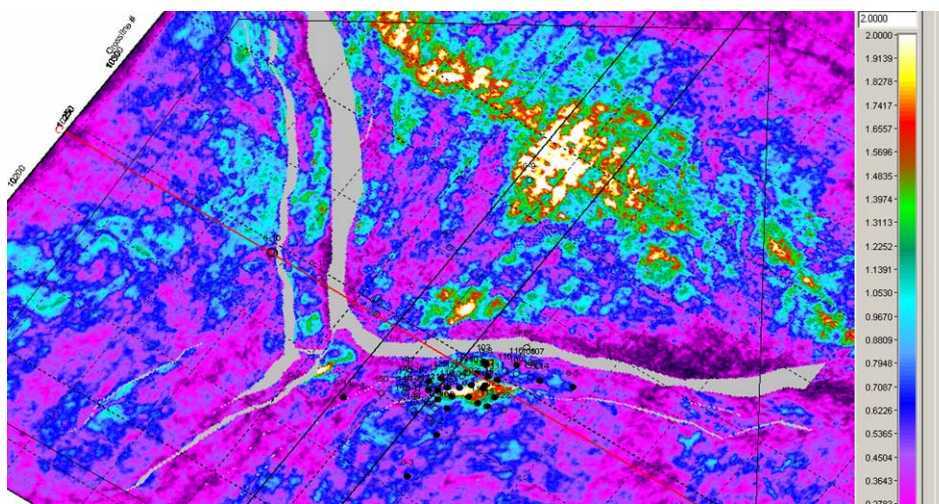


Рисунок 2 – Карта распределения атрибута RMS для продуктивного горизонта

Мгновенные атрибуты наиболее общеприняты на начальной стадии анализа продуктивных горизонтов. Мгновенные атрибуты дают возможность быстрой локализации объектов разведки, чтобы приступить к их детальному изучению (рис. 3):

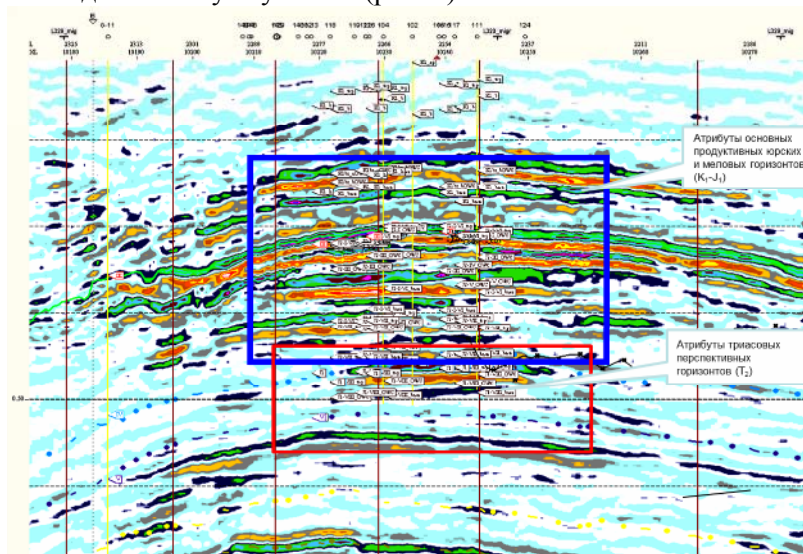


Рисунок 3 – Распределение сейсмических атрибутов

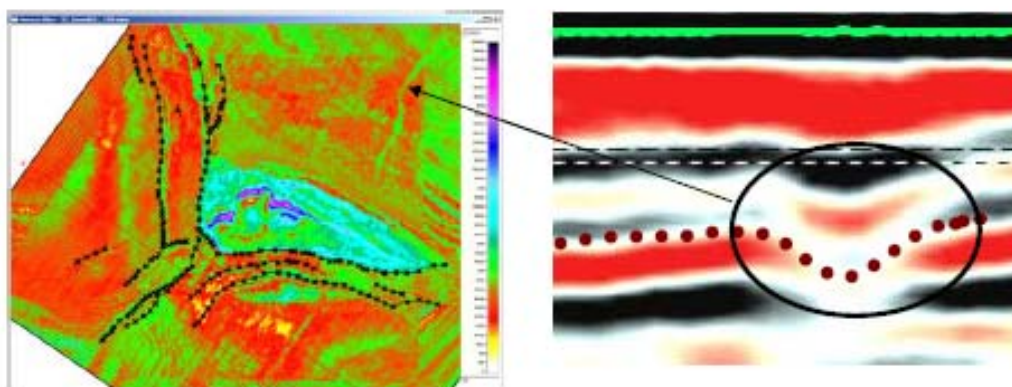


Рисунок 4 – Интерпретация системы «палео» - река

В результате анализа представленных карт можно подтвердить возможность картирования различных видов литологии с использованием сейсмических данных и характеристик. Карты атрибута RMS были рассчитаны в широком окне 100мс, которое характеризует весь продуктивный горизонт как потенциальный коллектор, а также выделяет и слои глин (рис. 4). Распределение амплитуд показывает, что пропорциональность их является относительно стабильной и близкой к самому объему коллектора. Рассчитанные карты соответствуют верхней части триасового продуктивного интервала и подтверждают преобладание в нем менее компактных песчаных видов желтого и красного цвета. На рисунке представлены горизонты, выделенные с помощью расчета атрибутов (рис. 5).

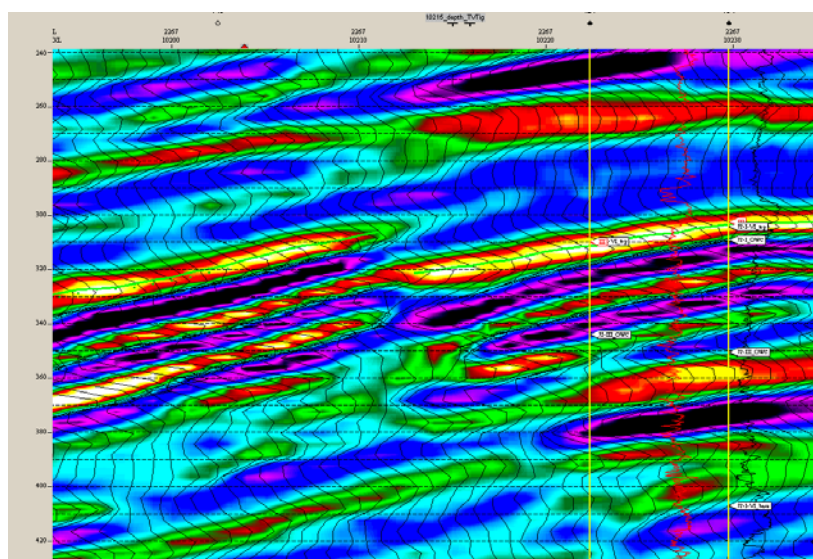


Рисунок 5 – Часть временного куба с использованием акустического импеданса

Таким образом, технология анализа сейсмических данных с использованием атрибутов дает большие возможности для исследования перспективных объектов ранее недоступных для обычных методов интерпретации сейсмических данных.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Интерпретация данных сейсморазведки: Справочник/ Под ред. О.А.Потапова. - М:Недра, 1990.-448 с.
- 2 Ампилов Ю.П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. М., «Геоинформмарк», 2004. - 286 с.
- 3 Бондарев В.И., Крылатков СМ. Анализ данных сейсморазведки: учебное пособие для студентов вузов. Екатеринбург: издательство УГГГА, 2002. - 212 с.

4 Воскресенский Ю.Н. Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов. Учебное пособие для вузов. — М.:РГУ нефти газа, 2001,68 с.

5 Ескожа Б.А. Особенности строения и перспективы нефтегазонасыщенности триасового комплекса юга Прикаспийской впадины. Известия НАН РК. Серия геологическая.2008 № 4

6 Ю. П. Ампилов, А. Ю. Барков, И. В. Яковлев, К. Е. Филиппова, И. И. Приезжев, Почти все о сейсмической инверсии. Часть 1. Технологии сейсморазведки, 2009, № 4, С. 3-16.

REFERENCES

1 Interpretacija danyh sejsmorazvedki: Spravochnik/ Pod red. O.A.Potapova. - M:Nedra, 1990.-448 s.

2 Ampilov Ju.P. Sejsmicheskaja interpretacija: opyt i problemy. M., «Geoinformmark», 2004. - 286 s.

3 Bondarev V.I., Krylatkov SM. Analiz danyh sejsmorazvedki: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. Ekaterinburg: izdatel'stvo UGGGA, 2002. - 212 s.

4 Voskresenskij Ju.N. Izuchenie izmenenij amplitud sejsmicheskikh otrazhenij dlja poiskov i razvedki zalezhej uglevodorodov. Uchebnoe posobie dlja vuzov. — М.:РГУ нефтьи газа, 2001,68 с.

5 Eskozha B.A. Osobennosti stroenija i perspektivy neftegazonosnosti triasovogo kompleksa juga Prikaspijskoj vpadiny. Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja.2008 № 4

6 Ju. P. Ampilov, A. Ju. Barkov, I. V. Jakovlev, K. E. Filippova, I. I. Priezzhev, Pochti vse o sejsmicheskoi inverstii. Chast' 1. Tehnologii sejsmorazvedki, 2009, № 4, S. 3-16.

Д.М. Тілебаева, С.А. Істекова

(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы)

КАСПИЙМАҢЫ ОҢТҮСТІГІ ТҮЗҮСТІ ТРИАСТЫҚ КЕШЕНІН ЗЕРТТЕУДЕГІ СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУ

Резюме

Қопа кенорны мысалында сейсмикалық мәліметтерді талдаудың бұрын қол жетімсіз болған қарапайым әдістерін болашағы бар триастық кешендерді зерттеу үшін сейсмикалық белгілерін талдау технологиясын қолдану көрсетілген.

Кілт сөздер: сейсмикалық белгілері, талдау, түз үсті кешені, Каспий маңы ойпаты, триас шөгінділері.

D.M. Tlebayeva, S.A. Istekova

(Kazakh Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty)

SEISMIC INTERPRETATION IN STUDYING PROSPECTS SUPRASALT TRIASSIC COMPLEX OF THE SOUTH CASPIAN BASIN

Summary

By the example shows the use of the field Kopa of seismic attribute analysis technologies for research in Triassic complex perspective objects previously inaccessible to usual methods of seismic data interpretation.

Key words: seismic attributes interpretation, post-salt complex, Caspian basin, Triassic sediments.

Поступила 12.04.2013 г.

УДК 530.145

*К.А. ВАСИН**, *В.А. ГЛАГОЛЕВ***, *Г.П. МЕТАКСА**

(*Институт горного дела им. Д.А. Кунаева; **Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА СУЩЕСТВОВАНИЯ ВОДНЫХ КЛАСТЕРОВ

Аннотация

Вода является одним из основных веществ, связанных с образованием практически всех элементов слагающих литосферу Земли. До недавнего времени её свойства считались неизменными. Современные исследования показывают, что она представлена различными видами, характеристики которых отличны друг от друга. Соответственно эти различия должны отражаться и на связанных с нею породах и рудах.

Установление характеристик вод является актуальной темой. В статье рассматривается изменение проводимости в заданном объеме воды и присутствие аномальных эффектов. Такое поведение может быть связано с разной структуризацией флюидов при согласовании различных элементов структуры. Одним из выводов работы является то, что наблюдаемые скачки потенциала отражают пространственное расположение образующихся структур и их масштабные соответствия.

Ключевые слова: типы воды, электросопротивление, автоволновой процесс.

Кілт сөздер: судың түрлері, электрқарсылығы, автотолқындық үдеріс.

Key words: types of water, electroresistance, autowave process.

Первые упоминания о структурировании молекул воды относятся к тем временам, когда начали исследовать водные растворы [1]. В ранних работах показано, что вода способна образовывать соединения с рядом веществ, находящихся при обычных условиях в газообразном состоянии и не обладающих химической активностью. Такие соединения образуются в результате заполнения молекулами газа межмолекулярных полостей имеющихся в структуре воды и называются соединениями включения или клатратами. Клатраты неустойчивые соединения но могут существовать при низких температурах.

Современные исследователи [2,3] считают, что вода способна образовывать различные структуры в зависимости от способов ее обработки. При этом отсутствуют экспериментальные данные, позволяющие выявить механизм их появления. Поэтому данная работа посвящена экспериментальным доказательствам существования в воде более крупных образований, чем ее молекула.

Результаты и обсуждение. Для проведения экспериментальных замеров был выбран метод измерения электрического сопротивления воды в цилиндрической кювете размером Ø 93×16 мм. Так как метод замера электросопротивления является структурно-чувствительным оценивали структурные изменения для воды двух разновидностей: - дистиллированной и активированной (пропущенной через преобразователь Н. Тесла).

В качестве точек замера использовали взаимно-перпендикулярные ориентировки, соответствующие субширотным и субмеридиональным направлениям. Для оценки возможностей самофокусировки делали замеры между центром кюветы и ее бортом. Часть замеров выполняли с измененной границей раздела «вода – воздух», т.е. наносили на поверхность углеродную (графит) пленку наномолекулярной толщины, которая обладает анизотропными свойствами. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Из представленной таблицы видно, что в исходном состоянии дистиллированная вода имеет высокое электрическое сопротивление и практически не реагирует на изменения положения измерительных электродов. При этом в ходе замеров отмечается присутствие волнового процесса, выражающегося в плавном убывании показаний омметра до определенной величины, а затем

возрастании до определенного предела. Такой же автоволновый процесс характерен и для активированной воды, но начальная его фаза сопровождается возрастанием показателя электросопротивления, которое на порядок меньше, чем в предыдущем случае. Кроме того, резко выражена склонность к самофокусировке, т.е. уменьшение интервала между измерительными электродами приводит к росту показателя, что находится в противоречии с классическим законом Ома.

Таблица 1 – Экспериментальные значения электросопротивления для дистиллированной и активированной воды в зависимости от концентрации ПАВ

Концентрация, %	Ориентировка точек замера	Электросопротивление дистиллированной воды, ком	Электросопротивление активированной воды, ком
Исходное состояние			
100% H ₂ O	север-юг	610 → 570	49 → 50
	запад-восток	610 → 550	44 → 50
	центр-борг	500 → 460	51 → 57
С графитовой пленкой			
0,1 С	север-юг	35 → 125	21 → 65
	запад-восток	22 → 53	34 → 50
	центр-борг	51 → 80	24 → 52
1,0 С	север-юг	62 → 103	31 → 65
	запад-восток	112 → 170	34 → 50
	центр-борг	45 → 126	24 → 52
3,0 С	север-юг	80 → 142	58 → 73
	запад-восток	195 → 128	46 → 60
	центр-борг	104 → 175	90 → 67
5%	север-юг	189 → 210	83 → 102
	запад-восток	185 → 490 смена полярности	107 → 130
	центр-борг	250 → 1000	84 → 96
С- 100%	север-юг	1000	8,3 → 9,8
	запад-восток	1000	5,0 → 5,1
	центр-борг	–	3,5 → 4,0

Зная, что граница раздела фаз обладает свойствами разделяемых ею фаз, было изменено поверхностное натяжение воды с помощью графитовой пленки, которая, как известно, обладает слоистой структурой ввиду различия размера ее частиц в поперечном и продольном направлениях. Так из таблицы видно, что анизотропная графитовая пленка резко изменила показатели электросопротивления у всех видов воды, при этом вода приобрела особую чувствительность к ориентировке по отношению к направлению суточного вращения (субширотное). Наиболее значительная разница отмечается для дистиллированной воды, где при одинаковом расстоянии между измерительными электродами показатели отличаются почти вдвое. Так проявляет себя способность поляризации анизотропных частиц графитовой пленки. Способность к самофокусировке также различна для обоих флюидов. Для системы «дистиллированная вода – графит» она почти вдвое выше, чем у активированной воды.

Этот экспериментальный факт свидетельствует о том, что оба флюида по разному структурируются под действием анизотропной границы раздела, заставляющей их менять поверхностное натяжение путем согласования различных элементов структуры.

Изменение концентрационных соотношений между графитом и водой приводит к возрастанию показателя в обеих случаях. При этом автоволновые процессы присутствуют при всех замерах. Исключением является замеры дистиллированной воды при концентрации углерода ≈ 5%, где при субширотном направлении замеров выявилась смена полярности (изменился знак на приборе) и для этого автоволнового процесса показатели его могут меняться от 490 ком до (-)40. Кроме того, в этом случае резко (в ≈ 2 раза) возросла склонность к самофокусировке, что предполагает возникновение новых структур предпочтительно спиралевидных. Та же пленка без воды, полученная путем испарения флюида, имеет высокое сопротивление в случае испарения подложки из дистиллированной воды. А другая пленка приобрела структуру активированной воды и показало

значительную разницу в показаниях в зависимости от ориентации измерительных электродов. Эффект самофокусировки в этом случае незначителен.

Полученные экспериментальные факты свидетельствуют о том, что замеры электрического сопротивления флюидов в разных состояниях дают представление об изменениях структуры под действием измерительного напряжения, а так как обнаружена их зависимость от концентрации и положения измерительных электродов можно предположить, что это является следствием взаимодействия присутствующих в воде элементов структуры, существенно отличающейся от молекулярного уровня рассмотрения. Для понимания механизма взаимодействия уместно провести анализ поведения частиц под воздействием статических зарядов.

