

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
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

**5 (413)**

ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2015

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

ҚР ҰҒА академигі

**Ж. М. Әділов**

ҚазҰЖҒА академигі **М. Ш. Өмірсеріков**

(бас редактордың орынбасары)

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспаев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы, ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**; жауапты хатшы **Толубаева З.В.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

**Ж. М. Адилов**

академик КазНАЕН **М. Ш. Омирсериков**

(заместитель главного редактора)

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожаметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. наук **Х.А. Беспаяев**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**; ответственный секретарь **З.В. Толубаева**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчавов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д. Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

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

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

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

Editor in chief

**Zh. M. Adilov,**

academician of NAS RK

academician of KazNANS **M. Sh. Omirserikov**

(deputy editor in chief)

Editorial board:

**A.S. Beisenova**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr. geol-min. sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr. eng. sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr. geol-min. sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol-min. sc., prof.; **Kh.A. Bespayev**, dr. geol-min. sc., academician of IAMR; **Zh.S. Sydykov**, dr. geol-min. sc., academician of NAS RK; **N.M. Zhukov**, cand. geol-min. sc., prof.; **Z.V. Tolybayeva**, secretary

Editorial staff:

**T. Aliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr. geol-min. sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr. geol-min. sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets**, dr. nat. sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 5 – 29

### “OPHIOLITES” LOWER PALEOZOIC NORTHERN BALKHASH NOT REFLECT THE COMPOSITION OF THE OCEANIC CRUST GEOLOGICAL PAST

V. G. Stepanets

RCMIR\_COM, Germany

**Keywords:** *nadsubducted ophiolites, alkaline basalts, Paleozoic cold superplum, akkretion prism, Central Kazakhstan.*

**Abstract.** Available data on geochemistry of the Lower Paleozoic magmatic complexes developed in the North Balkhash Region suggest that the rocks of the ophiolitic triad included into the Itmurundy-Tyulkulam accretionary prism do not reflect to the composition of the Paleozoic oceanic crust, but includes variety of the igneous rocks formed in the active continental margin and deep water biogenic sediments scraped from the subducted oceanic plate. Geochemical specialization of the volcanic rocks incorporated into the Darrivilian Itmurundy melange complex suggests the influence of a cold superplume. The chemical composition of the mantle reservoir evolved from EM1 to EM2 during the Darrivilian time. Sea water supplied from a subduction zone could play an important role in these magmatic systems. In particular, high concentration levels of the halogen elements in the fluid might cause secondary differentiation of the mantle material. Subsequent mantle reservoir differentiation resulted in sharp decrease of content of coherent elements and magnesium, as well as in increase of sodium content in volcanic rocks, as it is clearly observed in the studied volcanic rocks from the Itmurundy-Tyulkulam accretionary prism, which show geochemical similarities both to intraplate and volcanic arc basalts, as it is indicated by Sr and Ta-Nb minima, and high concentrations of LILE, HFSE and HREE. The associated serpentinite melange contains metamorphic high-pressure rocks. Elsewhere similar metamorphic rocks are well known as components of the serpentinite melange in the Cordillera-type arc systems of the active continental margins.

УДК 551.24:/56:551.732/.733 (574.3)

### «ОФИОЛИТЫ» НИЖНЕГО ПАЛЕОЗОЯ СЕВЕРНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ НЕ ОТРАЖАЮТ СОСТАВ ОКЕАНИЧЕСКОЙ КОРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

В. Г. Степанец

RCMIR\_COM, Германия

**Ключевые слова:** надсубдукционные офиолиты, щелочные базальты, Палеозойский холодный суперплюм, аккреционная призма, Центральный Казахстан.

**Аннотация.** На основании анализа петрогеохимии нижнепалеозойских магматических комплексов Северного Прибалхашья постулируется, что породы офиолитовой триады не отражают состав палеозойской океанической коры, а представляют собой тектоническую смесь магматических пород формирующихся у активной окраины континента и глубоководных океанических осадков, соскобленных с литосферной плиты, погружающейся в зоны субдукции.

**Введение.** Впервые термин «офиолиты» был предложен французским геологом А. Броньяром [1, 2] для магматических пород (перидотитов, габбро, диабазов и вулканогенных пород), образующих серпентинитовый меланж в Северных Апеннинах.

Впоследствии Г. Хесс [3] назвал сочетание перидотитов (серпентинитов), диабаз-спилитов и кремнистых пород, ранее детально описанное Г. Штейнманном [4], «штеймановской триадой», образование которой он генетически связывал с магматическими процессами, протекающими на дне океана.

Благодаря интенсивному развитию в 60-е годы прошлого столетия основных положений тектоники литосферных плит [3], заложенных еще в начале двадцатого столетия немецким метеорологом А. Вегенером [5], офиолиты стали интерпретировать как реликты океанической коры геологического прошлого [6-9].

Такое понимание природы офиолитов дало основание, рассматривать зоны серпентинитовых меланжей в пределах Урало-Монгольского позднепротерозойско-палеозойского покровно-складчатого пояса как реликты структур Палеоазиатского океана [10-13].

Однако следует отметить, что исключительно океаническая гипотеза происхождения офиолитов, отмеченная в решении Пенроузкой конференции 1972 г. в период ее наивысшей популярности [14], была подвергнута критике [15, 16]. Впоследствии было доказано, что офиолиты складчатых областей континентов, как правило, формировались над зонами субдукции [17]. Не являются исключением и офиолиты Казахстана [18]. Как правило, дарривилским офиолитам Центрального Казахстана характерна высокая степень геохимического сходства с вулканитами Палеоазиатского холодного суперплюма [19], генетически связанного с продолжительной субдукцией океанической коры под суперконтинент Гондвана [20].

**История изучения.** Яшмово-базальтовые толщи, сопоставляемые с породами офиолитовой ассоциации [9], широко распространены в центральной части Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы, где они традиционно подразделяются на три свиты: итмурундинскую, кызыкскую и тюретайскую [9, 21, 22].