Информация о расчетных и замеренных значениях экранирующих зарядов для первых двух периодов таблицы Менделеева Д.И. приведена в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Величины экранирующих зарядов в зависимости от количества структурных элементов N [4]

N	Расчетные, эВ		Экспериментальные, эВ	Ошибка, %
	пределы измерения	средние		
1	0	0	0	0
2	0,5-0,75	0,625	0,628	0,5
3	1,6-1,713	1,656	1,637	1,1
4	1,914-2,44	2,177	2,199	1,0
5	3,155	3,155	3,163	0,3
6	3,837	3,837	3,835	0,1
7	4,522	4,522	4,509	0,3
8	5,328	5,328	5,345	0,3
9	6,131	6,131	6,062	1,1
10	6,935	6,935	6,76	2,5

Несмотря на приближенный учет только электростатических взаимодействий в зависимости от количества элементов в возникающей структуре, полученные значения величин экранирующих зарядов дают представление о скачкообразном изменении свойств с ростом числа компонентов структуры.

Скачкообразное изменение электрического потенциала в низкочастотном диапазоне записали с помощью аналогового цифрового преобразователя АЦП-2. Для сравнения первый замер выполнен для оценки состояния воздуха – как основной границы раздела фаз (рис. 1.а). Здесь видны возмущения, не превышающие 0,02 В вблизи 18-25 Гц.

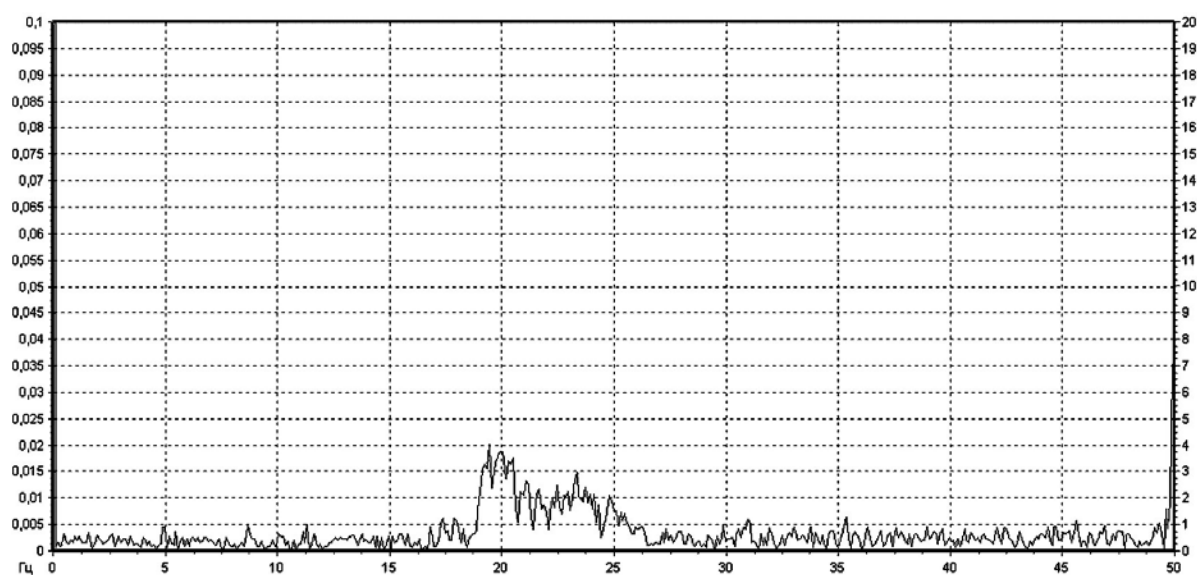


Рисунок 1.а – Изменение напряженности (В) между электродами в воздухе в зависимости от частоты (Гц)

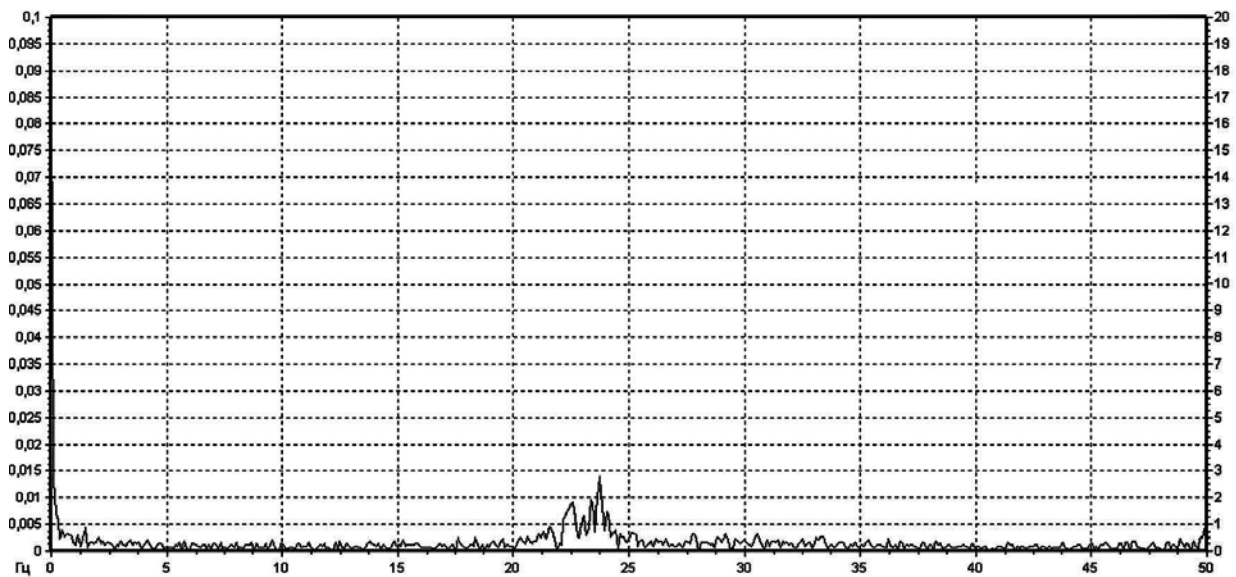


Рисунок 1.б – Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : север- юг) в зависимости от частоты (Гц)

Субмеридиональный замер (рис. 1,б) в дистиллированной воде показал, значительный всплеск потенциала (0,032 В) в низкочастотной области (≈ 1 Гц) и вдвое изменил наводку со стороны воздушной границы раздела. В субширотном направлении низкочастотный потенциал вырос почти вдвое и появился дополнительный всплеск вблизи 2 и 3 Гц (рис. 1,в).

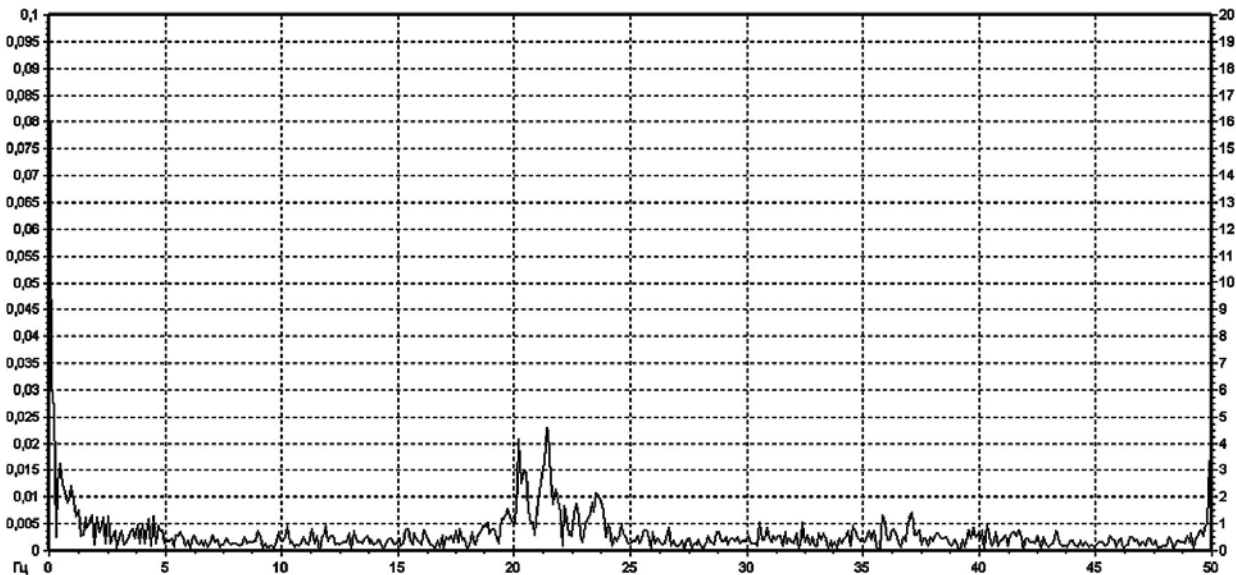


Рисунок 1.в – Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : запад - восток) в зависимости от частоты (Гц).

Наибольшие значения потенциала (более 0,1 В) характерны для замеров, характеризующих эффекты самофокусировки (рис. 1, г, д).

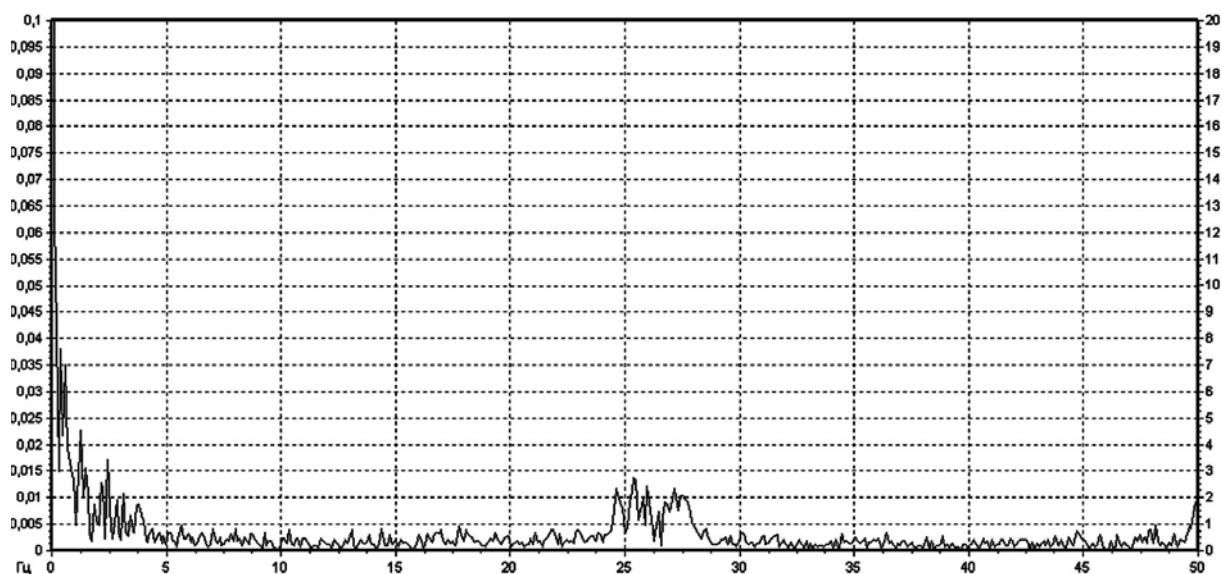


Рис 1.г. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кувете (электроды ориентированы : центр - запад) в зависимости от частоты (Гц)

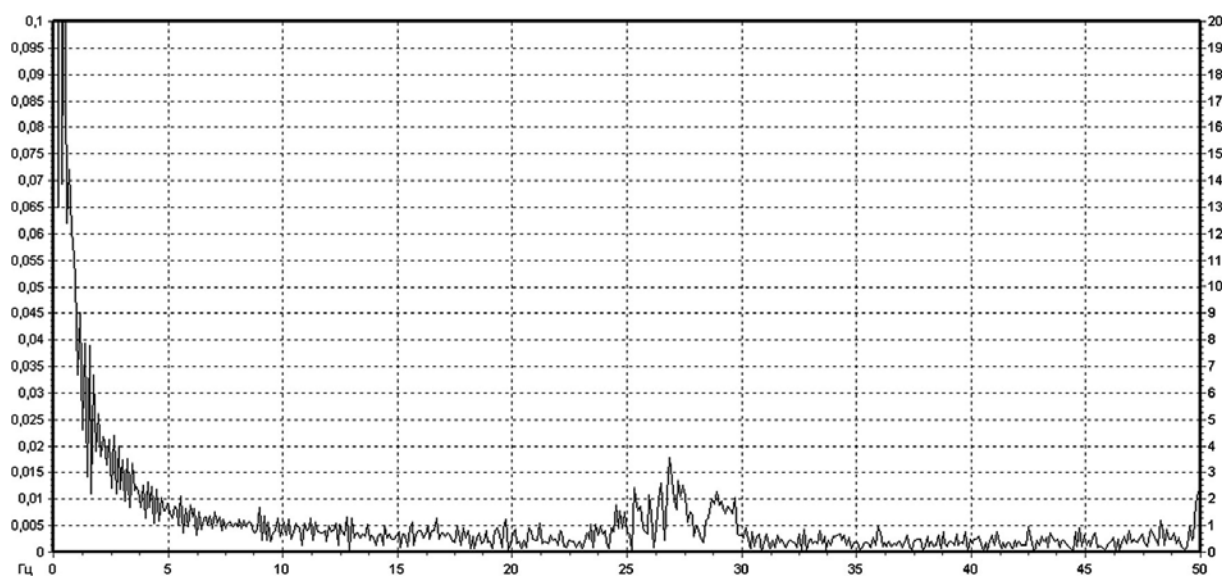


Рис 1.д. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кувете (электроды ориентированы : центр - север) в зависимости от частоты (Гц)

Здесь броски напряжения имеют наибольшую величину и проявляют себя на низких частотах (0,1-3 Гц), что может означать проявление неоднородностей элементов структуры, имеющих разный размер. Кроме того, субмеридиональная ориентировка электродов богаче по спектральному составу и абсолютной величине всплесков потенциала, что может свидетельствовать о появлении структур спирального строения.

Активированная вода (рис. 2, а, б, в, г) показывает другие результаты. как по спектру автоволновых колебаний, так и по абсолютной величине скачков потенциала.

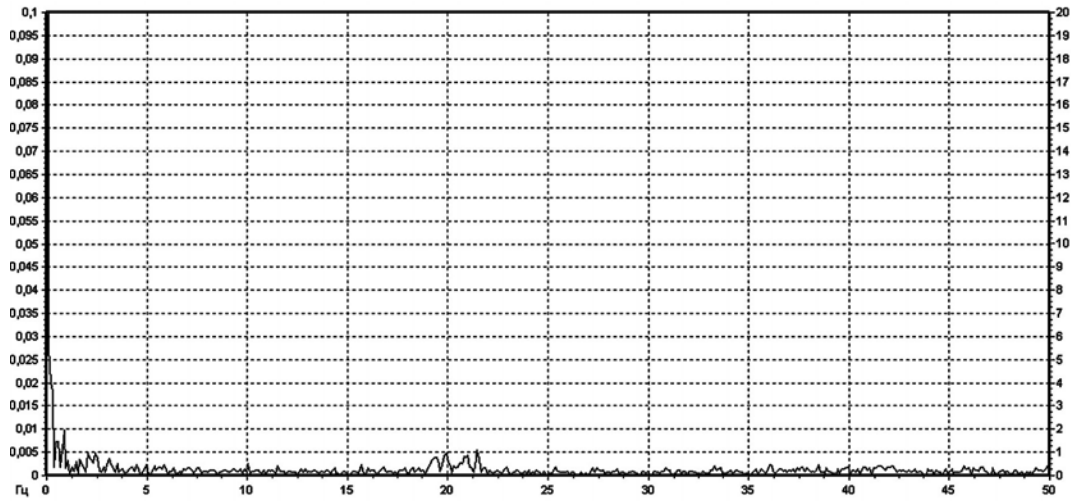


Рис 2.а. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : север - юг) в зависимости от частоты (Гц)

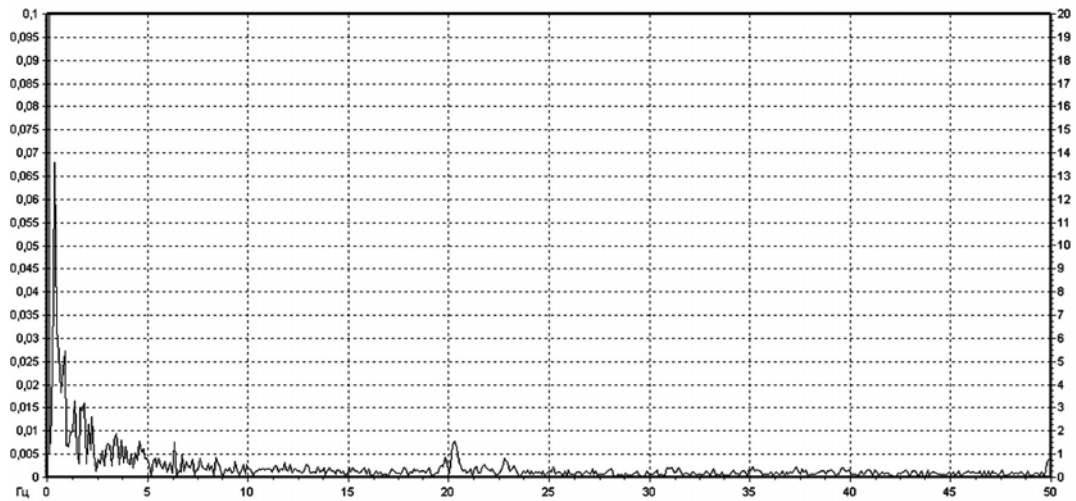


Рис 2.б. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : запад - восток) в зависимости от частоты (Гц)

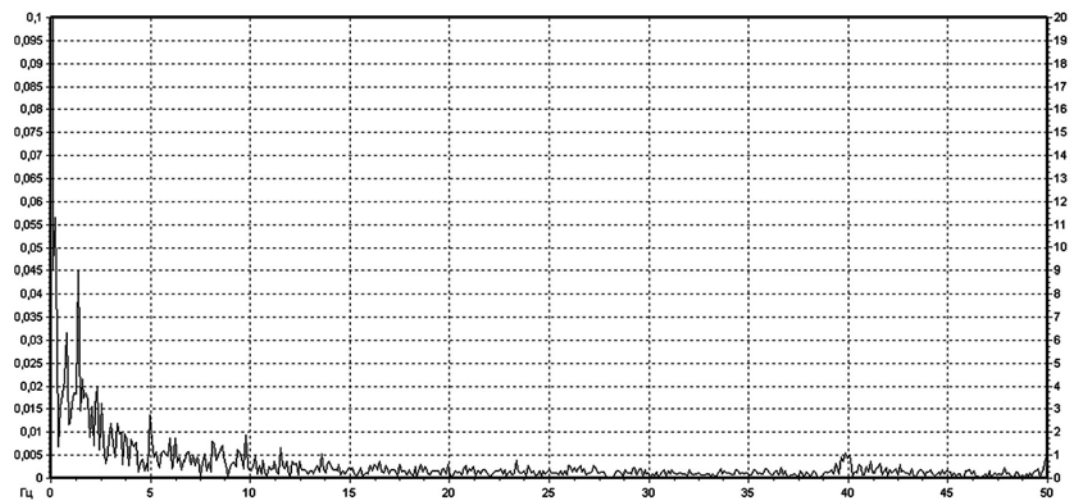


Рис 2.в. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : центр - запад) в зависимости от частоты (Гц)

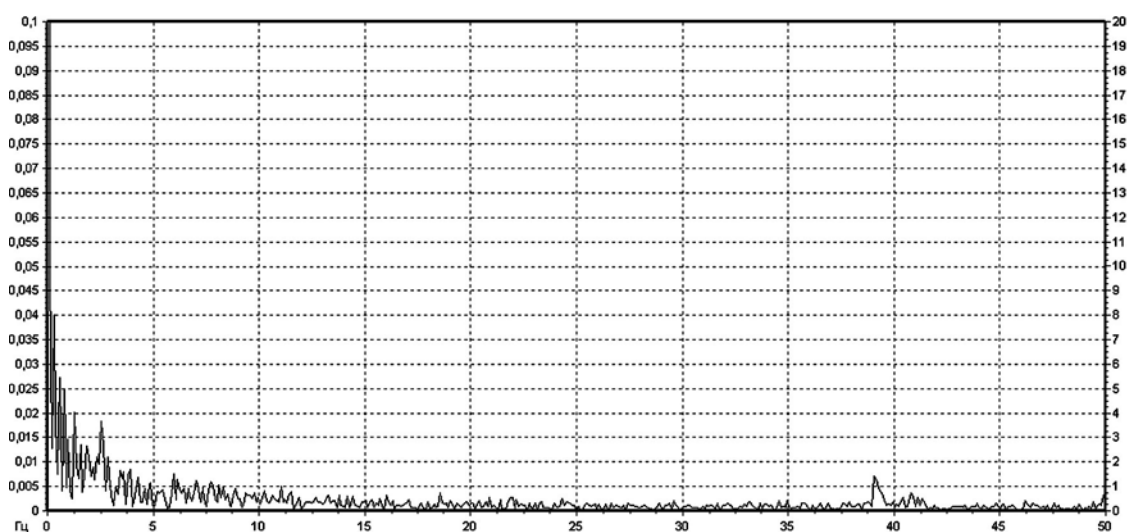


Рис 2.г. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы : центр - север) в зависимости от частоты (Гц)

Кроме того, практически исчезает влияние средних частот со стороны воздушной фазы. Наибольший потенциал ($\approx 0,068$ В) характерен для субширотного положения электродов на частоте около 1 Герца, при этом для этого же направления возрастает склонность к самофокусировке (рис. 2, в). Здесь ясно выражены максимумы вблизи 0,3; 1,5 и 3 Герца, что свидетельствует о появлении более чем 3-х типов структур с разной пространственной ориентацией.

Совокупность полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Метод замера электрического сопротивления во флюидосодержащих средах в зависимости от ориентации измерительных электродов и концентрационных соотношений отражает структурное состояние воды.

2. Появление автоволновых колебаний при замерах электросопротивления является признаком изменения структуры воды, что обуславливает скачкообразное изменение свойств в зависимости от количества частиц образовавшейся структуры.

3. Изменение спектрального состава при измерении скачков потенциала отражает пространственное расположение образующихся структур и их масштабные соответствия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Глинка Н.Л. Общая химия. Л., Химия, 1974. – 728 с.
- 2 Kanarev Ph.M. The Role of space and Time in Scientific Perspection of the World. Galilean Electrodynamics, 1992.V.3, № 6. – pp. 106-108.
- 3 Канарев Ф.М. Вода – новый источник энергии. Краснодар, КГАУ, 2000. – 155 с.
- 4 Протодьяконов М.М. Свойства породообразующих минералов и их электронное строение. М., Недра, 1965. – 88 с.

REFERENCES

- 1 Glinka N.L. Obshchaya chimiya L., Chimiya, 1974. – 728 с.
- 2 Kanarev Ph.M. Rol prostranstva i vremya w nauchnoy perspektive Electrodinamici Galeleya 1992. T.3, № 6. – P.P. 106-108.
- 3 Kanarev F.M. Woda – novji istochnik energii. Krasnodar, KGAU, 2000. – 155 с.
- 4 Protoliyakonov M.M. Swoystwa porodoobrasuyushchih mineralov i ih electronnoe coctoyanie. M., Nedra, 1965. – 88 с.

*К.А. Васин**, *В.А. Глаголев***, *Г.П. Метакса**

(* Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен істері институты;
** Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ.)

СУ КЛАСТЕРІ БАР БОЛУЫНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК АЙҒАҒЫ

Резюме

Су–Жер литосферасында кездесетін барлық элементтердің басын құрастырушы негізгі зат болып табылады. Бертінге дейін оның қасиеті мызғымайтын берік қағида болып келді. Қазіргі заманғы зерттеулер оның әртүрлілігін және бір-бірінен ерекше айрықшаланып тұратынын көрсетіп отыр. Соған сәйкес, бұл өзгешеліктер оларды байланыстырушы кендер мен таужыныстарында да көрініс беруі мүмкін.

Су сипаттамасын белгілеу өзекті мәселе болып табылады. Мақалада берілген көлемдегі судың өткізгіштігінің өзгерісі және әсерлердің ауытқушылығының бар болуы қарастырылған. Мұндай жағдай құрылымның көптеген элементінің келісіміндегі құрылымшаларына байланысты болуы мүмкін. Пайда болған құрылымның кеңістіктік орналасуы және олардың масштабтық сәйкестігін бақылаудағы әлеуеттің секірмелілігінің бейнелеуі жұмыстың бірден қорытындысы болып табылады.

Кілт сөздер: судың түрлері, электр қарсылығы, автотолқындық үдеріс.

Summary

*K.A.Vasin **, *V.A.Glagolev ***, *G.P.Metaksa**.

(* Institute of mining by him. D.A.Kunaeva;
** Institute of geological sciences him K.I.Satpaeva)

EXPERIMENTAL PROOFS EXISTENCE WATER CIASTERS

Water is one of the basic substances connected to formation practically of all components composing lithosphere of the Earth. Until recently its properties were considered firm. Modern researches show, that it is submitted by various kinds which characteristics are different from each other. Accordingly these distinctions should be reflected and in the rocks and ores connected to it.

The establishment of characteristics of waters is a hot topic. Change of conductivity in the set volume of water and presence of abnormal effects is considered. Such effects can be connected to different structurization of fluids at the coordination of various elements of structure. One of conclusions of work is that observable jumps of potential the spatial arrangement of formed structures and their scale conformity reflect.

Key words: types of water, electroresistance, autowave process.

Поступила 2.04.2013 г.

ПРОТИВОСТОЯНИЕ ТЕКТониКИ И СТРАТИГРАФИИ

Аннотация

Научная революция 60 – 70 годов ознаменовала переход от классической к неклассической геологии. Но в дальнейшем геология остановилась перед концептуальным барьером, не имея в своей методологии достаточных аналитических средств для дальнейшего развития теории. Преодоление концептуального барьера, сложившегося в послереволюционное время в геологии (1995 – 2013) становится насущной необходимостью для дальнейшего развития в теории и практике. Примат биостратиграфического начала, удерживающийся в геологии донныне, создал образ и культуру профессионального мышления геолога в гуманитарных рамках, которые не допускают в геологию физико-техническое сознание. Однако революция показала, что теоретические вопросы геологии в направлениях к геодинамике средствами одной только геологии – не решаются. Тектоника как ведущее направление в прогрессе геологии в профессиональной среде испытывает сопротивление биостратиграфического сознания.

Ключевые слова: Наука, теоретическая геология, классическая геология, тектоника, стратиграфия, мобилизм, фиксизм, тектоника плит, геодинамика, физика Земли.

Кілт сөздер: ғылым, теориялық геология, классикалық геология, тектоника, стратиграфия, мобильділік, факасизм, тақтаның тектоникасы, геодинамика, жер физикасы.

Keywords: Science, theoretical geology, classic geology, tectonics, стратиграфия, мобилизм, фиксизм, tectonics of flags, геодинамика, physics of Earth.

Задача о природе тектонических процессов впервые была конкретно поставлена Марселем Бертраном в 1892 году. Им были выделены структурные этажи: гуронский, каледонский, герцинский и альпийский и поставлен вопрос об их происхождении [16]. Тем самым был сделан крупный шаг в развитии тектоники. Отталкиваясь от стратиграфии, Бертран, фактически, заложил её диалектическое отрицание, встреченное стратиграфами и вообще всей геологической общественностью с сопротивлением. И дальнейшая судьба тектоники, даже в течение всего двадцатого века, была сложной. Не проще она и ныне. Проблема в том, на наш взгляд, что методология тектоники конфликтно отличается от традиции и методов стратиграфии, *построенных целиком на очевидности*. Но стратиграфия исторически заложила базис геологической науки и донныне удерживается в этой роли. Её традиция формирует образ мышления, приёмы и способы работы геолога, его профессиональную культуру, что и теперь обеспечивает принципиальное и эмоциональное противостояние тектониста и стратиграфа. Различие в том, что тектонист в анализе и синтезе часто уходит от очевидности, опираясь на абстрактные концептуальные положения, в чём у него формируется рабочий навык, отсутствующий у стратиграфа. Работа тектониста с моделями, в особенности с их множествами, - две и более,- производит на стратиграфа отрицательное впечатление как отклонение, отрыв от фактического материала, не допускающего вариантов. Это достигает эмоциональной силы, создающей психологический барьер между стратиграфами и тектонистами. Но, полагая себя как фундамент геологии, стратиграфы используют этот ресурс для достаточно успешного противостояния тектонике, удерживая её в системе геологии на вторых ролях. Этим можно объяснить сложную эволюцию тектоники в течение всего двадцатого века.

Научная революция 60 – 70 годов в геологии резко обострила отношения в цехе геологов, будучи по своей сути геофизической и тектонической. Тектоника плит, новая глобальная тектоника, далее геодинамика (в версии физики Земли) – последовательно во времени, – существенно сместили акценты в теоретической геологии, потеснив стратиграфию с её

традиционного положения. Было показано, что осадочная система земной коры – это только продукт экзодинамики, массопереноса в гидросфере и атмосфере, и далеко не отражает всей геодинамики в аспектах физики Земли. Господствующее положение стратиграфии в теоретической геологии тем самым было поставлено под сомнение. Однако, это не было принято большинством геологической общественности и в геологии пролегла линия фронта между фикситами и мобилистами, до тех пор ещё уживавшихся мирно. Революции бы не было, если бы не это противоречие между образами мышления тектонистов и стратиграфов. Логика тектоники плит вытекает из геосинклинальной традиции и не противоречит ей в принципах. Но тектоника плит резко наращивает концептуальный потенциал за пределами образа мышления фикситов, чего последние потерпеть не могли.

Тектоника плит была построена в основном геофизиками, на материале океанической коры и вообще на глобальном материале, *в дедукции*. Это резко контрастировало с геологической традицией в методологии от частного к общему, *в индукции*. Тот самый отрыв от традиционного фактического материала, основы построений и в стратиграфии, и в региональной тектонике, привёл геологов в растерянность и далее – к протесту: так в геологии не делается! Проблема локализовалась в психологии. Это геофизиков не смутило, а дальнейшие успехи в построениях привлекли на их сторону и значительное число сторонников из среды геологов, не столь жёстко следующих традиции. Им стало ясно, что *вопросы геодинамики средствами одной только геологии не решаются*. Этот передовой отряд, менее многочисленный, чем фикситы, вступил с ними в идейное противостояние. Отношения приобрели непримиримый характер, что и составило климат революции.

И геофизики, и примкнувшие к ним геологи, - в целом мобилисты, - достаточно быстро и успешно навели мосты между своими глобальными построениями и геосинклинальной концепцией. Геосинклинали стали островными дугами, эв- и миогеосинклинали по окраинам палеоконтинентов – задуговыми морями прошлого. Платформы переименовали в кратоны, возвратив им ещё исходное название... Но и не более того. Мобилизм отличается от фиксизма только тем, что привёл в медленное, но ничем не ограниченное движение весь объём фигуры Земли. Однако была порушена *геосинклинальная вера, в профессиональной среде, близкая к религиозной*, и психологическая компонента в противостоянии возобладала. Обе стороны повели себя агрессивно, подобно религиозным экстремистам. Это обнаружило новые, ранее не обсуждавшиеся стороны научных процессов, в научной вере и в рабочем сомнении. Фиксизм ярко продемонстрировал научную веру как психологический феномен в инертности мышления, не приемлющей новые средства решения задач вне традиции. Нарушалась чистота веры, как и в религии. И даже если в полемике логика становилась ясной, вера её всё же отвергала.

Ещё не написана история научной революции в геологии, она была бы очень поучительной для всех естественных наук, где-то - и точных, и гуманитарно-общественных. Но открылась и другая сторона геологии, не столь негативная, скорее оправдывающая фиксизм в его консервативной стабильности. Ныне геология – из естественных наук – самая отсталая в своём развитии. Не более теоретически сложная биология, получив мощный толчок к развитию со стороны генетики, далеко ушла вперёд. В астрономии уже открыто более 400 планет вне Солнечной системы [7]. Эти и иные открытия в ней даже питают эзотерический разум значительной части народонаселения. Физика и химия как лидеры познания – здесь даже не сопоставляются с геологией. Причина отставания в геологии видится в несопоставимости масштабов геолога и предмета его исследований – земной коры и Земли в целом. Скрупулёзно собираемый материал о земной коре медленно накапливается уже в течение более двухсот лет, со времён Вильяма Смита, первого геолога - съёмщика (начало XIX века). Столь длительный период монотонной работы создал традицию, передаваемую из поколения в поколение. Играет роль и специфичность геологических материалов. В них около 95% занимает информация по фактам, и только остальное – теоретические схемы, в которых факты у геолога систематизируются. Геолог – накопитель фактов и это его профессиональная особенность. Если уместны параллели с компьютером, то к концу его профессиональной биографии его жёсткие диски переполнены гигабайтами. Это тяжёлая, почти неподъёмная нагрузка на психику, при которой менять схемы отношений массивов информации в ходе научных революций, в смене парадигм, мало кому под силу. Геолог по способам работы с информацией и по её содержанию – гуманитарий. Его рабочие

образы громоздкие, рыхлые и не поддающиеся формализации. Всё это формирует философию и методологию геолога не сложнее позитивизма и символизма, с аспектами в релятивизм и конвенционализм. Это и основная причина печально знаменитых геологических споров. Их вызывают даже слабые различия в точках зрения. Ведущим системным началом для организации информации у геолога являются картируемое пространство и геологическая карта. Пространственное мышление – специфическая особенность профессионализма геолога. Владение пространственным мышлением на рабочей площади в сотни квадратных километров (обычные размеры для поисково-съёмочной партии) трудно достижимо и только в длительной практике. Не случайно геолог-съёмщик, наиболее связанный с размерами территории, начинает чувствовать себя в поле уверенно через 3 – 5 лет работы на производстве после окончания ВУЗа. Но это ещё – если он прошёл все положенные производственные практики и, возможно, работал до ВУЗа.