Итмурундинская и кызыкская свиты сопоставляются с разрезами второго и первого слоев современных океанов соответственно [9, 23]. Однако щелочной и известково-щелочной составы вулканитов итмурундинской свиты не исключают их образование как в пределах внутренних морей [24], так и в составе подводных хребтов активных континентальных окраин кордильерского типа [25].

В этой связи автор предлагает более подробно обсудить петрогеохимическую специализацию магматических пород Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы и Тюретайской системы паравтохтонов Жонгаро-Балхашской покровно-складчатой области (рисунок 1). В основу анализа положены петрогеохимические данные, полученные ранее по проекту 2 «Офиолиты» [26] и в процессе работы над геодинамической картой Центрального Казахстана [27]. Петрогенные компоненты выполнены в Центрально-геохимической лаборатории ПГО «Центрказгеология», а элементы-примеси в лаборатории ОМП-7 ИМГРЭ.

## ИТМУРУНДЫ-ТЮЛЬКУЛАМСКАЯ АККРЕЦИОННАЯ ПРИЗМА

**Геологическое строение.** Итмурунды-Тюлькуламская аккреционная призма вскрывается на северном берегу озера Балхаш (рисунок 1). Полимиктовый серпентинитовый меланж в пределах Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы сложен интенсивно рассланцованными дунит-гарцбургитовыми серпентинитами, в которые закатаны блоки и глыбы первично-расслоенных лерцолитов, пироксенитов, жадеитов, габбро, габбро-амфиболитов, базальтов, альбититов, плагиосиенитов, плагиогранитов, амфиболитов, актинолитов-кварцевых кристаллосланцев, реже глаукофановых сланцев, апоэклогитовых гранатовых амфиболитов [9, 28]. В составе серпентинитового меланжа северной горы Итмурунды (рисунок 1(1)) присутствуют метаморфические породы высоких давлений с возрастным интервалом от 458 до 468 млн лет [29].

Наиболее представительный разрез мафит-ультрамафитов обнажается в 9 км юго-восточнее горы Итмурунды [30] в окрестностях родника Архарсу (рисунок 1(2)), где серпентинизированные дуниты и гарцбургиты сменяются расслоенными дунитами, верлитами, пироксенитами и габбро.

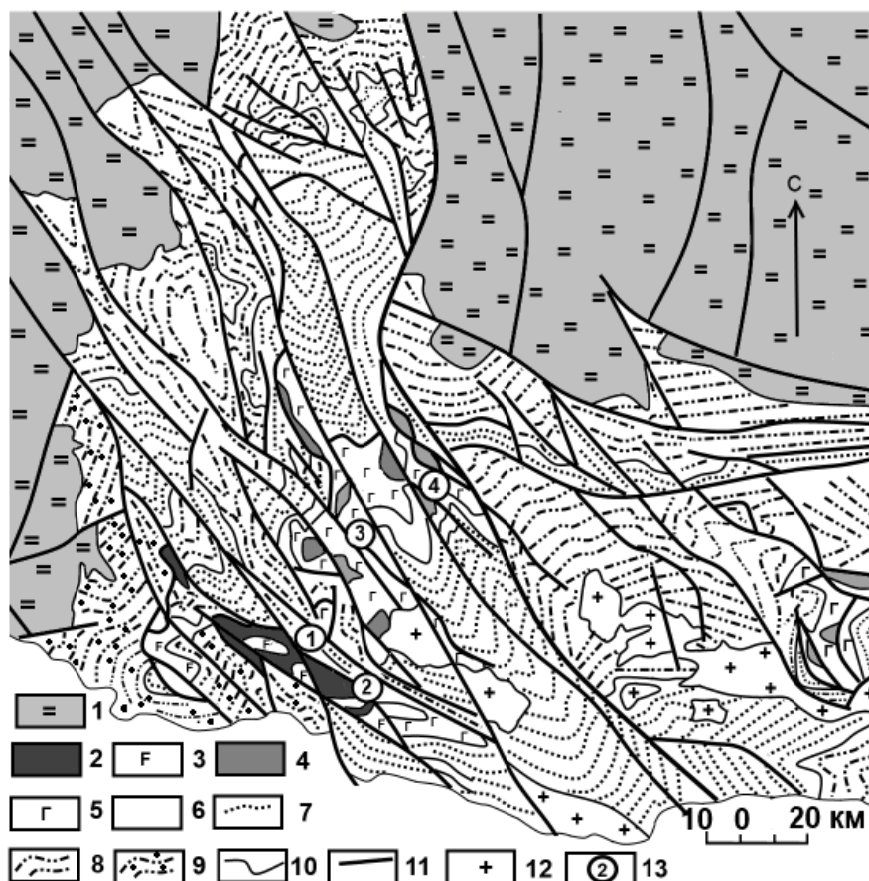


Рисунок 1 – Геодинамическая схема Северного Прибалхашья (по: [27] с упрощениями и изменениями автора).

1 – Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс ( $C_1$ - $P_2$ ); 2-3 – Итмуруды-Тюлькуламская аккреционная призма ( $O_3$ - $D_3$ ). 2 – полимиктовый серпентинитовый меланж, 3 – итмурудинский кремнисто-вулканогенный меланж ( $O_2$ ), 4-9 – комплексы окраинного бассейна ( $O_3$ - $C_1$ ): 4-5 – тюретайский комплекс; 4 – диабазы, габбро-диабазы, габбро, перидотиты, 5 – базальты тюретайской свиты ( $O_3$ ), 6 – кызыкские яшмы ( $O_3$ ), 7 – флишево-турбидитные отложения ( $S$ ), 8 – вулканогенно-терригенная моласса ( $D_1$ - $C_1$ ), 9 – олистострома ( $D_3$ - $S_1$ ), 10 – геологические границы, 11 – разломы, 12 – гранитоиды, 13 – географические пункты: 1 – горы Итмуруды и Каражал, 2 – родник Архарсу, 3 – горы Торетай, 4 – горы Обалы.

Среди последних наблюдаются ксенолиты пород расслоенных ультрамафитов, вероятно с расслоенным комплексом связаны также жильные тела трондjemитов и плагиогранитов. В пределах верхней части разреза массива были выполнены палеомагнитные исследования [31].

На серпентинитовом меланже с размывом залегает верхнеордовикская грубообломочная олистострома, наполненная офиолитовой кластикой [26], ее возрастным аналогом являются низы разреза жаманшурукской свиты, состоящей преимущественно из грубообломочных терригенных осадков, известняков, кремнистых и кремнеобломочных пород, а в верхах жаманшурукской свиты обнажаются риодациты, андезиты, базальты, реже адакиты. Отдельные горизонты в составе свиты имеют все признаки хаотического строения [22].

На олистострому тектонически налегает итмурудинский кремнисто-вулканогенный меланж субщелочных вулканитов с примесью щелочных базальтов [26], в который «закатаны» будины яшм, диабазов, реже сферолитовых трахиандезитов, трахитов, щелочных риолитов, плагиогранитов. Будины яшм содержат конодонты *Periodon cf. aculeatus* Hadding [26], вероятно, дарривилского яруса среднего ордовика. С пиллоу-базальтами пространственно ассоциирует толща голубых кремнистых алевролитов, прослоенных сине-зелеными и красными туффидами.

Структурно выше обнажается «глубоководная» олистострома нижнего силура, не содержащая продуктов перемыва серпентинитов, наполненная только кызыкскими яшмами и базальтами.

В северном крыле Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы итмурундинский кремнисто-вулканогенный меланж несогласно перекрыт жаманшурукской свитой [22].

Базальты Каражалского террейна, что обнажаются на южном склоне гряды Каражал, прослоены серо-зелеными силицитами, содержащими конодонты нижней части сандбского яруса позднего ордовика: *Periodon sp.*, *Pygodus cf. anserinus* Lamont & Lindström, имеют четкие магматические контакты с силицитами, в отличие от базальтов итмурундинского кремнисто-вулканогенного меланжа.

Яшмы, вскрывающиеся в основании гривы Каражал, охарактеризованы, по-видимому, конодонтами низов сандбского яруса: *Periodon aculeatus* Hadding, *Pygodus cf. serra* (Hadding), *Pygodus cf. anserinus* Lamont & Lindström. На вершине гривы Каражал в полупрозрачных розовых силицитах встречаются конодонты *Paroistodus proteus* Lindstrom [26], вероятно, пограничные слои тремадокского и флоского ярусов раннего ордовика.

Сложная система тектонических покровов перекрыта фаменской неавтохтонной олистостромой [32], которая еще ранее была описана П.В. Ермоловым [26] как фаменский базальный горизонт, в составе которого доминируют конгломераты, наполненные хорошо окатанной галькой яшм, а также веретенообразные блоки яшм. Олистостром постепенно сменяется гравелитами и зеленовато-серыми песчаниками и алевропесчаниками с прослоями аналогичных пород лилового цвета.

Выше несогласно залегает раннекаменноугольная толща сероцветных и пестроцветных полимиктовых конгломератов, гравелитов, песчаников и алевролитов, углистых алевролитов с полимиктовыми песчаниками. Базальный горизонт, в отличие от фаменской олистостромы, состоит из валунов и гальки базальтов, гранитоидов и яшм. Известны также олистоплаки базальтов и полосчатых яшм, описанные П.В. Ермоловым [26] как гребневые выступы аллохтона.

**Петрографическая характеристика.** Ультрабазиты в своем большинстве полностью серпентинизированы. Преобладают петельчатые хризотил-лизардитовые гарцбургитовые серпентиниты, в которых отмечаются реликты оливина и ортопироксена. При полной серпентинизации ультрамафитов образуются лизардитовые, антигоритовые и антофиллит-антигоритовые серпентиниты. Эпизодически встречаются дунитовые серпентиниты. В состав расслоенного ультрамафитового комплекса входят верлиты и лерцолиты. Жильные пироксениты встречаются только в гарцбургитовых серпентинитах. Особую группу пород представляют апоэклогитовые гранатовые амфиболиты и глаукофановые сланцы. В гранатовых амфиболитах диагностируются омфациит, гранат и рутил. Глаукофановые сланцы представляют собой метаморфизованные фации  $S_1$ -базальтоидов [26].

В составе итмурундинского меланжа базальтоиды кислого состава (свыше 46 %  $SiO_2$ ) составляют около 70%, остальное приходится на долю силицитов (25 %), трахиандезитов, трахитов, щелочных риолитов и плагиогранитов (5 %).

Вулканиды основного состава в большинстве своем относятся к подушечным разновидностям. Среди пиллоу-лавы выделяются плагиобазальты (до 80 % микролитов плагиоклаза в стекле, 453-2, 3), андезибазальты, базальты (453-1, 1а, 453-4, 453-4б, 453-5) и щелочные базальты (460-3). Вкрапленники представлены кислым плагиоклазом и редко диопсидом и алюмодиопсидом. В протолочках систематически встречаются крупные выделения «оплавленного» рутила, оливина, клинопироксена.

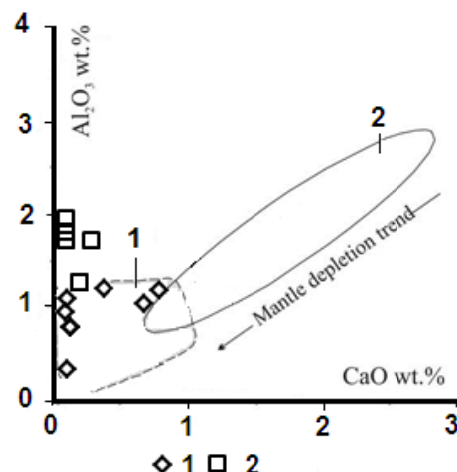
Базальты района горы Каражал из разреза «глубоководной» олистостромы также сложены подушечными разновидностями. Они отличаются от вулканитов главного поля распространения итмурундинского меланжа обилием стекловатых разностей, имеющих магматические контакты с силицитами. По составу выделяются две разновидности: олигофировые и афировые базальты [26].