Пространственное мышление локализуется в основном в правом полушарии коры головного мозга, в то же время ответственном за синтетическое образное мышление и интуицию. Это гуманитарный тип мышления, в отличие от рассудочного и точного в левом полушарии. Преобладающая интуитивная, гуманитарная деятельность геолога практически отрицает склонности к точному мышлению, расположенность к решению задач аналитического и особенно вычислительного содержания. Математиков и физиков среди геологов мало. *Геологи не решают задачи, а проводят построения, что соответствует работам в пространстве, реальном или аналитическом.* Таким образом, специфика геолога задана его правым полушарием коры головного мозга. В этом коренится противостояние геологов с геофизиками, лицами существенно левополушарными. Различие функциональное, глубокое и неслучайное. И, возвращаясь к коллизиям революции в геологии, найдём её причину и в этом. Геофизики активно внедрили в геологию с несвойственными ей методами решений и тем вызвали в геологической среде тяжёлую реакцию. Но это и показало, что *фундаментальные задачи одними только геологическими средствами не решаются.*

Революция в геологии протекала в 60 – 70 годы ушедшего века. Она мощно всколыхнула геологическую общественность и на теоретическом, и на психологическом уровне, повлияла даже на личные отношения. И всё же мобилисты пока остались в меньшинстве. За прошедший донныне 30 – 40-летний период устоялось два течения, в фиксизме и мобилизме, с сохранившимся противостоянием. В большинстве геологи старшего поколения не приняли тектонику плит и её модификации в развитии – новую глобальную тектонику и далее - геодинамику (геологическое приложение к физике сплошных сред, по Д.Тёркоту, Дж. Шуберту, 1985) [11]. Высказанные выше соображения, вероятно, дают некоторое объяснение этому обстоятельству. Борьба меньшинства за геодинамику шла с переменным успехом, достигающим в отдельных случаях даже введения тектоники плит приказом по институту (ВСЕГЕИ). В литературе не допускалось применение термина “геосинклиналь”, которому придавался отрицательный смысл. Некоторые лица из конъюнктурных соображений объявляли себя мобилистами, в явном и скрытом вероотступничестве, заявляя даже, что они и всегда были мобилистами. Мобилизм приобретал свойства моды. Пик этого процесса пришёлся, вероятно, на девяностые годы. Но накал отношений стал спадать по мере притока молодого поколения специалистов. Динамика этого процесса не так проста. Убеждённые фиксисты и мобилисты остались “при своих”, определив, в принципе, здоровую тенденцию. Вероотступники со временем возвратились в геосинклинальную веру, или в эклектическую смесь обоих направлений, не имея твёрдых убеждений. Молодые специалисты, в отличие от советского образования, лучшего в мире, получили несколько облегчённые курсы учебных программ, а практики не проходили вовсе и остались индифферентными к противостоянию. Естественная убыль старшего поколения приводит к тому, что в среде “убеждённых” убыль контингента мобилистов происходит быстрее, чем в среде более многочисленных фиксистов. На этом фоне шансы фиксистов стали нарастать. Выражено это в нарастающем потоке публикаций фиксистского содержания, в котором наметились тенденции к реваншу. В последнем десятилетии в печати участились случаи заявления, что реванш уже состоялся. Вера сильна и душа этого требует. Но не пиррова ли победа это будет, если это так?

Объективные тенденции к такому реваншу складываются, на наш взгляд, в основном в двух направлениях. Во-первых, несмотря на кризис в геологии на постсоветском пространстве [14], нельзя отрицать, что приток новых идей, в сравнении с советским периодом, не сократился.

Массивы новых фактических материалов, и отечественных, и зарубежных - также впечатляющие. Однако, содержание того и другого остановилось перед непреодолимым концептуальным барьером, который характеризуется как невозможность решать задачи геодинамики только средствами геологии. Ушедшая в прошлое геологическая революция это ярко показала, но корпус фиксизмов это отвергает. Более того, революция всё же стимулировала фиксизмов к поиску нетрадиционных средств решения задач о природе тектонических процессов. В этом поиске они обратились к галактическим орбитам Солнечной системы, оставляя неприкосновенными кору и мантию, как бы в неспособности их к горизонтальным движениям, в сути фиксизма. С нашей точки зрения, это направление для тектоники - тупиковое.

Другая тенденция – объективные мировые процессы последних десятилетий – глобализация, несущая миру примитивную культуру выживания в динамике рынка, выраженную в люмпенизации сознания. В науке это ярко выразилось в сведении её функций к прикладным направлениям, более понятным корпусу чиновников, видящих науку как компонент рынка. Это вызывает глубокие качественные перемены в отношениях научных работников к философии и методологии своей деятельности не более чем в позитивизме и прагматизме. Перемены достигают и функциональных уровней мыслительной деятельности. Если мобилисты в психотипе характеризуются как субъекты с динамическим, подвижным мышлением, в активности рабочего сомнения, то фиксизмы – лица с устойчиво однонаправленным мышлением, более догматичным, чем динамичным, - в постулатах веры. Это резко сужает их кругозор и выбор средств исследования. И навязанный науке рынок вообще обескровливает творческую мысль, сужая её до прагматичных содержаний, что приводит к функциональной деградации юных уровней коры головного мозга и сдвигу к пограничным психотическим состояниям в фиксизме. Такая деградация наметилась в науке в 90-е годы как тенденция к нарастанию маттоидности содержания в научных публикациях, то есть эзотерических и мифических мотивов. Первой это почувствовала философия ещё в 70-е годы, выступив с манифестами пост-пост-модернизма. Согласно им, философия не может находить предельные категории бытия, а только его текущие моменты (Деррида и др.). Тем самым философия сводится к обыденности, а во взгляде со стороны – просто деградирует. Такая же тенденция наметилась и в сознании народонаселения, постепенно погружающегося в примитив глобального рынка. И общий духовный климат человечества после высокого подъёма в напряжении XX века погружается в примитив. Это способствует сознательному отношению к науке как к средству решения только практических задач инновационного характера, на уровне изобретений и патентования и не только в чиновничьей, но оттуда - и в научной среде. Логике вещей и явлений теснит прагматизм американского образца. Фундаментальные направления отвергаются как не дающие непосредственной прибыли. И если пока ещё есть кому возбуждать вопросы о фундаментальной науке, из среды старшего поколения, то ценность фундаментальных наук в глазах молодого поколения, пришедшего в постсоветские годы, приближается к нулю. Это создаёт катастрофическое положение в среднесрочной перспективе, когда жизнь заставит возвратиться к фундаментальным аспектам, но тогда уже науку придётся создавать заново. В преимуществах поколений это прежде всего создаст проблему кадров, и уже создало. Затем на порядки большие издержки придутся на восстановление инфраструктуры науки. Для этого должен произойти перелом в сознании социума, когда спохватятся: была же наука, зачем разрушили! А она не давала прибыли здесь и сейчас!

Но именно прагматики-американцы в 80-е годы подсчитали: если ликвидировать фундаментальную науку, через пять лет экономика этого не заметит; через десять лет экономику затрясёт; через пятнадцать лет экономика остановится. Что и произошло в постсоветских республиках-государствах, возглавляемых национальными элитами. Это ярко показало, что экономика держится на притоке новых фундаментальных идей, хоть это и не единственный стимул.

В контексте сказанного, геология, после революционных событий встав перед труднопреодолимым концептуальным барьером, испытывает трудности самого преодоления актуально, но и в лице молодой смены, далеко не достигающей в профессионализме и уже не способной в этом поколении достигнуть уровня старшего поколения, – потенциально. Концептуальный барьер для геологии, на наш взгляд, состоит в том, что её двухвековая традиция не допускает в методологии методы физики и вообще физико-техническое сознание.

Традиционные методы в геологии строятся на очевидности и на парагенетических отношениях. Первая в этом отношении – стратиграфия. Её базис – очевидность в нескольких несложных отношениях (закон напластования, закон отношения фаций, возрастное скольжение, градационная слойчатость, несогласия, трансгрессии и регрессии, литологические и биофациальные вопросы и некоторые другие). Стратиграфия как признанная основа геологии опирается на очевидность ведущего значения осадочной системы земной коры. Действительно, и в хозяйственном отношении, и в практике самой геологии преобладают дела с осадочными формациями во всех их проявлениях. Осадками покрыта вся земная сфера, как на суше, так и в морях и океанах. Но осадочная компонента земной коры является продуктом экзодинамики в воздушно-водном массопереносе на основе солнечной энергии. Эндодинамика на осадочные процессы оказывает косвенное влияние (расчленённый рельеф, вулканизм, флюидотермальные процессы, движения в бассейне подземных вод, хемогенное осадконакопление). Стратиграфия не учитывает влияния на процессы осадконакопления на земной сфере: глубинное тепло, удерживающее ландшафты и морское дно в температурах выше точки замерзания воды. Но в этом непреходящая роль эндодинамики и её энергии для осадконакопления. Осадконакопление прекратится, если водная оболочка перейдёт в состояние горной породы – льда. Останутся золотые процессы слабого перевевания снежных масс, как на Марсе. Однако, не в традициях стратиграфии рассматривать вопросы энергетики, как в экзо-, так и в эндопредставлении. Трудно, например, воспринять мысль, что изостатическая компенсация бассейнов осадконакопления имеет как причину солнечное тепло в экзодинамике массопереноса и геосинклинальные процессы в сильной степени зависят от энергии Солнца. Но это уже тектонические вопросы. Рассмотрение вопросов осадконакопления со стороны энергии процессов определяет границы системы в пространстве и времени. Источник энергии задаёт механизмы процесса, их периодичность и пути массопереноса. Но в стратиграфии эти вопросы пока решаются косвенно и не являются ведущими в решении задач. И существует видимость актуальной бесконечности в стратиграфии как процесс бесконечных уточнений в структуре осадочной системы «ISC-2000 ...», без опоры на причину – пульсирующую энергетику процесса. Эти вопросы естественно выглядят уже в тектонике. Но тогда *стратиграфия есть сравнительно узкий раздел тектоники*. В логике детерминизма это соображение вполне корректно.

Состояние концептуального барьера, перед которым встала геология после революционных событий 70-х годов, содержит компоненту примата стратиграфии в объёме теоретической геологии, не выходящей за пределы очевидности и оставляющей мало возможностей работать дедуктивно. Именно стратиграфическое начало является базисом фиксизма. Традиция, созданная стратиграфическим движением XIX и первой половины XX века и в которой стратиграфия сама проследилась дальше, определила тип профессиональной культуры геолога, сосредоточенного на фактическом материале в объёме очевидности и мало нуждающегося в сложных физико-технических представлениях о механике сплошных твёрдых сред, какова горная масса в пространстве и времени. Любительские экскурсии отдельных познавательных-любопытных геологов в этом направлении – не в счёт. В теоретической геологии, конкретнее – в тектонике и структурной геологии – отсутствуют сведения из курсов сопротивления материалов и реологии, достаточно объясняющие релаксацию, пределы ползучести, пределы текучести и пределы прочности твёрдых тел в полях напряжений. Не преподаётся это и студентам. Но, на наш взгляд, это и составляет препятствие к пониманию, что в геологических масштабах времени твёрдая горная масса механически ползуча от малых напряжений, ещё далеких от предела упругости, в реидной тектонике (медленная деформация горной массы в слабых напряжениях). Далее, от предела упругости до предела текучести – в складкообразовании; за пределом прочности – в разрывной тектонике. Горячая, хоть и сейсмически твёрдая мантия, пропускающая поперечные волны, также подвижна в полях взаимодействия динамопар в субдукции и в апвеллинге плюмов в рифтовых вертикалях. Это взаимодействие инициирует конвективность мантии. Такие модели неприемлемы в образе мышления фиксизма, убеждённого, что твёрдое вещество и есть твёрдое. Показательна в этом отношении дискуссия в журнале «Руды и металлы», 6/2011, с. 67 – 76. В ней А.Н.Барышев полагает, что основной путь поступления рудного вещества в земную кору – из мантии в конвективных процессах [2,3]. Это взгляд специалиста, принявшего концепцию современной геодинамики. Но ему возражает А.М.Жирнов, заявляя следующее: «...Конвекции (перемешивание вещества) в твёрдой мантии Земли не существует. Она возможна только в жидкостях и газах. В

твёрдых телах никакой конвекции не может быть в принципе, о чём неоднократно заявляли и физики (Джеффрис, Ландау), и геологи. О какой конвекции может идти речь, если её вязкость (20 – 25 пуаз) превышает или равна вязкости и плотности стали с вязкостью 20 пуаз» [4]?

Это и есть фиксизм, проистекающий из впечатления незыблемости скального обнажения в картируемом пространстве, во всей своей очевидности. Физик Ландау мог так высказаться между прочим, поскольку не был знаком с особенностями геологических масштабов времени. Исходя из очевидности, в твёрдых телах в актуальном времени конвекция действительно немыслима. Но если бы он заинтересованно обратился к проблемам времени и поведения твёрдых тел в миллионах лет, он без труда решил бы задачу: в геологических масштабах времени Земля – это капля кипящей жидкости. Биографы Л.Д.Ландау нигде не упоминают о случаях обращения его к вопросам геологического времени и к геологии вообще.

Что обозначает вязкость стали 20 пуаз, если вязкость воды 0.01066 пуаз, глицерина – 8.5 пуаз, средняя вязкость литосферы 10^{20} - 10^{21} пуаз?

Относительно геофизика Г.Джеффриса следует сказать, что он работал ещё в первой половине двадцатого века и был убеждённым контракционистом, придерживаясь стиля мышления, далёкого от мобилизма. В его классической работе “Земля, её происхождение, история и строение” (4 издание - 1960; 1 издание - 1924)[1] вопросы о поведении твёрдой горной массы в геологических масштабах времени не поставлены. Также Г.Джеффрис не рассматривал вопросы дрейфа континентов, которые восходят к ползучести и текучести твёрдой массы во времени. Нет у него упоминаний о релаксации как основного понятия в механизме ползучести. Такие вопросы поставлены в первом приближении в геодинамике как геологическом приложении механики сплошной среды (Д.Тёркот, Дж. Шуберт, 1982). Это вопросы уже - эпохи революции в геологии. В ясной форме эти вопросы не были поставлены и в годы жизни Л.Д.Ландау (1908 - 1965). Очевидно, что А.М.Жирнов просто эмоционально сослался на авторитеты.

Экстремизм – это психологическое свойство консервативной публики как истерическая реакция на перемены. Корпус фиксизмов обнаруживает себя всплесками научного экстремизма, нередкими в печати. Вышеприведенный случай содержит признаки такого экстремизма в отрицании возможности других вариантов модельных построений. Характерно для фиксизма отсутствие рабочего сомнения как методологического принципа и научные построения ведутся в постулатах веры. Это обстоятельство проистекает из традиции механического накопления фактического материала, вроде бы не подлежащего сомнению как факт. Подвох в том, что один и тот же факт как в исторической перспективе геологической науки, так и в ретроспективе исторической геологии, приобретает ряд различных звучаний. Фиксизм же факт видит только актуально. В его анализе исторический метод отсутствует. Однако прослеживание трактовки факта от одного фиксизма к другому выявляет и перемены точек зрения, как и в ретроспективе. Именно ретроспектива как история должна бы учить. Но не учит. Этот конфликт сосредоточен в геологических спорах – в самом мрачном, на что способен интеллигентный человек. Накал таких споров свидетельствует об отсутствии способности строить варианты. Эти варианты прослеживаются от лица к лицу, по одному на каждого, и уступить что-то они друг другу психически не способны. Это – в свойствах правого полушария головного мозга, менее склонного к аналитической рассудочной деятельности. Люди уверены, что оперируют фактами, не подлежащими сомнению (фактология геологической традиции). Когда конфликт локализуется уже в одном мозге, это означает работу вариантов и моделей, что свойственно физико-техническому воображению. Тогда работа теряет признаки конфликта и встаёт в русло нормальных исследований в категориях априорных, рабочих и апостериорных образов.

Фиксизм знаменует собой определённую культурно-историческую формацию, какие проходит и общество в целом, но фиксизм – в геологии. Фиксизм примерно соответствует классической философии, или классической физике. На его основе имеет смысл говорить о классической геологии, и такие соображения уже высказаны. Последний рубеж классической философии отмечен работой Ф.Энгельса «Антидюринг». В хронологии мировой философии это признаётся и как конец классической философии вообще. Ей на смену пришёл неоклассицизм в лице Маркса, Энгельса, Кьеркегора, Ницше (середина-конец XIX века). Рубеж классической и неклассической физики отмечен трудами М.Планка (квантовая механика) и А.Эйнштейна (специальная теория относительности) – 1900 – 1905 годы [8]. В геологии такой рубеж намечился с выходом в свет

труда А.Вегенера «Происхождение материков и океанов» (1915) [17]. И хотя идея дрейфа континентов к тому времени была уже далеко не нова, к ней не относились серьёзно, но выход в свет труда А.Вегенера определил отношения в геологии, разделив её на два лагеря – фиксистов и мобилистов. Последние были немногочисленны и отношения определялись на уровне идейных предпочтений, не всегда достаточно обоснованных. Но постепенно мировое геологическое сообщество вполне поляризовалось в этих предпочтениях. Однако, первая половина двадцатого столетия прошла в господстве фиксизма. И только южноамериканские геологи более придерживались мобилистских взглядов, веря в отрыв их континента от Африки.

Конец классической геологии, или фиксизма, сходен с концом классической физики. Во второй половине XIX века сложилось убеждение, что в физике уже всё открыто и дело остаётся за дальнейшим уточнением констант и некоторых неясных положений [8]. Но открытие радиоактивности (А.Беккерель, 1896), квантовая механика (М.Планк, 1900 -1905), теория относительности (А.Эйнштейн, 1905) – создали новое поле физики, определив тем самым интеллектуальное лицо двадцатого века. В геологии фиксизм господствовал до времён научной революции, которая началась в 60-е годы и по нарастающей достигла кульминации в 70-е годы. Её итогом была концепция тектоники плит или новая глобальная тектоника (НГТ). Но до революции в фиксизме сложились условия застоя, подобно физике девятнадцатого века. Мировым лидером фиксизма стала советская геологическая школа Архангельского-Шатского-Белоусова. Геология выклинилась в морфологии складок и разрывов, в парагенезисе, в бесконечном совершенствовании стратиграфической шкалы, в отрицании абсолютного возраста в пользу палеонтологических средств датирования, в описательном стиле и уровне научных и производственных разработок, в вековой традиции, не допускающей точные методы в методологию (Шарапов, методы математической статистики) и т.д. Всё это оказало жёсткое сопротивление переменам в ходе научной революции как неприемлемым в существующих в геологии отношениях. Но открытием XX века стала структура земной коры океанов, категорически отличающаяся от коры континентов. Далее, в ней стали различимы полосовые магнитные аномалии. Бурение дна океанов, («Гломар-Челленджер»), показало, что в нём пока неизвестны участки древнее юры. Вулканические пояса оконтурили фрагменты литосферы в виде плит. Определяются скорости дрейфа методами космической геодезии. Эти факты, вместе с уже известными, составили новую концепцию дрейфа плит, в развитие идей Вегенера о дрейфе континентов. В этом, на наш взгляд, - полная аналогия с революцией в физике начала века: ряд фундаментальных открытий определил поле новой глобальной тектоники, а вслед за тем – и конкретизировал аспекты глубинной геодинамики, получившей стимулы развития в сейсмоотографии. Сходство подчёркивается и тем, что, как и в физике, в геологии сложилась оппозиция. Так, попытки ревизии теории относительности, вплоть до полного её отрицания, продолжаются до настоящего времени, спустя уже более века. И это несмотря на то, что на её основе исправно действует ядерная и термоядерная техника, ускорители, радиоэлектроника, космическая техника и т.д. Получили мощное развитие астрофизика, космология и релятивистская квантовая механика.

Тектоника плит встретила жёсткое сопротивление со стороны фиксизма, для которого новые открытия оказались отнюдь не очевидными. Стали выходить работы, отрицающие спрединг океанической коры, на том основании, что в ней часто обнаруживаются ещё формации континентального происхождения, каковы граниты, риолиты, щелочные породы, чарнокиты, диориты и габбро и т.д. [10]. Следовательно, требуется допускать, что океаническая кора – это дивергенция континентальной коры в процессах океанизации или в других процессах, но не спрединг и не генерация коры в СОХ. Субдукция в зонах Бенъёфа невозможна. Конвекция в мантии не существует. Дрейф континентов невозможен. Всё это выдвигается не как рабочие модели параллельно с плитно-тектоническими, но как стремление вообще не допустить развитие НГТ как идейно чуждую геологической традиции. В этом просматривается идейный экстремизм, свойственный духу фиксизма.

Вопреки тому, тенденции мобилизма с 70-х годов стали набирать силу и к началу 90-х достигли в своём значении существенного превосходства, преобладающего над фиксизмом. Как выше отмечено, мобилизм даже стал модным, но это продлилось недолго. Мобилизм не получил достаточной поддержки потому, что в ключе дедукции стал разрабатывать только глобальные факторы и факты, далеко не достигая условий полевой геологии, которая пока осталась в объёме

фиксизма. Мобилизм не дал убедительных аргументов в методы поисков и разведки, ограничившись региональными критериями. Проблемы структурной геологии и стратиграфии также остались за пределами круга задач, решаемых в мобилизме. Существенно, на наш взгляд, что мобилизм не решил вопросы тектонической цикличности и даже в полном объёме их не поставил. В духе геофизики, мобилизм в основном ограничен современным состоянием дрейфа плит, с незначительным опытом экстраполяции в ретроспективу [5]. Ввиду существенного перевеса объёмов геологических материалов, накопленных в традиции фиксизма, мобилизм в этом пока не может конкурировать, решая задачи ещё своего становления. Более того, эти задачи и в принципе имеют своё содержание, не совпадающее во многом с полевой геологией. Полевые геологи пока не находят убедительных признаков дрейфа плит в картируемом пространстве и решают эти вопросы в своих предпочтениях. В значительной мере потому, что ощущение дрейфа появляется только на региональном уровне. За короткий период своего развития мобилизм пока ещё не накопил достаточно активов, чтобы создать в конкуренции противовес фиксизму. Для этого следует пересмотреть всю геологию материков во всей геологической истории, что за два – три десятилетия не делается. Вотчина мобилизма – пока что океаны. Однако, самой существенной причиной состояния мобилизма в потере его темпов после 90-х годов мы считаем концептуальный барьер, вставший перед геологией ввиду того, что дальнейшие её задачи одними только средствами геологии не решаются.

Парадигма новой глобальной тектоники, или исходно – тектоники плит, ныне постепенно трансформируется из кинематики плит в геодинамику всей фигуры Земли. Понятие геодинамики имеет уже вековую давность, под ним имеется в виду подвижность вообще. Различаются экзодинамика и эндодинамика. При этом экзодинамика имеет более физико-географический смысл в ландшафтной среде, эндодинамика обращена к глубоким недрам. Но в методологии геологических процессов нет положения об энергии, хотя энергия и подразумевается по умолчанию. В физико-техническом смысле это понятие составляет различие между кинематикой и динамикой. *Под кинематикой подразумевается вообще движение материальной точки или тела в инерциальной системе отсчёта. Переход в динамику происходит с учётом энергии движущих сил в симметрии сил действия и противодействия [12]. Динамика – это процессы.*

В настоящее время нет необходимости в смене парадигмы по Т.Куну [6]. Такая смена в геологии произошла в ходе её революции, и фиксизм уступил место мобилизму. В данном случае это событие означает, что статическая геология в семидесятые годы прошлого столетия перешла в динамическую фазу, в смысле Гераклита: «Всё течёт, всё изменяется». В этом сложились чёткие параллели с революцией Коперника, «обратившего» Землю, до того «неподвижную», в обращение вокруг Солнца. *Выстроенную фиксизмом статику Земли мобилизм привёл в медленное, но ничем не ограниченное движение. В этом основное отличие мобилизма от фиксизма.*

Мобилизм в своём возникновении и становлении пошёл от глобальных начал, наиболее общих, в сторону всё большего укрупнения масштабов – в миллионный, полумиллионный, двухсоттысячный. Полевая геология встречается с глобальными эффектами в двухсоттысячных масштабах, и то редко и неубедительно. Это причина, почему практическая геология потеряла интерес к дрейфу плит, сразу, только примерившись к нему в пятидесяти тысячном масштабе. И всё, что геолог может объяснить в духе дрейфа, то же самое объяснимо и традиционно. Но не потому, что фиксизм ближе к истине, а потому, что *фиксизм не достигает объяснения причин тектоники и традиционно в этом не нуждается.* А структурная геология в своей морфологии инвариантна и с глобальной, и с локальной точки зрения. Фиксизм в объёме картируемого пространства не может решить задачи причин тектоники, у него нет для этого методологических средств, поэтому таких задач и не ставит. В традиции цели к таким задачам отсутствуют. Геология пока что наука описательная. Концептуальный барьер состоит в том, что дальнейшее развитие выходит на причины тектоники в аспектах физики Земли, к чему геологи пока не готовы. Но и физика Земли к настоящему времени, началу XXI века, ещё решает задачи только нулевых и первых приближений, в морфологии и кинематике мантии. По состоянию дел это примерно соответствует эпохе первых региональных обобщений в геологическом картировании в конце XIX начале XX века. Действенные приближения будут достигаться тогда, когда физика Земли достигнет уровня исследований в динамике мантии, на основе представлений об источниках энергии процессов и о механизмах энергопревращения [13]. Тогда только начнут выясняться

причины тектоники. Вполне вероятно, что в геологии это дела среднесрочной и отдалённой перспективы. Но, в принципе, эти задачи как программа-максимум могут быть поставлены уже сейчас.

Существующее положение вещей в геологии не способствует преодолению возникшего психологического барьера. По-прежнему господствующая стратиграфия отрицает решительный поворот к тектонике на пути к преодолению. Для этого были бы нужны специалисты левополушарных ориентаций. Обычно это геофизики, но они в массе не знают геологию, или тектонисты, но они в значительном меньшинстве и не настроены в духе контекста данных соображений. В целом, для преодоления сложившегося положения в теоретической геологии нужны лица, способные преодолеть полушарность, что означает не менее чем как бы мусульманам пойти в церковь, а православным – в мечеть, а всех хоронить на одном кладбище. Может такой пример и неординарный, но вполне характеризует сложность психологического преодоления для сдвигов в состоянии геологии постреволюционных времён.

В постсоветскую эпоху геология переживает значительный упадок в силу экономических и социальных причин. Эти же причины повлияли и на схему воспроизводства кадров, в основном в сторону деградации профессионализма. Молодые специалисты, даже самые способные, за редким исключением не получили навыков на производственных практиках. Также и учебные программы оказались заметно облегчёнными в сравнении с советским преподаванием. И значительная часть выпускников не смогла найти работу по специальности. На фоне естественной убыли старшего поколения геологов советского происхождения, и в фиксированном, и в мобилистском варианте, чётко определилась радикальная перемена в стиле и духе дальнейшего развития геологической отрасли, особенно ввиду компьютеризации общества. Ныне трудно предвидеть, какие формы приобретут в дальнейшем структура геологической службы, её стиль, политика и методология. В условиях рынка это в основном диктует бизнес. Этим уже определяется прагматическое направление геологической службы, в ущерб научному. Геология, со своей стороны, будет стремиться сохранить и упрочить научное направление как потенциал развития. Бизнес, особенно компрадорского свойства, ныне господствующий, в принципе, не способен ориентироваться даже на среднесрочные перспективы, чем и объясняется его отрицательное отношение к науке. Но уже принимается к сведению, что необходимо возвращаться к идее глубинного картирования. Эта концепция была разработана ещё в 60-70 годы (ВСЕГЕИ, Ленинград), были составлены методические руководства [9] и в 80-е годы МИНГЕО рассматривало вопросы подготовки к глубинной съёмке всей территории СССР. Что по известным причинам не состоялось.

Глубинное картирование предполагает построение объёмной модели геологической карты на глубину до 1 километра и более, тогда как традиционное картирование в своих экстраполяциях достигает глубин 300 метров. Возвращение к глубинному картированию потребует создать геологическую индустрию на порядок более мощную, чем это было в СССР. Потребуется гигантские объёмы бурения при господстве геофизики, как это есть и сейчас в нефтяной геологии. Встанет в полный рост проблема кадров, осведомлённость которой будет качественно иной. Это должны быть геолого-геофизики, одинаково знающие оба направления. В такого рода деятельности традиционные геологи советского образца испытывали бы затруднения. Проблема кадров может решаться в направлениях существенного пересмотра учебных программ в ВУЗах, в объёмах физико-математического образования для геологов наравне с геофизиками, в развитии методологии геологической науки вообще в сторону точных наук. Тогда только тектоника займёт ведущее положение в теоретической геологии, сообразно с логикой вещей меняясь местами со стратиграфией, вопреки тому, как это пока есть на самом деле.

Теоретическая геология может получить основное развитие только в направлениях физики Земли. Это направление задаёт дедуктивный вектор, в нормально развивающейся науке комплементарный с индуктивным как анализ-синтез. Функция науки – объяснение, путь от следствия или факта к его причине, – дедуктивно. Причина стратиграфии – геотектоника; причина геотектоники – геодинамика; причина геодинамики – физика Земли, в индуктивном векторе; и в обратном направлении – в дедуктивном. Существенно, что сама традиционная геология пока в таком векторе не нуждается, оставаясь ещё в описательной фазе. Но опыт работы с вопросами цикличности тектонических процессов показал, что стратиграфия в глобальных сводках, каковы «ISC-2000» и др., не достигает глобального значения как совокупность частей, не достигающая

свойств целого. Но обратный ход от целого к частям объясняет структуру их взаимоотношений [15]. Физика Земли, в конечном счёте, обеспечивает такой вектор, но для прогресса в геологии она должна стать общезначимой и постижимой для каждого рядового геолога. Это и будет обозначать преодоление психологического барьера, перед которым ныне встала геология. Но реванш ли это для фиксистов?

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Джеффрис Г. Земля, её происхождение, история и строение - М.: Изд. Иностр. Лит. 1960.
- 2 Барышев А.Н. Суперрайоны как высокопродуктивные области минерагенических поясов и зон с месторождениями цветных металлов, золота и алмазов: тектонофизические и геологические основы их позиций. //Руды и металлы. 2011. № 1. С. 47.
- 3 Барышев А.Н. Дискуссия по некоторым аспектам геодинамических основ металлогении и о методологии прогноза месторождений //Руды и металлы. 2011. № 6. С. 71 – 76.
- 4 Жирнов А.М. О необоснованности прогноза суперрайонов с золото-полиметаллическими и алмазными месторождениями на основе процессов конвекции и адвекции в мантии Земли. //Руды и металлы. 2011. № 6. С.67 – 70.
- 5 Зонненишайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралёв В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения - М. Недра. 1976.
- 6 Кун Томас Структура научных революций – М.: ООО Изд.” АСТ Москва”.2009.
- 7 Ксанфомалити Л.В., Шематович В.И. Симпозиум «Наблюдения, характеристика и эволюция обитаемых экзопланет и их родительских звёзд. Австрия, Грац-Колдорф. 29 ноября – 1 декабря 2009 г.//Астрономический вестник 2010, Том 44. №4. С. 381 – 384
- 8 Кузнецов Б.Г. Эйнштейн //М. “ Наука”. 1972. 607 с.
- 9 Методическое пособие по геологической съёмке масштаба 1:50000. Прогнозно-металлогенические исследования при глубинном геологическом картировании . (Колл. авторов: Сахновский М.Л. и др.)//Л. “Недра”. 1988.
- 10 Рудич Е.М. Расширяющиеся океаны: факты и гипотезы // М. Недра. 1984. 251 с.
- 11 Тёркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. Геологическое приложение физики сплошных сред. В 2-х частях. // М. “ Мир”. 1985.
- 12 Халфман Р.Л. Динамика //М. 1972. 567 с.
- 13 Эсминцев А.Н. Вопросы энергетики тектонических процессов. Результаты энерговыделения //Известия НАН РК. Сер. Геологическая. 2006. № 6. С. 50 – 61.
- 14 Эсминцев А.Н. Кризис жанра в геологии //Тез. Докл. Московского тектонического совещания памяти В.Е.Хаина. 1- 4 февраля 2010 .
- 15 Эсминцев А.Н. К геодинамике тектонических циклов // Сб. Актуальные проблемы современной геологии и минерагении Казахстана. Материалы Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения» 12 – 14 апр. 2012. Алматы. 2012. С. 135 – 156.
- 16 Bertrand M. Sur la deformation de l'ecorce terrestre //G-r Acad. Sci. 1892. T. CXIV.
- 17 Wegener A. Die Eintstehung der Kontinene und Ozeane. – Braunschweig. 1915.

REFERENCES

- 1 Dzhheffris G. Zemlya, its origin, history and structure - M: Prod. Inostr. Litas. 1960 .
- 2 Baryshev A.N. Superrayona as highly productive areas of minera-genichesky belts and zones with fields of non-ferrous metals, gold and diamonds: tektonofizichesky and geological bases of their positions. // Ores and metals. 2011 . No. 1. Page 47.
- 3 Baryshev A.N. Discussion on some aspects of geodynamic bases metalgeniuses and about methodology of the forecast of fields//Ores and metals. 2011 . No. 6. Page 71 – 76.
- 4 Zhirnov A.M. About groundlessness of the forecast суперрайонов with gold полиметаллическими and diamond fields on the basis of convection and advection processes in an Earth's mantle. // Ores and metals. 2011 . No. 6. Page 67 – 70.
- 5 Zonnenshayn L.P. Kuzmin M. I. Moralyov V. M. Global tectonics, magmatism and the metalgenius - M.Nedra. 1976 .
- 6 Kuhn Thomas Struktura of scientific revolutions – M: JSC Izd. " Nuclear heating plant Moscow".2009.
- 7 Ksanfomaliti L.V. Shematovich V. I. Symposium "Supervision, the characteristic and evolution lived экзопланет and their parental stars. Austria, Graz-Koldorf. On November 29 – on December 1, 2009//the Astronomical messenger 2010, Tom 44. No. 4. Page 381 – 384
- 8 Kuznetsov B. G. Einstein/M. " science". 1972 . 607 pages.
- 9 Methodical grant on geological shooting of scale 1:50000. Expected металлогенические researches at deep geological mapping. (Stake. authors: Sakhnovsky M.L., etc.)//L. "Subsoil". 1988 .
- 10 Rudich E.M. Extending oceans: facts and hypotheses/M. Subsoil. 1984 . 251 pages.
- 11 Tyorkot, Schubert Dzh. Geodynamics. Geological appendix of physics of continuous environments. In 2 parts. // M. " world". 1985 .
- 12 Halfman R. L. Loudspeaker/M 1972. 567 pages.
- 13 Esmintsev A.N. Questions of power of tectonic processes. Results of energy release//НАН РК News. It is gray. Geological. 2006 . No. 6. Page 50 – 61.
- 14 Esmintsev A.N. Genre crisis in geology//Tez. Dokl. Moscow tectonic meeting of memory of V.E.Khain. 1- February 4, 2010.