**Петрогеохимическая характеристика.** Состав динамометаморфизованных перидотитов серпентинитового меланжа изменяется в довольно узких пределах, что в целом характерно для дунитов и гарцбургитов офиолитовых комплексов [14]. Преобладают гарцбургиты с довольно низким колебанием  $Al_2O_3$  (1.25 до 1.95 мас.%), тогда как в дунитах  $Al_2O_3$  значительно меньше и не превышает 1.20 мас. %. Все серпентиниты характеризуются крайне низкими концентрациями  $P_2O_5$  (0.01-0.02 мас.%), а уровень концентрации CaO не превышает 0.80 мас. %. Отношение  $MgO/(MgO+FeO)$  вычислено с переводом  $Fe_2O_3$  в FeO. Средняя величина этого отношения в серпентинитах составляет 0.85-0.86. В низкоглиноземистых дунитовых серпентинитах это отно-

Рисунок 2 – Диаграмма  $Al_2O_3$ -CaO для пород серпентинитового меланжа Итмурунды-Тюлькуламская аккреционная призма.

Поля: 1 – преддуговые гарцбургиты, 2 – абиссальные перидотиты (по [35]).

1 – дунитовые серпентиниты, 2 – гарцбургитовые серпентиниты.



шение не превышает 0.86. Лерцолиты более магниезильны по отношению к верлитам, содержание  $Al_2O_3 = 2.80$  мас. % при  $MgO/(MgO+FeO)=0.76$ . По характеру накопления  $Al_2O_3$  и CaO (рисунок 2) дунитовые серпентиниты тяготеют к полю преддуговых гарцбургитов, а фигуративные точки гарцбургитовых серпентинитов выходят за пределы этого поля.

П. В. Ермолов [26], детально изучавший включения жадеитов отмечает, что ассоциирующие с ними хромиты содержат от 46.48 до 48.25 %  $Cr_2O_3$  и от 44.87 до 42.07 % FeO. Столь крайне высокие содержания железа характерны как для хромитов перидотитов преддуговых офиолитов [33], так и для платиноносных дунит - клинопироксенит - габбровых комплексов Урала [34].

Будины габбро-диабазов и габброидов серпентинитового меланжа различаются по содержанию основных петрогенных окислов (таблица 1). По содержанию титана они отвечают med-Ti (<1.06 мас.%) и low-Ti (>0.16 мас.%) породам.

Таблица 1 – Химический состав (мас.%) и нормативный минеральный состав основных пород серпентинитового меланжа. 1-3 – габбро-диабазы; 4 – габбро; 5 – оливковое габбро; 6 – габбродиориты; 7 – high-Ti габбро-диабаз; 8-9 – титанистые габброиды

Ком.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	46.81	45.30	49.90	48.67	36.60	53.06	43.50	44.70	45.5
TiO <sub>2</sub>	0.27	0.17	0.16	0.36	1.36	0.83	2.10	1.22	1.65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.75	12.66	19.10	17.50	15.00	9.9	14.60	13.90	13.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.98	2.57	0.77	1.74	8.39	2.29	5.24	5.74	4.40
FeO	4.11	5.39	4.72	4.52	10.04	4.67	9.69	11.95	12.90
MnO	0.14	0.15	0.13	0.12	0.24	0.13	0.16	0.20	0.21
MgO	10.42	16.72	9.98	7.50	6.03	13.28	7.79	6.63	6.92
CaO	16.72	14.52	14.47	13.16	16.10	10.83	9.16	9.80	10.53
Na <sub>2</sub> O	1.50	0.63	1.25	2.60	1.44	1.83	2.99	3.80	4.10
K <sub>2</sub> O	0.25	0.05	0.24	0.50	0.48	1.44	0.81	0.70	0.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.05	0.02	0.04	0.25	0.22	0.27	0.10	0.08
n.n.n.	2.38	2.71	3.76	3.24	3.57	1.13	3.23	0.47	3.57
Pl	47.77	41.68	60.80	61.65	40.23	34.65	48.43	38.63	34.90
Ort	1.74	0.36	1.65	3.53		10.27	5.97	5.11	3.83
Neph	5.15	0.54		1.18	8.63		5.86	12.10	13.65
Leucite					2.97				
Di	33.15	30.95	18.60	22.63	12.12	28.45	15.52	22.77	27.76
Hyp			13.05			20.84			
Ol	11.27	25.38	5.18	9.91	22.08	3.63	19.46	17.95	15.95
Larnite					9.72				
Il	0.33	0.21	0.19	0.44	1.83	1.02	2.70	1.55	2.08
Mag	0.55	0.75	0.50	0.54	1.82	0.65	1.43	1.68	1.64
Ap	0.04	0.11	0.04	0.09	0.60	0.49	0.62	0.23	0.18
Mg#	75.9	79.5	76.7	68.7	38.1	77.9	49.1	40.9	42.2
D.I.	54.7	42.6	62.5	66.4	51.8	44.9	60.3	55.8	52.4
E.L.T	1262	1283	1222	1206	1425	1141	1299	1297	1293

Low-Ti габбро-диабазы недонасыщены SiO<sub>2</sub> (45.3-49.9 мас. %), обогащены MgO (5.96-6.73 мас. %), крайне обеднены FeO<sub>общ.</sub> при преобладании FeO (<5.39 мас. %) над Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 2.57 мас. %) и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.02-0.05 мас. %). На диаграмме Е.Д. Муллена [36] они тяготеют к полю бонинитов, а на диаграмме MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeOt [37] располагаются в области океанических базальтов, что характерно для толеитов раннеостроводужных комплексов. Low-Ti габбро-диабазы относятся к оливин-нормативным породам, что отличает их от кварц-нормативных бонинитов [38].