15 Esmintsev A.N. To geodynamics of tectonic cycles//Sb. Actual problems of modern geology and minerageniya of Kazakhstan. Materials of the International scientific and practical conference "Satpayevsky Readings" 12 – 14 Apr. 2012 . Almaty. 2012 . Page 135 – 156.

16 Bertrand M. Sur la deformation de l'ecorce terrestre//GR Acad. Sci. 1892 . Т. CXIV.

17 Wegener A. Die Eintstehung der Kontinene und Ozeane. – Braunschweig. 1915 .

А.Н. Эсминцев

(Қ.И.Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ.)

ТЕКТОНИКА МЕН СТРАТИГРАФИЯНЫҢ ТАЙТАЛАСЫ

Резюме

60–70 жылдар ғылыми революциясы геологияның классикалық (нақты) түрінен классикалық емес (нақты емес) түріне өтуімен әйгілі болды. Геологиялық теорияның одан әрі дамуы үшін өзінің әдіснамасында жеткілікті талдау құралы жоқ болғандықтан тұжырымдамалық кедергіге кездесіп, тығырыққа тіреліп қалды. Геологиядағы революциялық уақыттан кейін (1995–2013 жж.) пайда болған тұжырымдамалық кедергіні жеңіп шығу теория мен практикалық одан әрі дамуы үшін қажеттілікке айналды. Геологиядағы қазіргі кезге дейін сақталған үстемдіктің биостратиграфиялық бастауы геологияға физика-технологиялық ойға жол бермейтін геологтың гуманитарлық шеңберіндегі образбен мәдениеттің кәсіби ойлауын қалыптастырды. Бірақ та геодинамика бағытындағы геологияның теориялық мәселелерін жалғыз геология құрамымен ғана шешуге болмайтынын революция көрсетіп отыр. Тектоника геологияның дамуындағы жетекші бағыт ретінде кәсіби ортада биостратиграфиялық ойдың қарсылығын бастан кешіп отыр.

Кілт сөздер: ғылым, теориялық геология, классикалық (нақты) геология, тектоника, стратиграфия, мобильділік, фиксизм, тақта тектоникасы, геодинамика, жер физикасы.

A.N. Jesminceva

(Institute of geological sciences named of K.I. Satpaeva, Almaty)

OPPOSITION OF TECTONICS AND STRATIGRAPHY

Summary

The primacy biostratigraphy the beginnings, kept in geology hitherto, has created an image and culture of the professional geologist in humanitarian frameworks which do not suppose physicotchnical consciousness in geology. However revolution has shown, that theoretical questions of geology in directions to geodynamics means of one only geology - do not dare. The tectonics as a leading direction in geology progress in the professional environment tests resistance biostratigraphy consciousnesses

Keywords: a science, theoretical geology, classical geology, tectonics, stratigraphy, mobilizm, fixizm, tectonics of plates, geodynamics, physics of the Earth.

Поступила 20.03.2013 г.

В.Л. ЛОСЬ, М.А. САЙДУАКАСОВ

(Международная академия информатизации, г.Алматы,
Комитет геологии и недропользования МИНТ РК, г.Астана)

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И БАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ НЕДР КАЗАХСТАНА НА РУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Аннотация

Анализируется состояние изучения и оценки недр. Предлагается стратегическая концепция прогноза и поисков рудных объектов на основе технологии картирования полей концентрации элементов (технология Ionex). Рассматривается этапность прогнозно-поисковых работ. Приводятся результаты SWOT-анализ концепции работ.

Ключевые слова: минерально-сырьевой комплекс, оценка недр, металлогения, интерпретация, технология поисков, организация работ.

Кілт сөздер: минералды-шикізаттық кешен, жер қойнауын бағалау, металлогения, талдау (түсіндіру), іздестіру технологиясы, жұмысты ұйымдастыру.

Keywords: minepleral-materia complex, estimation ore, metallogenesis, interpretation, technology exploration, organization works.

Общее состояние и тенденции развития минерально-сырьевого и горно-металлургического комплексов рационально рассмотреть в системе трех координат:

- конкурентоспособность минерального сырья;
- технологический уровень и глубина переработки минерального сырья;
- законодательно-правовое обеспечение использования минерального сырья.

Конкурентоспособность минерального сырья имеет две составляющие: *а*-природные факторы, *б*- качество и полнота изучения и оценки недр. Качественное и полное изучение и оценка недр достаточно дорогостоящий и длительный процесс. Вкладывая средства в изучение и оценку геологических недр Казахстана, мы должны отчетливо понимать, что такой вклад – это своего рода долгосрочный страховой полис нашей страны, обеспечивающий при правильном использовании ее устойчивое развитие, в том числе развитие высокотехнологических производств и создание продуктивных рабочих мест.

Учитывая значительную рисковость работ по оценке недр и долговременность отдачи от вложенных средств, геологоразведка и ее научно-технологическое обеспечение могут и должны опираться на стабильные долгоживущие институты, ориентированные на фундаментальные ценности и не требующие немедленного превращения надежд и ожиданий в сиюминутную прибыль. Такими институтами могут быть уполномоченные государственные учреждения (если они постоянно не реорганизуются), фонды развития, крупные компании.

Формируя стратегию и тактику полного и качественного изучения и оценки недр, нужно исходить не из конъюнктурных интересов, привычных схем, сложившихся стереотипов. Необходимо опираться на объективный анализ реального состояния и тенденций геологоразведки, а также принципы инновационного развития (в частности: не совершенствовать старое, а создавать и использовать новое). Иначе можно до бесконечности украшать выработавшие свой ресурс прогнозно-поисковые технологии различными «бантиками», вкладывая в них большие деньги, но результат получать близкий к нулевому.

В последние десятилетия отчетливо обозначилась тенденция истощения минеральных ресурсов Казахстана (особенно цветных и благородных металлов). Восполнение и расширение базы минерально-сырьевых ресурсов производится с помощью двух, частично взаимосвязанных геологоразведочных операций: доизучения недостаточно оценённых рудных объектов и выявления новых месторождений. Первая операция, несмотря на большое разнообразие информационно-

геологических ситуаций, сводится к уточнению геометрии рудных массивов и их характеристик (например, содержаний элементов-примесей). Главная проблема операции – выбор объектов для доизучения из многих сотен оценённых недостаточно. По нашему мнению, основная тенденция истощения минеральных ресурсов связана с прекращением открытия новых месторождений. Решению задачи выявления новых рудных месторождений и посвящается данная статья.

1. Прежде чем разрабатывать, предлагать и рассматривать какую-либо крупную программу изучения и оценки недр на рудные полезные ископаемые, желательно и даже необходимо объективно проанализировать и определить существующие позитивные и негативные реалии в этой области. Конечно, в таком анализе трудно обойтись без субъективизма, но некоторые аспекты проблемы изучения недр достаточно очевидны (во всяком случае, они в значительной степени разделяются большинством специалистов, с которыми данная проблема обсуждалась).

Первое. Месторождения действительно выявляются только на 1-3% участков, которые рекомендовались как перспективные на рудные объекты. Эти цифры приблизительные, их точность достаточно трудно проверить, но если взять отношение количества выполненных проектов по детальным поискам и оценке участков к числу выявленных новых месторождений, то станет ясно, что первые проценты эффективности – это реальность.

Второе. Научно-теоретические построения в области металлогении не стали существенным фактором направления прогнозно-поисковых работ. Во многом эти построения опираются на умозрительные схемы, соотносящие рудные месторождения с каким-либо геологическими телами или структурами, т. е. к одномерной детерминированной схеме $A \rightarrow M$ (A - геологическое тело, структура или процесс, M – месторождение определенного типа). По-видимому, такие схемы не адекватны реальным процессам формирования рудных объектов, что вынуждает при интерпретации наблюдаемых закономерностей расположения и внутреннего строения месторождений использовать гипотезы «для данного случая» (*ad hoc*). Примерами могут служить помещение источников металлов на большую глубину, а также чересчур широкое использование формулы «полигенность, полихронность». Все это снижает прогностическую эффективность современной металлогении, которую можно охарактеризовать как преимущественно описательную качественную. Отсюда практическая необходимость продвижения на пути формирования металлогении прогностической количественной [1].

Заметим, кстати, возможной причиной недостаточной эффективности металлогении при прогнозно-поисковых работах является то, что ее информационную основу составляет картирование горных пород, или неких производных на базе горных пород, связь которых с процессами рудообразования в основном лишь постулируется и которые не относятся к объективно определяемым в сильных шкалах характеристикам

Третье. Геологоразведочная ситуация постепенно, но коренным образом изменилась по сравнению с серединой 20-го века. В настоящее время очень низка вероятность обнаружения рудных объектов, выходящих на дневную поверхность и обладающих яркими индикативными признаками. Сейчас необходимо ориентироваться на новые поисковые технологии, обеспечивающие выявление рудных объектов с низким статусом открываемости (глубоко залегающих, перекрытых аллохтонными отложениями, не имеющих явных индикативных признаков). К последним, в частности, относятся некоторые крупнообъемные месторождения, интерес к которым резко усилился в последние годы [2,3].

Четвертое. Очень важно обратить внимание, что за последние 50 лет 70-80% рудных месторождений были открыты на основе или с использованием информации о распределении концентраций металлов и других элементов в геологической среде [4,5]. Это вполне объяснимо, т. к. картирование концентраций элементов представляет собой прямой поисковый метод, да и сами рудные месторождения являются участками повышенных концентраций какого-либо металла или металлов, т. е. структурными элементами полей концентраций. В то же время следует отметить, что дававший в 60-70-е годы прошлого столетия значительный эффект метод поиска рудных объектов по непосредственно фиксирующим положение месторождений аномалиям уже почти полностью исчерпал свой ресурс и нуждается в замене (или коренной модернизации).

И, *пятое*, конкретно для Казахстана необходимо проанализировать и понять, почему за последние два десятка лет не выявлены новые существенные рудные объекты. Хотелось бы

надеяться, что это связано с хорошей работой геологоразведки в предыдущие периоды, т. е. все месторождения уже выявлены. Но отсутствие открытий не согласуется с высокими оценками прогнозных ресурсов почти по всем видам рудных полезных ископаемых (даже с учетом значительной завышенности этих оценок). Несомненно, сказался на отсутствии открытий кризис 90-х годов, когда финансирование геологоразведки почти прекратилось. Но фактом является и то, что кризис не был использован как новые возможности. И сейчас, когда кризис позади, мы пока продолжаем делать то же самое, т. е. использовать те же металлогенические модели и прогнозно-поисковые технологии, что и в докризисные времена. А ведь уже в 2002 г. ситуация с минерально-сырьевыми ресурсами по некоторым стратегическим металлам в Казахстане оценивалась как неудовлетворительная [6].

Еще одной причиной недостаточной эффективности является, несомненно, отсутствие критериев типа «качество/цена» при проектировании, выполнении и особенно при оценке результатов прогнозно-поисковых работ на рудные полезные ископаемые, а также недостаточное использование методов управления проектами (программами, портфелями проектов) на основе международных стандартов, что в такой рискованной сфере как геологоразведка приводит к снижению реальной успешности работ.

Все сказанное выше, а также позитивный и негативный опыт исследований в конкретных регионах необходимо принимать во внимание и учитывать при выборе базовых технологий прогнозно-поисковых работ на разных стадиях изучения и оценки недр.

Перспективной технологией, которая может стать «стержнем» стратегии изучения и оценки недр Казахстана на 10-20 лет, является иерархическое картирование полей концентрации рудных и других элементов (технология Ionex) [7,8,9]. При этом картируются не только валовые концентрации элементов в коренных породах, но и концентрации слабозакрепленных соединений элементов в почвах, которые фиксируют высокоподвижные формы переноса элементов в геологической среде. Такое картирование позволяет построить модели геохимических (металлогенических) структур разных масштабных уровней, выделить рудообразующие системы, представляющие собой пространственные ассоциации зон повышенных и пониженных концентраций не только на открытых территориях, но и на перекрытых рыхлыми отложениями мощностью до 100-200 м. В зависимости от масштаба это могут быть системы ранга рудных районов, рудных узлов, отдельных месторождений. Кроме того, картирование полей концентрации широкого круга элементов и выделение в них одномерных и многомерных структур будет стимулировать формирование новых металлогенических концепций и моделей.

2. Теоретической основой, простой и содержательно ясной базовой моделью технологии прогнозно-поисковых работ является модель перераспределения элементов «на месте» [1]. Такое перераспределение приводит к полярному структурированию полей концентрации, при котором рудные месторождения располагаются в областях накопления элементов (или их ближайшей периферии).

Возможности практического использования модели перераспределения с выделением металлогенических (рудообразующих) систем связаны с взаиморасположением областей выноса и отложения рудного вещества в пространстве. В настоящее время доминирует тенденция помещать области мобилизации и выноса на большие глубины (в принципе такой подход не что иное, как объяснение *ad hoc*, т. е. «объяснение для данного случая»). Но сейчас имеется множество фактов, свидетельствующих, что формирование рудных объектов происходит за счет металлов, извлекаемых из окружающих рудных объектов пород. Более подробно этот вопрос рассмотрен во многих работах [10-13 и др.].

Отсюда достаточно очевидное следствие: наиболее простыми, фундаментальными и информационно важными характеристиками геологической среды при поисках рудных объектов являются концентрации химических элементов. Картирование полей концентрации основных рудных, сопутствующих и антагонистичных к ним элементов является наиболее прямым и естественным путем прогноза и поиска рудных объектов. Как отмечалось выше, эффективность использования концентраций элементов подтверждается длительным опытом поисковых геологоразведочных работ.

Интерпретация получаемых структур полей концентрации элементов основывается на концептуальных положениях количественной металлогении, главными из которых являются:

- рудные объекты (месторождения, рудные узлы, рудные районы) не случайные геологические образования, а органично присущи земной коре и протекающим в ней процессам;
- формирование рудных объектов происходит при процессах селективного перераспределения элементов в геологической среде в рамках металлогенических (рудообразующих) систем;
- металлогенические (рудообразующие) системы различаются масштабами (от сотен тысяч до первых км²), имеют самоподобное иерархическое строение и представляют пространственно ассоциирующие области выноса и накопления рудных, сопутствующих и антагонистических элементов;
- металлогенические (рудообразующие) системы автономны относительно структур геологической среды;
- металлогенические закономерности (закономерности размещения рудных объектов относительно структур и тел геологической среды) могут и должны описываться количественно и быть воспроизводимыми.

При интерпретации необходимо также придерживаться принципа, сформулированного А. Эйнштейном и Л. Инфельдом [14]: если какую-то закономерность можно интерпретировать на основе случайного сочетания событий (факторов) или для интерпретации вводятся какие-то специальные условия, то такие трактовки по своему достоинству ниже, чем интерпретации на основе неких более общих и фундаментальных законов или устойчивых закономерностей.

Из рассмотрения положенных в основу прогноза и поиска рудных объектов базовой модели и концептуальных основ металлогении становится достаточно очевидным, почему информационной основой предлагаемой стержневой прогнозно-поисковой технологии являются разномасштабные карты (модели, схемы) полей концентрации 20-30 и более элементов (рудных, сопутствующих и антагонистичных рудным), являющихся наиболее простыми и фундаментальными характеристиками геологической среды [1].

Важным условием построения карт концентраций элементов в коренных породах является чувствительность анализов (для каждого элемента она должна быть в 3–5 раз ниже кларковой концентрации). Что касается концентраций слабозакрепленных форм элементов в почвах (метод анализа концентраций подвижных форм - МПФ), то это фазовый анализ на содержание металлов в виде фульватов и гуматов, фиксирующих элементы в так называемом «подвижном» (квазижидком) состоянии, скорость перемещения которых в геологической среде на много порядков выше скорости диффузии металлов в твердой среде. Это дает возможность выделять и картировать геохимические (металлогенические) системы рудных объектов, а при детальном исследовании выделять и сами объекты, находящиеся на глубине (до 300–500 м) или перекрытые рыхлыми отложениями.

При выделении структур в полях концентрации элементов, в частности, геохимических систем рудных объектов, их интерпретации, а также для расширения информационного пространства при прогнозе и поисках рудных объектов могут при необходимости использоваться и другие объективно измеряемые и воспроизводимые характеристики геологической среды.

3. В технологии изучения и оценки недр на основе картирования полей концентрации элементов предусмотрена глубокая и разноплановая обработка исходной информации с помощью математических и компьютерных методов. Такая обработка позволяет из исходных данных извлечь максимально возможное количество полезной информации и знаний для решения поставленной прогнозно-поисковой задачи.

Математическая и компьютерная обработка данных включает:

- структурный анализ функций статистического распределения элементов с выделением уровней концентрации и естественных границ между ними (программа Anhis);
- построение нормальных и генерализованных аппроксимационных моделей 2-3D (программы Modeling2 и RanWind2);
- нелинейную корреляцию между концентрациями элементов в пробах и между моделями распределения концентраций элементов в пространстве 2-3D (программа FSON3); в ближайшее

время будет отлажена программа анализа взаимосвязи пространственных переменных (программа DIST3), что позволит перейти к использованию при прогнозировании моделей-эталонов 4-го поколения [1].

- кластеризация многомерных модельных концентраций и районирование (программа RegSOM5);

- анализ расстояний между структурами (положительными и отрицательными экстремумами) полей концентраций (программа NPoint2).

Все программы включены в программный комплекс ELAN [9].

Поля концентрации элементов в коренных породах и слабозакрепленных форм элементов в почвах могут использоваться как прогнозирующие характеристики для оценки прогнозных ресурсов на основе технологии «Многомодельный метод прогнозирования» (описание технологии в [9], гл. 2).

В настоящее время разрабатывается методология и методика использования при прогнозе и поисках рудных объектов информации и знаний нескольких иерархических (масштабных) уровней. Такая методика понадобится уже при обработке данных 2-ой стадии картирования полей концентрации (см. раздел 4 настоящей статьи) и позволит существенно повысить точность и надежность прогнозных и поисковых работ, проводимых по технологии Ionex.

4. Выполнение стратегической программы изучения и оценки недр Казахстана планируется реализовать в 4 этапа (таблица). На этапах последовательно будут выделяться рудные объекты разных иерархических (масштабных) уровней: от рудных провинций и районов (этап 1) до участков месторождений (этап 4). Несмотря на условное разделение рудных объектов на иерархические или масштабные уровни и неопределенность границ между ними (это пока предмет договоренности для конкретных случаев), принятая на каждом этапе сеть опробования обеспечивает выделение потенциально перспективных объектов по 20-50 точкам опробования. Этого обычно достаточно для их оценки и выдачи рекомендаций по дальнейшему направлению работ.

На каждом этапе будут выполняться :

- отбор проб коренных пород и проб почвы;
- анализ проб коренных пород на 20–25 элементов с чувствительностью анализов в 3–5 раз ниже кларковых концентраций для каждого элемента; анализ проб почв на концентрацию слабозакрепленных форм тех же элементов в гумусе (метод МПФ) [9];
- построение моделей 2D распределения концентраций элементов в коренных породах и слабозакрепленных форм в почвах (картирование полей концентраций);
- выделение геохимических структур и геохимических (металлогенических) систем рудных объектов;
- количественная оценка прогнозных ресурсов по технологии многомодельного метода прогнозирования, интерпретация результатов и выдача рекомендаций по направлению дальнейших работ.

Наиболее важным и во многом определяющим успешное выполнение всей программы является I-ый региональный (глобальный) этап. Отметим, что региональные геохимические работы занимают важное место в Стратегии развития геологической отрасли России до 2030 г. [15]. Региональные работы будут выполняться на площади 1,2–1,3 млн км², т. е. на всей территории Казахстана, свободной от мощного чехла рыхлых отложений. Выполнение этого этапа работ создает фундамент для работ всех последующих стадий. Его основными целями являются:

- создание объективной и воспроизводимой информационной основы для получения принципиально новых знаний по региональной металлогении и выделение потенциально перспективных на цветные, редкие и благородные металлы районов для постановки работ 2-го этапа;
- получение новых знаний о региональных закономерностях размещения рудных объектов уровня рудных районов и крупных рудных узлов;
- выделение, определение металлогенической специализации и получение количественной оценки прогнозных ресурсов выделенных перспективных районов.

Результатами выполнения работ I-го этапа программы развития минерально-сырьевого комплекса Казахстана будут:

- построение комплекта карт распределения концентраций элементов в коренных породах и концентраций подвижных форм элементов в почвах по территории Казахстана (масштаб 1:2 000 000);

- выделение региональных геохимических структур (моно- и полиэлементных) и региональных металлогенических (рудобразующих) систем рудных объектов ранга рудных районов, крупных рудных узлов или сверхкрупных месторождений;

- выделение, ранжирование и количественная оценка потенциально перспективных площадей.

Стоимость выполнения работ I- этапа составит 200–250 млн тенге.

Выполнение всей программы может быть реализовано в течении 8–15 лет (в зависимости от полноты выполнения). От полноты выполнения будет зависеть и общая стоимость. Работы 1-го и 2-го этапов должно, вероятно, финансировать государство, хотя не исключено участие крупных компаний, стратегически ориентированных на долговременное присутствие в Казахстане. К финансированию работ 3-го и 4-го этапов должны активно подключаться недропользователи.

Схема поисков рудных месторождений в Казахстане на основе технологии Ionex

ЭТАПЫ	Основной масштаб	Примерная площадь, км ²	Сеть точек опробования	Выделяемые объекты	Получаемые знания	Примечания
1	2	3	4	5	6	7
I 2014– 2016 гг.	1:2 000 000 (региональный)	1 200 000– 1 300 000	18 x 18 км	Рудные районы, крупные рудные узлы	Новые знания по металлогении Казахстана	Изучается вся территория Казахстана, где мощность рыхлых отложений меньше 200–400 м
II 2015– 2020 гг.	1:500 000 (региональный)	15 000– 40 000	4 x 4 км	Рудные узлы, участки крупных месторождений	Новые знания по металлогении рудных и потенциальн-рудных районов	Изучаются 9–12 площадей, соответствующих рудным районам или крупным рудным узлам (20–30% площади работ этапа I)
III 2017– 2022 гг.	1:200 000– 1:100 000 (локальный)	500 – 1500	2 x 2 или 1 x 1 км	Небольшие рудные узлы, рудные поля, участки месторождений	Новые знания о количественных закономерностях локализации месторождений и рудных зон	Изучается 4–10 участков на каждой площади, выделенных как перспективные на этапе II (всего 40–60 участков)
IV 2018– 2022 гг.	1:25 000 (детальный)	60 – 120	16 проб на 1 км ²	Месторождения, рудные зоны для постановки буровых работ		Изучается по 1–3 объекта на каждом из участков работ этапа III

Технологию картирования полей концентрации элементов желательно дополнить интерпретацией аэрокосмических данных (например, по CS- технологии), гравитационных и магнитных полей, а на детальном этапе электроразведочными методами.

В геологоразведке, которая в принципе является весьма рискованной отраслью, опасно говорить о конкретных прикладных результатах. Если сравнивать с результатами выполнения примерно аналогичных программ в Китае, то, с введением поправок на степень изученности и неполноту имеющейся у нас информации о реальном количестве и качестве выявленных там месторождений, на территории Казахстана можно ожидать выявления до нескольких десятков новых месторождений цветных, благородных и редких металлов.

Как видно из изложенного выше, предлагаемая в качестве стержневой технология изучения и оценки недр учитывает особенности и проблемы этого процесса в настоящее время. В качестве теоретической основы она использует новую металлогеническую модель, которая проверяема на практике и, как надеемся, окажется более продуктивной в прикладном аспекте. Технология

базируется на картировании полей концентрации системы элементов, т. е. на подходе, который в течении последних десятилетий зарекомендовал себя как наиболее эффективный и надежный метод прогноза и поисков рудных месторождений. Кроме того, технология прямо ориентирована на выявление рудных объектов с низким статусом открываемости, что обеспечивается картированием полей концентраций элементов нескольких масштабных уровней и использованием методов фазовой геохимии (картирование слабозакрепленных форм элементов).

5. Проведенный SWOT- анализ программы работ позволил априорно оценить ее потенциальные возможности, сильные и слабые стороны, угрозы успешному выполнению и наметить действия по компенсации слабых сторон и снижению уровня угроз.

Возможности программы:

- создание предпосылок (информационных и в виде новых знаний) по формированию более продуктивных в прикладном отношении металлогенических положений (законов);
- прямая направленность на выявление рудных объектов с низким статусом открываемости;
- использование для прогноза воспроизводимой информации нескольких масштабных уровней;
- вероятность обнаружения нескольких десятков рудных объектов (в том числе и крупных).

Сильными сторонами программы являются:

- большой новый фактический материал (информация I-го рода);
- применение нестандартных базовых металлогенических моделей и новой методологии исследований;
- широкое применение профессиональных компьютерных технологий;
- наличие положительного мирового опыта при использовании подобных подходов к поиску рудных месторождений;
- наличие положительного опыта подобных работ в Казахстане на территории Рудного Алтая;

Слабые стороны программы:

- недостаточная мощность, надежность и развитость аналитической службы в Казахстане;
- малый организационный опыт выполнения многолетних системных программ;
- сложная организационная схема выполнения работ по программе.

Существующие угрозы выполнения программ:

- сбои в аналитическом обеспечении работ (по срокам, количеству и качеству анализов);
- нарушение системности выполнения программы;
- остановка работ на разных стадиях из-за отсутствия явных положительных результатов;
- прекращение финансирования работ заказчиком или заказчиками по объективным причинам;
- негативное давление устоявшихся представлений, парадигм, корпоративных интересов и личных амбиций.

Действия по компенсации слабых сторон и угроз:

- использование практики управления проектами на основе стандарта РМВОК и других;
- вложение части средств в развитие аналитической базы и поиски альтернативных возможностей (в том числе и за рубежом);
- разработка системы контроля и создание специальной службы мониторинга отбора проб, пробоподготовки и анализа проб;
- постоянное обучение участвующего в выполнении программы персонала;
- приглашение независимых экспертов для оценки работ по программе и постоянное объективное информирование заказчика (заказчиков) о выполнении программы и возникающих проблемах.

Как показывает опыт, наибольшую угрозу программе изучения и оценки недр Казахстана представляют укоренившиеся стереотипы, сиюминутные корпоративные интересы и личные амбиции, т. к. против таких угроз современное общество не выработало эффективную защиту.

В заключении авторы выражают благодарность коллегам, поддержавшим необходимость использования новой технологии картирования полей концентрации элементов с выделением

геохимических систем рудных объектов для изучения и оценки недр Казахстана, а также оппонентам, возражения которых стали стимулом для углубленного осмысления предлагаемой программы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лось В.Л. Металлогения: проблемы, тренд развития // Науки о Земле в Казахстане. Алматы, 2012. С.21-43.
- 2 Кривцов А.И., Звездов В.С., Мигачев И.Ф., Минина О.В. Медно-порфировые месторождения. Серия: модели месторождений цветных и благородных металлов. М., ЦНИГРИ.2001.232 с.
- 3 Рафаилович М.С. Крупнотонажные месторождения золота и цветных металлов Казахстана. Руды и металлы. 2011. №1. С. 23-35.
- 4 Кременецкий А.А. Принципы и технология разномасштабных прогнозно-поисковых геохимических работ. Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. Алматы. 2004. С. 13-25.
- 5 Wang Xuejiu, Xie Xuejing Geochimical mapping: implications for mineral exploration and assessment. Поисковая геохимия: теоретические основы, технологии, результаты. Алматы. 2004. С. 26-41.
- 6 Ужкенов Б.С., Сайдуакасов М.А., Мазуров А.К., Селифонов Е.М. Минерально-сырьевая база меди, свинца, цинка, золота Республики Казахстан. Состояние, прогноз развития// Сырьевая база свинца и цинка, меди и золота Казахстана. Алматы, 2002. С.4-5.
- 7 Goldberg I.S., Abramson G.J., Haslam C.O., Los V.L. Geoelectrochemical Exploration: Principles, Practice and Performance // Recourcing the 21st Contary. Australia, Ballarat, 1997, p.193-199.
8. Goldberg I.S., Abramson G.J., Los V.L. Depletion and enrichment of primary haloes: their importance it the genesis of and exploration for mineral deposits. Geochemistry Exploration, Environment, Analysis. Vol 3, 2003, p.281-293.
- 9 Лось В.Л. и др. Прогноз, поиски и моделирование рудных объектов. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Том 1а. Алматы. 2008. 466 с.
- 10 Бадалов С.Т. Геохимические особенности рудовмещающих систем. Ташкент. 1999. 143 с.
- 11 Гольдберг И.С. Рудообразование в геоэлектрoхимических системах. Геология и охрана недр. 2005. 2(5). С. 23-40.
- 12 Лось В.Л. Металлогенические системы и механизмы рудообразования. Геология и охрана недр. 2005. 4(7). С. 28-40.
- 13 Гольдберг И.С. Источники металлов рудных месторождений. Геология и охрана недр, 2012, 2(43), С. 53-64.
- 14 Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М., Наука, 1965.382 с.
- 15 Головин А.А. Региональные геохимические исследования в России: результаты, проблемы, стратегия. Геология и охрана недр. 2011.4(41). С.2-10.

REFERENCES

- 1 Los V.L. Metallogeniya: problemyi, trend razvitiya // Nauki o Zemle v Kazahstane. Almatyi, 2012. S.21-43.(in Russ.)
- 2 Krivtsov A.I., Zvezdov V.S., Migachev I.F., Minina O.V. Medno-porfirovyie mestorozhdeniya. Seriya: modeli mestorozhdeniy tsvetnyih i blagorodnyih metallov. M., TsNIGRI.2001.232 s. (in Russ.)
- 3 Rafailovich M.S. Krupnotonazhnyie mestorozhdeniya zolota i tsvetnyih metallov Kazahstana. Rudyi i metallyi. 2011. #1. S. 23-35. (in Russ.)
- 4 Kremenetskiy A.A. Printsipy i tehnologiya raznomasshtabnyih prognozno-poiskovyih geohimicheskikh rabot. Poiskovaya geohimiya: teoreticheskie osnovyi, tehnologii, rezultaty. Almatyi. 2004. S. 13-25. (in Russ.)
- 5 Wang Xuejiu, Xie Xuejing Geochimical mapping: implications for mineral exploration and assessment. Poiskovaya geohimiya: teoreticheskie osnovyi, tehnologii, rezultaty. Almatyi. 2004. S. 26-41. (in Eng.)
- 6 Uzhkenov B.S., Sayduakasov M.A., Mazurov A.K., Selifonov E.M. Mineralno-syirevaya baza medi, svintsya, tsinka, zolota Respubliki Kazahstan. Sostoyanie, prognoz razvitiya// Syirevaya baza svintsya i tsinka, medi i zolota Kazahstana. Almatyi, 2002. S.4-5. (in Russ.)
- 7 Goldberg I.S., Abramson G.J., Naslam C.O., Los V.L. Geoelectrochemical Exploration: Principles, Practice and Performance // Recourcing the 21st Contary. Australia, Ballarat, 1997, p.193-199. (in Eng.)
- 8 Goldberg I.S., Abramson G.J., Los V.L. Depletion and enrichment of primary haloes: their importance it the genesis of and exploration for mineral deposits. Geochemistry Exploration, Environment, Analysis. Vol 3, 2003, p.281-293.(in Eng.)
- 9 Los V.L. i dr. Prognoz, poiski i modelirovanie rudnyih ob'ektov. Kompleksnaya pererabotka mineralnogo syirya Kazahstana. Tom 1a. Almatyi. 2008. 466 s. (in Russ.)
- 10 Badalov S.T. Geohimicheskie osobennosti rudovmeschayuschih sistem. Tashkent. 1999. 143 s. (in Russ.)
- 11 Goldberg I.S. Rudoobrazovanie v geoelektrohimicheskikh sistemah. Geologiya i ohrana neдр. 2005. 2(5). S. 23-40. (in Russ.)
- 12 Los V.L. Metallogenicheskie sistemyi i mehanizmyi rudoobrazovaniya. Geologiya i ohrana neдр. 2005. 4(7). S. 28-40. (in Russ.)
- 13 Goldberg I.S. Istochniki metallov rudnyih mestorozhdeniy. Geologiya i ohrana neдр, 2012, 2(43), S. 53-64. (in Russ.)
- 14 Eynshhteyn A., Infeld L. Evolyutsiya fiziki. M., Nauka, 1965.382 s. (in Russ.)
- 15 Golovin A.A. Regionalnyie geohimicheskie issledovaniya v Rossii: rezultampetyi, problemyi, strategiya. Geologiya i ohrana neдр. 2011.4(41). S.2-10. (in Russ.)

В.Л. Лось, М.А. Сайдуақасов

(Ақпараттандырудың халықаралық академиясы, Алматы қ.;
ҚР МИНТ Геология және жерқойнауларын пайдалану институты, Астана қ.)

ҚАЗАҚСТАН ЖЕР ҚОЙНАУЫНЫҢ КЕНДІ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРЫНА
ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ НЕГІЗДЕР ЖӘНЕ НЕГІЗГІ БАҒАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Резюме

Жер қойнауын зерттеу және бағалаудың жай-күйі талданған. Элементтердің шоғырланған алқабында (Jonex технология) карталау технологиясы негізінде кен нысандарын болжау мен іздестірудің стратегиялық тұжырымдамасы ұсынылған. Болжау-іздестіру жұмыстарының кезеңділігі қарастырылған. Жұмыс тұжырымдамасының SWOT-талдау нәтижелері келтірілген.

Кілт сөздер: минералды-шикізаттық кешен, жер қойнауын бағалау, металлогения, талдау (түсіндіру), іздестіру технологиясы, жұмысты ұйымдастыру.

V.L. Los, M.A. Saiduakasov

CONCEPTUAL BASES AND BASE TECHNOLOGY OF AN ESTIMATION
OF ENTRAILS OF KAZAKHSTAN ON ORE MINERALS

Summary

Is determined the state of exploration of mineral resources. Propose the concept metallogenesis and concept of exploration ore deposits the basis mapping fields of concentration elements in bedrock and concentration of form elements in soil. Present the results of the SWOT-analysis of the concept of work.

Keywords: minepleral-materia complex, estimation ore, metallogenesis, interpretation, technology exploration, organization works.

Поступила 4.03.2013 г.

ЖУКОВ НИКОЛАЙ МЕФОДЬЕВИЧ (к 80-летию со дня рождения)



25 июня исполнилось 80 лет ведущему научному сотруднику Отдела региональной металлогении Института геологических наук им. К.И. Сатпаева Жукову Николаю Мефодьевичу. В 1956 г. после окончания с отличием геолого-разведочного факультета Новочеркасского политехнического института он был направлен по распределению в Волковскую экспедицию, в которой проработал 11 лет. С мая 1967 г. Жуков Николай Мефодьевич работает в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева. В 1971 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Околорудные метасоматиты медно-колчеданных месторождений Приорского рудного района (Северные Мугоджары)». Работы по изучению медно-колчеданных месторождений он продолжал до 1976 г., а потом перешел к изучению месторождений медно-порфирирового типа. Наряду с изучением конкретных месторождений он много времени уделял теоретическим вопросам в области метасоматизма и рудоотложения, публикуя результаты исследований в республиканских и союзных изданиях, докладывая их на геологических конференциях различного уровня.