Особую группу пород составляют высокожелезистые (FeOt<17.6 мас. %) и фосфористые (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><0.10 мас.%) габброиды, которые содержат нормативные оливин и нефелин. Наблюдаются также оливинсодержащие габброиды, крайне обогащенные FeO<sub>общ.</sub> (17.6 мас. %), для которых характерны нормативные нефелин и оливин, а также лейцит и ларнит. Такие породы чаще встречаются в составе plutonic комплексов платиноносной формации Урала [34].

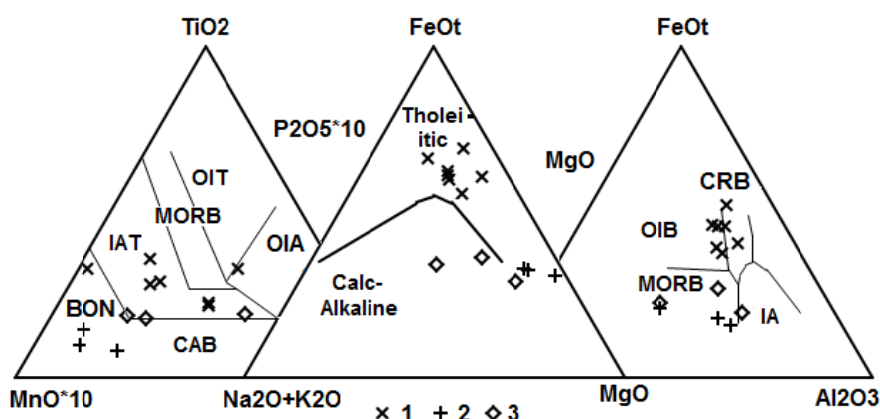


Рисунок 3 – Бинарные диаграммы 10·MnO -10·P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-TiO<sub>2</sub> [36], Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-FeOt-MgO [39], MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeOt [37] для основных пород серпентинитового меланжа.

OIT – толеиты океанических островов, OIA –щелочные базальты океанических островов, MORB – базальты срединных океанических хребтов, OIB – базальты океанических островов, CRB – базальты континентальный рифтов, IAT – толеиты островных дуг, CAB – известково-щелочные базальты, BON – бониниты.

1 – титанистые габброиды и габбро-диабазы, 2 – low-Ti габбро-диабазы, 3 – диабазы, габбро-диориты.

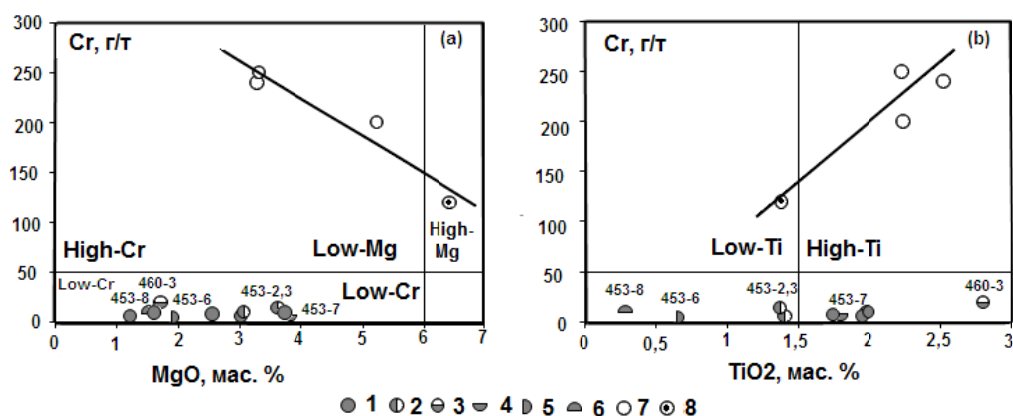


Рисунок 4 – Вариационные диаграммы отношений Cr к MgO и TiO<sub>2</sub> для вулканитов Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы.

1-6 – вулканиты итмурундинского меланжа: 1 – базальты и андезибазальты, 2 – трахиандезиты, 3 – щелочной базальт, 4 – сферолитовый трахиандезит, 5 – трахит, 6 – риолит; 7-8 – базальты каражалского террейна: 7 – олигомиктовые базальты, 8 – афировые базальты.

Вулканиты итмурундинского меланжа и каражалского террейна четко различаются по содержанию Cr и основных петрогенных окислов (рисунок 4). Их петрогеохимические составы сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Химический состав (мас.%), содержание элементов-примесей (г/т) и нормативный минеральный состав вулканитов Итмуруды-Гюлькуламской аккреционной призмы

№ пр.	453-1	453-1a	453-2	453-3	453-4	453-4b	453-5	453-6	453-7	453-8	460-3	462-1	462-3	462-4	462-5
SiO <sub>2</sub>	50,70	53,40	54,30	52,00	51,90	55,20	50,50	62,40	55,20	68,90	55,20	49,10	49,60	51,60	47,40
TiO <sub>2</sub>	1,97	1,94	1,40	1,37	2,12	1,74	1,99	0,64	1,79	0,28	2,80	2,52	1,38	2,23	2,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,75	15,50	17,55	17,15	14,50	14,80	13,40	15,30	14,90	13,90	17,50	17,65	13,95	16,25	15,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,91	4,47	2,22	1,76	4,83	4,19	13,00	3,59	4,48	1,55	3,85	9,75	3,36	6,84	3,02
FeO	8,28	5,95	5,16	6,70	7,99	6,86	2,70	5,10	4,66	2,79	1,76	2,79	8,28	3,66	7,82
MnO	0,18	0,14	0,13	0,20	0,21	0,17	0,05	0,20	0,14	0,04	0,04	0,16	0,24	0,12	0,16
MgO	3,71	1,20	3,01	3,61	3,05	2,55	1,61	1,91	3,82	1,51	1,71	3,27	6,43	3,31	5,22
CaO	2,93	5,87	2,51	2,74	5,95	3,44	5,17	0,70	3,07	0,56	3,21	3,91	5,87	5,03	6,01
Na <sub>2</sub> O	5,22	5,32	4,79	4,10	3,70	5,45	4,87	6,03	4,15	5,01	2,86	4,26	3,72	4,82	2,97
K <sub>2</sub> O	0,98	0,75	4,48	5,06	0,88	0,65	2,36	0,86	4,19	2,89	8,20	2,33	1,29	1,76	3,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,17	1,20	1,11	1,08	1,26	1,11	2,07	0,67	1,20	0,64	0,97	0,82	0,50	0,70	0,75
П.п.п	2,77	3,06	2,24	2,85	2,70	2,60	1,51	1,25	1,93	1,24	1,08	3,35	4,47	3,11	4,17
Сум.	98,57	98,82	98,90	98,62	98,82	98,76	99,23	98,65	99,53	99,31	99,18	99,91	99,09	99,43	99,20
Mg#	34,3	17,7	42,9	43,7	30,6	30,0	16,6	29,1	44,0	39,2	36,9	33,5	50,3	37,6	46,9
H <sub>2</sub> O	0,63	0,94	0,92	0,76	0,72	1,14	0,56	2,19	1,04	3,37	1,00	0,48	0,58	0,71	0,39
D.I.	68,3	79,6	81,9	81,0	62,4	76,4	73,4	80,3	77,1	88,7	88,9	74,7	67,4	78,5	75,8
E.I.t.	1156	1104	1106	1134	1167	1075	1171	953	1089	841	1095	1190	1167	1142	1211
q	0,44	4,47			15,23	7,51		17,21	1,28	24,93					
ab	60,73	69,82	51,28	46,29	41,04	64,35	56,75	57,19	47,37	45,11	35,74	58,13	57,97	66,20	52,62
or	7,12	5,27	30,57	34,71	6,17	4,57	16,66	5,86	28,46	18,61	53,19	16,56	9,42	12,29	23,16
cor	2,82		2,15	1,90	4,51	1,17		3,27	0,60	1,78	0,28	2,31			
di		3,82					3,35						6,44	2,13	3,39
ol			5,62	9,88			5,41				2,51	4,63	7,45	3,84	13,50
hy	22,51	10,70	5,71	2,51	19,64	16,84	9,44	13,54	16,85	7,61	2,72	12,32	14,73	10,38	1,86
il	2,47	2,35	1,65	1,62	2,58	2,12	2,44	0,75	2,10	0,32	3,14	3,10	1,74	2,70	2,77
mt	1,24	0,93	0,65	0,76	1,16	1,0	1,37	0,76	0,79	0,36	0,45	1,10	1,10	0,92	1,01
ap	2,67	2,64	2,37	2,33	2,78	2,45	4,58	1,42	2,55	1,29	1,95		1,14	1,53	1,67
Rb (г/т)	9,6	7,0	46	65	10	4,8	19	8,1	52	36	120	45	12	26	41
Ba	180	120	1200	1700	160	130	340	200	670	350	980	440	690	380	830
Sr	180	160	420	450	240	150	320	130	150	86	220	230	92	210	210
Th	7,85	9,30	16,97	15,44	7,38	8,05	10,21	14,35	11,02	22,10	16,4	13,48	5,66	13,35	14,27
U	2,19	3,28	2,15	2,53	2,61	2,55	3,80	2,98	2,53	2,08	4,12	2,47	1,05	3,37	3,03
Zr	650	530	460	460	470	530	470	800	300	1200	250	250	83	360	360
Hf	14	12	12	10	11	14	11	18	7,3	14	6	5,3	2,6	8,8	8,8
Nb	41	36	89	83	35	37	31	73	84	82	73	45	5,5	40	43
Ta	2,5	2,3	5,0	4,7	2,4	2,4	2,4	4,6	4,4	6,9	3,7	2,3	<0,4	2,6	2,6
Cr	<10	<6	<6	14	<10	<8	<10	<5	<7	<10	20	240	120	250	200
Co	12	19	13	9,4	18	8,0	13	4,3	11	0,54	32	44	47	38	32
Pb	11,26	7,09	8,90	9,07	6,62	11,38	5,15	11,56	11,56	7,49	10,29	7,88	8,93	8,14	9,76
Se	38	38	7,8	7,9	40	34	36	18	23	1,0	14	28	59	29	27
Y	93	77	38	33	77	80	99	90	57	120	31	32	35	37	33
La	41	32	63	64	31	38	43	72	47	69	37	28	5,6	48	41
Ce	85	66	120	120	70	74	74	150	100	110	70	60	13	83	74
Sm	16	13	9,8	10	12	15	13	19	18	17	8,7	9,1	3,6	12	9,3
Eu	4,7	4,0	2,7	2,9	3,9	4,0	4,2	4,2	6,5	1,7	2,3	1,8	1,1	2,3	2,0
Tb	3,5	3,0	1,4	1,7	2,6	3,3	2,8	3,4	3,2	2,9	1,5	1,3	1,0	2,2	1,8
Yb	10	10	3,4	3,2	9,0	8,6	11	12	6,9	11	3,0	2,7	4,44	5,3	5,1
Lu	1,8	1,5	0,48	0,41	1,4	1,5	2,0	1,7	1,0	1,7	0,52	0,42	0,73	0,89	0,80
Rb/Nb	0,23	0,19	0,52	0,78	0,29	0,13	0,61	0,11	0,62	0,44	1,64	1,00	2,18	0,65	0,95
(La/Sm) <sub>N</sub>	1,654	1,589	4,150	4,132	1,668	1,636	2,135	2,446	1,686	2,620	2,746	1,986	1,004	2,582	2,846
(La/Yb) <sub>N</sub>	1,838	1,766	4,612	4,591	1,853	1,817	2,373	2,718	1,873	2,912	3,051	2,207	1,116	2,869	3,162
(Nb/Yb) <sub>N</sub>	2,833	2,488	18,090	17,925	2,687	2,973	1,948	4,204	8,413	5,152	16,816	11,518	0,864	5,216	5,827
(Nb/La) <sub>pm</sub>	0,963	1,084	1,361	1,249	1,088	0,938	0,694	0,977	1,721	1,145	1,901	1,548	0,946	0,803	1,010
(Nb/Th) <sub>pm</sub>	0,622	0,461	0,625	0,641	0,565	0,548	0,362	0,606	0,909	0,442	0,531	0,398	0,116	0,357	0,359