Обобщенные результаты всех этих исследований опубликованы им в 1991 году в монографии «Инфильтрационный метасоматизм и природные колонны гидротермалитов». В монографии изложена разработанная им методами термодинамики необратимых процессов теория инфильтрационного метасоматизма и рудоотложения и на примере изученных им медно-колчеданных и медно-порфирировых месторождений и литературных данных по месторождениям других типов показано соответствие полученных теоретических закономерностей природным объектам. В 1992 году монография удостоена почетного отзыва Всероссийского минералогического общества как лучшая в своей номинации книга года, имеющая важное теоритическое значение.

В последующие годы наряду с изучением месторождений различных типов Жуков Н.М. занимался региональными минерагеническими исследованиями. Он является одним из основных исполнителей «Минерагенической карты Казахстана масштаба 1:2500000» (2002г.), «Минерагенической карты Казахстана масштаба 1:1000000» (2007 г.), «Минерагенической карты мезозой-кайнозоя Казахстана» масштаба 1:1000000 (2012 г.) и объяснительных записок к ним. Всего им самостоятельно и в соавторстве опубликовано около 100 научных работ, в том числе 10 монографий и 3 минерагенические карты и объяснительные записки к ним.

В 2009 г ему в составе группы из 6 человек присуждена Государственная премия Республики Казахстан за работу «Минерагения и перспективная оценка минерально-сырьевых ресурсов Казахстана», основу которой составила «Минерагеническая карта Казахстана» масштаба 1:1000000, изданная в 2007 году.

Сотрудники института поздравляют Николая Мефодеевича со славным юбилеем и желают ему дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья, бодрости духа, удач везде и во всем.

Редколлегия журнала

ТИМУШ АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
(к 80-летию со дня рождения)



Доктор геолого-минералогических наук, профессор Тимуш Анатолий Владимирович родился 28 августа 1933 г. в г. Алма-Ате. Закончил Казахский горно-металлургический институт, геологоразведочный факультет по специальности геология и разведка месторождений полезных ископаемых. Трудовую деятельность А.В. Тимуш начал в 1957 году в ГРП треста «Кузбассуглегеология». Затем перешел в Поисково-съёмочную экспедицию Южказгеолуправления, где занимался геологической съёмкой в таких геоструктурных регионах как Илийская впадина, Заилийский, Джунгарский Алатау, Бетпак-Дала, Южно-Прибалхашская впадина и др. В течение этого периода принимал активное участие в составлении Геологической карты Южного Казахстана, Карты четвертичных отложений Казахской ССР и в других обобщающих работах. В 1968 г. А.В. Тимуш поступил в аспирантуру Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, по окончании которой на материалах своих полевых исследований защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Геоморфология низовьев рек Каратала и Аксу как отражение неотектонических движений», в которой впервые для этого региона показал

возможность диагностики неотектонических движений и деформаций в условиях песчаных пустынь и выявил некоторые типы сейсмоструктурных дислокаций.

В 1978 году наступает наиболее активный и весьма плодотворный этап в научной деятельности Анатолия Владимировича. Увлечшись проблемами сейсмоструктоники, он переходит в Институт сейсмологии АН КазССР. В круг его научных интересов входит сейсмоструктоника, новейшая тектоника и геодинамика, сейсмоструктурные критерии оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений. Анатолий Владимирович является соавтором Карты сейсмического районирования территории Казахстана, участником международных программ: Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии; Сейсмическое районирование Тянь-Шаня; Глобальная оценка сейсмической опасности (GSHAP) и др. В 1993 г. он защитил докторскую диссертацию на тему: «Геологические критерии сейсмической опасности орогенического пояса Казахстана».

Логическим итогом 34-летней научной деятельности А.В. Тимуша в Институте сейсмологии явилось написание фундаментального труда «Сейсмоструктоника литосферы Казахстана», изданного в 2011 году. В монографии обобщены результаты многолетних сейсмоструктурных исследований как основы оценки сейсмической опасности на территории Казахстана.

Анатолий Владимирович опубликовал более 200 научных работ, включая 19 книг в соавторстве, в числе которых: Прогнозирование землетрясений в Казахстане (2000); Сейсмическое районирование Республики Казахстан (2000); Геологическое строение Казахстана (2000); Геодинамика и сейсмичность литосферы Казахстана (2007); Геодинамика и сейсмичность литосферы Каспийского региона (2008); Сейсмогенерирующие зоны Казахстана (2012).

Сегодня А.В. Тимуш, находясь на заслуженном отдыхе, не теряет связи с коллегами. Накануне своего 80-летия Анатолий Владимирович сохраняет высокую творческую активность, полон энергии и жизнелюбия. Пожелаем ему крепкого здоровья, внимания и заботы его семьи и друзей!

Сотрудники Института сейсмологии РК

СЕРГЕЕВА ЛЮБОВЬ ВИКТОРОВНА



Геологическая наука Казахстана понесла тяжелую утрату. В расцвете творческих сил безвременно ушла из жизни Любовь Викторовна Сергеева – крупный стратиграф и палеонтолог, доктор геолого-минералогических наук, член корреспондент Академии естественных наук Казахстана.

После окончания в 1976 году Казахского Политехнического института Л. В. Сергеева поступила на работу в поисково-съёмочную экспедицию Южно-Казахстанского геологического территориального управления, где участвовала в работах по Северному Прибалхашью. В 1981 г. она переходит в стратиграфо-палеонтологическую партию той же экспедиции и приступает к изучению брахиопод позднего палеозоя Джунгаро-Балхашского региона. Л. В. Сергеевой в процессе сборов и изучения брахиопод Северного Прибалхашья и Джунгарии были открыты новые таксоны, которые свидетельствовали о гораздо более молодом возрасте верхов морских разрезов сравнительно с утвержденными. Тем самым было внесено принципиально важное изменение не только в стратиграфию, но и в представления о геологическом развитии позднего палеозоя.

С 1977 г. Л. В. Сергеева сотрудник лаборатории региональной геологии Института геологических наук им. К. И. Сатпаева. В 1999 г. она успешно защищает кандидатскую диссертацию «Морские средневерхнекаменноугольные и нижнепермские отложения Жунгаро-Балхашской складчатой области, а в январе 2006 г. – докторскую – «Морские фамен-каменноугольные отложения Казахстана».

Характерной чертой методологии исследований Л. В. Сергеевой являлся комплексный анализ всего многообразия элементов геолого-исторических систем. В ее работах вскрываются причинно-следственные связи развития морской фауны позднего палеозоя Центрального и Южного Казахстана, разбираются принципы выделения биозон карбона, содержательность и применимость таких понятий как «появление», «расцвет» «угасание» и «исчезновение». Эти явления отнесены к экологической, а не к собственно эволюционной характеристике таксона или биоценоза. Все это является важными теоретическими выводами, способствовавшими решению регионально-геологических, картосоставительских и прогнозно-поисковых прикладных задач.

Светлая память о Любви Викторовне Сергеевой сохранится в сердцах друзей и коллег.

Редколлегия журнала

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

Ділмұхамедова Н.Р., Нығматова С.А., Петрова Т.А., Ахматиаева И.Т. Оңтүстік Торғай төменгі юра шөгінділерінің палинологиялық сипаттамасы..... 3

Минералогия, болжаулар, болашақтары

Рафаилович М.С. Васильков кенорны – ірі көлемді алтын-сульфидті-кварцты штокверктің дүниежүзілік дәрежесінің үлгісі ретінде..... 16

Степаненко Н.И., Панкратова Н.Л. Жоғарғы Ырғыз кенорны қабатының желге мүжілуі және сирекметалды минералдануы..... 29

Роднова В.И., Гилев Ю.Н., Мамонов Е.П. Қастек колчедан-полиметалл кенорны кендерінің заттық құрамы және қалыптасу механизмі (Оңтүстік Қазақстан)..... 37

Минералогия

Павлова З.Н., Левин В.Л., Котельников П.Е. Никель және темір сульфидінің жаңа минералдық түрі..... 47

Гидрогеология

Порядин В.И. Сулы қабаттардың акустикалық жерастылық сүзілу, өткізгіштік, қысым өткізгіштігін дәлелдеу (I бөлім) 50

Гидрология

Құрмашев К.М., Сәрсенбаев М.Х. Ақдала суғармалы егіс алқабының су балансы..... 62

Геофизика

Истекова С.А., Тілебаева Д.М. Каспиймаңы оңтүстігі тұзүсті триастық кешенін зерттеудегі сейсмикалық мәліметтерді талдау..... 66

Әдістеме және технология

Васин К.А., Глаголев В.А., Метакса Г.П. Су кластері бар болуының эксперименттік айғағы..... 71

Пікіргаластар

Эсминцев А.Н. Тектоника мен стратиграфияның тайталасы..... 79

Лось В.Л., Сайдуақасов М.А. Қазақстан жер қойнауының кенді пайдалы қазбаларына тұжырымдамалық негіздер және негізгі бағалау технологиясы..... 90

Мерейтойлар

Николай Мефодьевич Жуков (*Туганына 80 жыл толуына орай*)..... 99

Тимуш Анатолий Владимирович (*Туганына 80 жыл толуына орай*)..... 100

Ғалымды еске алу

Любовь Викторовна Сергеева..... 101

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

Дильмухамедова Н.Р., Нигматова С.А., Петрова Т.А., Ахматиаева И.Т. Палинологическая характеристика нижнеюрских отложений Южного Торгая..... 3

Минералогия, прогнозы, перспективы

Рафаилович М.С. Васильковское месторождение как образец крупнообъемных золото-сульфидно-кварцевых штокверков мирового класса. 16

Степаненко Н.И., Панкратова Н.Л. Кора выветривания и редкометалльная минерализация Верхне-Иргизского месторождения. 29

Роднова В.И., Гилев Ю.Н., Мамонов Е.П. Вещественный состав руд и механизм формирования колчеданно-полиметаллического месторождения Кастек (Южный Казахстан) 37

Минералогия

Павлова З.Н., Левин В.Л., Котельников П.Е. Новый минеральный вид сульфида никеля и железа..... 47

Гидрогеология

Порядин В.И. К обоснованию акустической геофильтрации, проницаемости и пьезопродности (часть I) 50

Гидрология

Курмашев К.М., Сарсенбаев М.Х. Водный баланс Акдалинского массива орошения..... 62

Геофизика

Истекова С.А., Тлебаева Д.М. Интерпретация сейсмических данных при изучении перспектив надсолевого триасового комплекса юга Прикаспийской впадины. 66

Методика и технология

Васин К.А., Глаголев В.А., Метакса Г.П. Экспериментальные доказательства существования водных кластеров.....71

Дискуссии

Эсминцев А.Н. Противостояние тектоники и стратиграфии. 79

Лось В.Л., Сайдукасов М.А. Концептуальные основы и базовая технология оценки недр Казахстана на рудные полезные ископаемые. 90

Юбилейные даты

Жуков Николай Мифодьевич (к 80-летию со дня рождения) 99

Тимуш Анатолий Владимирович (к 80-летию со дня рождения) 100

Памяти ученого

Сергеева Любовь Викторовна..... 101

CONTENT

Regional geology

<i>Dilmuhamedova N.R., Nigmatova S.A., Petrova T.A., Akhmatova I.T.</i> Palynology the characteristic lower Jurassic sediment Southern Turgai.	3
---	---

Minerageny, prediction, prospects.

<i>Rafailovich M.S.</i> A Vasilkovskove deposit as an axample of large volume gold-sulphide-quartz stockworks of the world class.....	16
<i>Stepanenko N.I., Pankratova N.L.</i> Crust of decay and rare metal a mineralization of the Top-Irgizsky deposit.....	29
<i>Rodnova V.I., Gilev J.N., Mamonov E.P.</i> Material structure of ores and the mechanism of formation of pyritic-polymetallic deposit Kastek (Southern Kazakhstan)	37

Mineralogy

<i>Pavlova Z.N., Levin V. L., Kotelnikov P. E.</i> A new mineral species of sulphide of nickel and iron.....	47
--	----

Hydrogeology

<i>Porjadin V. I.</i> To a substantiation of an acoustic geofiltration, penetrability and piezoconductivity (part I).....	50
---	----

Hydrology

<i>Kurmashev K.M., Sarsenbaev M. H.</i> Water balance of the Akdalinsky mass of an irrigation.....	62
--	----

Geophysics

<i>Istekova S.A., Tlebaeva D.M.</i> Interpretation of seismic data at studying of prospects subsoil a Triassic complex of the south of the Near-Caspian depression.	66
--	----

Technique and technologies

<i>Vasin K.A., Glagolev V.A, Metaksa G.P.</i> Experimental of the demonstration of existence water clusters.....	71
--	----

Discussions

<i>Jesminceva A.N.</i> Opposition of tectonics and stratigraphy.....	79
<i>Los V.L., Sajduakasov M.A.</i> Conceptual bases and base technology of an estimation of entrails of Kazakhstan on ore minerals.	90

Anniversaries

<i>Zhukov Nicolai Mifodievich (to the 80 anniversary from the date of birth).</i>	99
<i>Timush Anatoliy Vladimirovich (to the 80 anniversary from the date of birth).</i>	100

Memories of the scientist

<i>Sergeeva Lubov Victorovna.</i>	101
--	-----

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛОВ НАН РК

В журналах публикуются научные статьи и заметки, экспресс-сообщения о результатах исследований в различных областях естественно-технических и общественных наук.

Журналы публикуют сообщения академиков НАН РК, а также статьи других ученых, **представленные** действительными членами НАН РК (академиками НАН РК), несущими ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания рекомендуемых работ.

Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук, ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и **представлением** от академика НАН РК.

2. Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 5-7 страниц (статьи обзорного характера – до 15 стр.), включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (**аннотация** не менее 1/3 стр. через 1 компьютерный интервал, 12 пт), таблицы, рисунки, список литературы (12 пт через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word 2003, шрифтом Times New Roman 14 пт, с пробелом между строк 1,5 компьютерных интервала, поля – верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Количество рисунков – не более пяти. В начале статьи вверху слева следует указать индекс УДК. Далее посередине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем посередине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; Аннотация на языке статьи, **ключевые слова**. В конце статьи даются резюме на двух языках (русском (казахском), английском, перевод названия статьи, также на 3-х языках данные автора). Последняя страница подписывается всеми авторами. Прилагается электронный вариант на CD-диске.

3. Статьи публикуются на русском, казахском, английском языках. К статье необходимо приложить на отдельной странице Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, аннотации на двух языках (на казахском и английском, или русском и английском, или казахском и русском), а также сведения об авторах (уч.степень и звание, адрес, место работы, тел., факс, e-mail).

4. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания. Список литературы оформляется следующим образом:

1 *Адамов А.А.* Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. 2007. №1. С. 16-19.

2 *Чудновский А.Ф.* Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1994. 444 с.

В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

ВНИМАНИЕ!!!

С 1 июля 2011 года вводятся следующие дополнения к Правилам:

После списка литературы приводится список литературы в романском алфавите (References) для SCOPUS и других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (латиница).

В References не используются разделительные знаки («//» и «-»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов типом шрифта, чаще всего курсивом, точкой или запятой.

Структура библиографической ссылки: авторы (транслитерация), название источника (транслитерация), выходные данные, указание на язык статьи в скобках.

Пример ссылки на статью из российского переводного журнала:

Gromov S.P., Fedorova O.A., Ushakov E.N., Stanislavskii O.B., Lednev I.K., Alfimov M.V. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1991, 317, 1134-1139 (in Russ.).

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для

готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

Преобразуем транслитерированную ссылку:

- 1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
- 2) убираем специальные разделители между полями (“/”, “-”);
- 3) выделяем курсивом название источника;
- 4) выделяем год полужирным шрифтом;
- 5) указываем язык статьи (in Russ.).

Просьба к авторам статей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать Правилам при оформлении начала статьи: посередине страницы прописными буквами (курсивом) – фамилии и инициалы авторов, затем посередине строчными буквами – название организации (ий), в которой выполнена работа, и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи. Затем следует аннотация, ключевые слова на 3-х языках и далее текст статьи.

Точно в такой же последовательности следует представлять резюме на двух других языках в том же файле только на отдельной странице (Ф.И.О. авторов, название статьи с переводов на 2 других языка, наименование организации, город, резюме). Далее в том же файле на отдельной странице представляются сведения об авторах.

Тел. Редакции 272-13-19

Оплата:

ТОО Исследовательский центр НАН РК

Алматинский филиал АО БТА Банк

KZ 44319A010000460573

БИН 060540019019, РНН 600900571703

КБЕ 17, КНП 859, БИК АВКЗКЗКХ

За публикацию в журнале 1. Доклады НАН РК, Вестник НАН РК, Известия НАН РК. Серия _____ 5000 тенге

Сайт НАН РК:<http://akademiyanauk.kz/>

Редакторы: *Ж.М. Нургожина, М.С. Ахметова,*
Верстка *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 23.08.2013.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,3 п.л. Тираж 3000. Заказ 4.

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