*Примечание.* 453-1 – базальт, 453-1a – андезитобазальт, 453-2, 3 – трахиандезиты, 460-3 – базальтовый трахиандезит, 453-4 – кварцевый базальт, 4b – андезитобазальт, 453-5 – трахибазальт, 453-6 – трахит, 453-7 – сферолитовый трахиандезит, 453-8 – щелочной риолит, 462-1, 4, 5 – щелочные базальты, 462-3 – афировый базальт. Значения нормированы относительно примитивной мантии (pm) и хондрита (N). Геохимические анализы выполнены в ИМГРЭ (Москва) рентгенофлуоресцентным методом на приборе Axios Advanced (исполнители: В.И. Чудинов, С.Т. Малкина).

На вариационных диаграммах Sr-MgO (рисунок 4(a)) и Sr-TiO<sub>2</sub> (рисунок 4(b)) все разновидности основных вулканитов итмурундинского меланжа относятся к low-Mg (MgO = 1.2-3.71 мас. %)/Sr <20 г/т дифференцированным породам, крайне обогащенных Y, Zr. По содержанию титана они подразделяются на low-Ti (TiO<sub>2</sub> <1.5 мас. %) и high-Ti (TiO<sub>2</sub> <2.8 мас. %). Ассоциирующие с ними low-Ti риолиты и трахиты, как и базальты, содержат высокие концентрации P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.28-0.64 мас. %).

Базальты каражалского террейна напротив обогащены Sr (>120 г/т), а по содержанию MgO подразделяются на high-Mg (MgO = 6.43 мас. %) примитивные базальты и low-Mg (MgO = 3.27-5.22 мас. %) дифференцированные базальты с обратно пропорциональным ростом Sr относительно MgO (рисунок 4(a)) и прямо пропорциональным ростом Sr относительно TiO<sub>2</sub> (рисунок 4(b)). Все каражалские базальты содержат меньше Y и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, чем вулканиты итмурундинского меланжа.

По уровню содержания Na<sub>2</sub>O все изученные вулканиты отвечают породам щелочной серии и только high-K базальт (460-3) соответствует породам субщелочной серии. Тогда как по содержанию K<sub>2</sub>O они подразделяются на две группы: основные вулканиты итмурундинского меланжа в целом отвечают породам субщелочной серии, а остальные, включая трахиты и риолиты, соответствуют вулканитам щелочной серии.

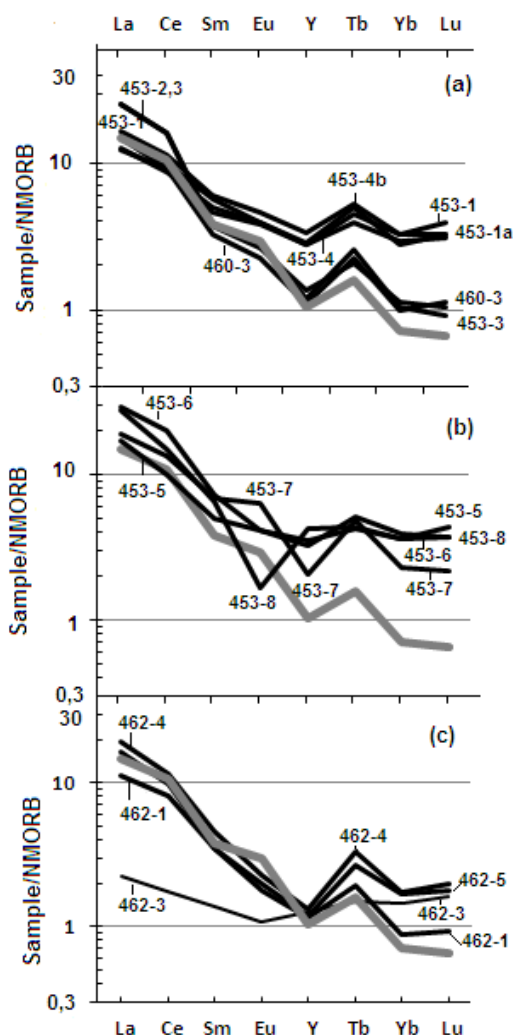


Рисунок 5 – Распределение REE и Y (а, b, c) в вулканитах Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы (по [26]) и в OIB (по [40]), нормированных к составу NMORB (по [40])

High-Ti олигомиктовые пиллоу-базальты каражалского террейна принадлежат вулканитам щелочной серии и только афировые базальты можно отнести к вулканитам субщелочной серии.

Содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Zr в вулканитах основного состава итмурундинского меланжа варьируют от 1.54 до 2.07 мас. % и от 460 до 650 г/т соответственно, что характеризует их как high-Zr щелочные базальты. Вулканиты каражалского террейна по соотношению P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> к Zr также относятся к щелочным базальтам при несколько пониженных их содержаниях 0.70-0.85 мас. % и 250-360 г/т соответственно.

Низким уровнем концентраций P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.50 мас. %) и Zr (83 г/т) характеризуются только high-Mg афировые базальты, которые, по-видимому, следует сопоставлять с породами известково-щелочной серии, чему не противоречат относительно невысокие концентрации редкоземельных элементов (REE), уровень которых несколько превышает единицу (на рисунке 5(c), проба 462-3).

Вулканиты итмурундинского меланжа различаются по уровню содержания REE (рисунок 5 (a,b)), особенно по Y и тяжелым REE (HREE – Tb, Yb, Lu).

Трахиандезиты (пробы 453-2,3) и щелочной базальт (проба 460-3) по отношению к базальтам, андезибазальтам, трахитам и щелочному риолиту обогащены La, Ce, но недонасыщены Tb, Yb, Lu (рисунок 5 (a, b)).

High-Ti базальты каражалского террейна также неоднородны по содержанию REE (рисунок 5(c)), high-Al (проба 462-1) относительно med-Al (пробы 462-4,5) обеднены La, Ce и Tb, Yb, Lu.

Все вулканиты итмурундинского меланжа обогащены HFSE, но при этом отмечается некоторое их понижение в зависимости от уровня и типа щелочности вулканитов (их сумма для high-Na вулканитов

превышает 800 г/т, для К вулканитов составляет более 600 г/т, а для high-K вулканитов не превышает 400 г/т [таблица 2]). Характерно, что самые высокие концентрации Y (77-120 г/т) отмечены также в high-Na вулканитах итмурундинского меланжа, при этом они не являются нефелин-нормативными породами.

Уровень содержания K, Rb, Ba в high-Na дифференцированных вулканитах ниже, чем в K (пробы 453-2,3,5,8) и в high-K (проба 460-3) вулканитах при постоянно высоком уровне Th, U, Pb, Zr и при четко выраженных минимумах по Ta-Nb, Sr и Ti, Mg, Co, Cr (рисунок 6(e)).

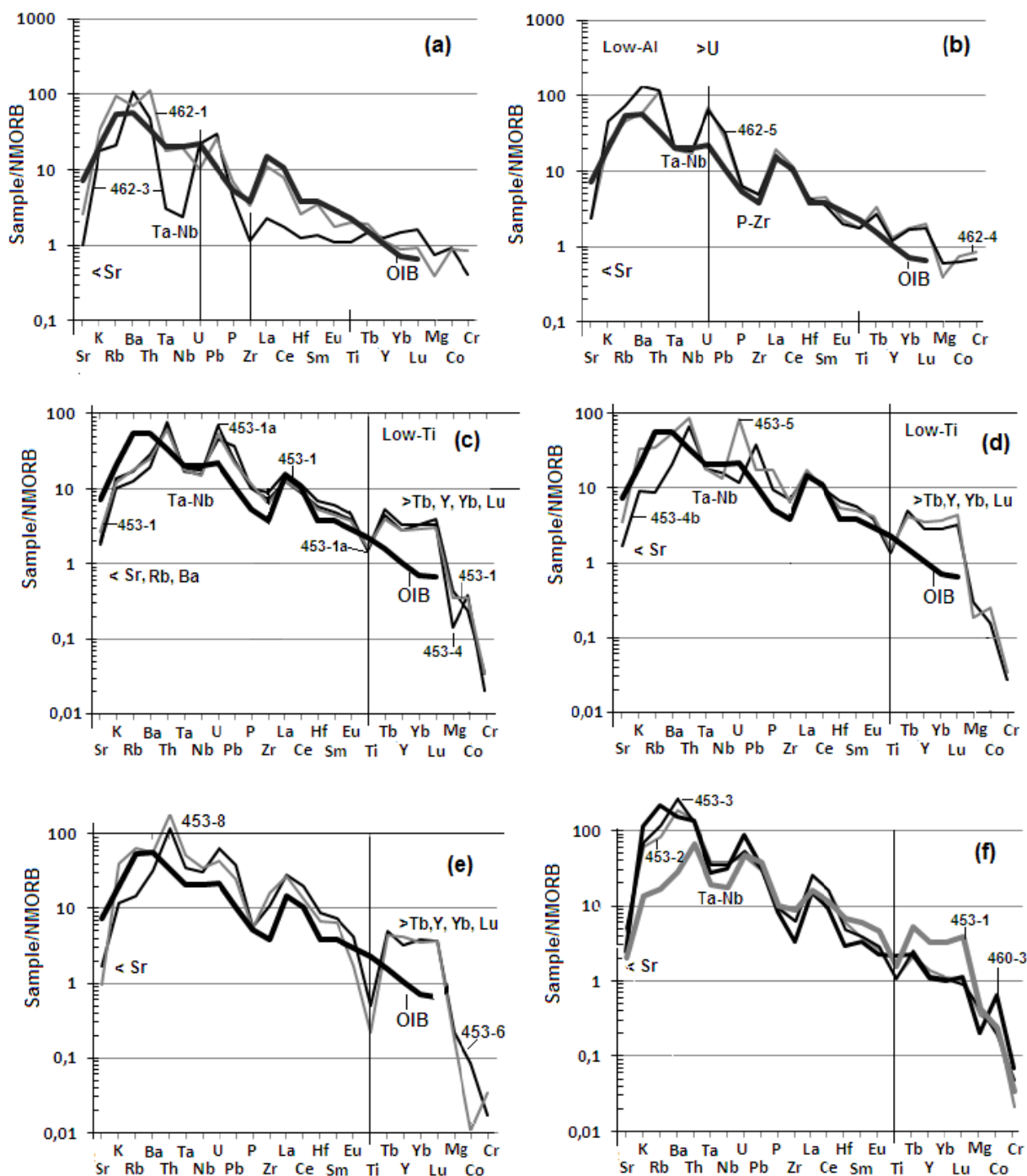


Рисунок 6 – Распределение элементов-примесей в вулканитах тюретайской свиты (а) каражалского террейна (b) и итмурундинского меланжа (c, d, e, f), нормированных к NMORB (по [40])

Low-Ti/Al афировый базальт (рисунок 6, проба 462-3) крайне обеднен легкими REE (LREE – La, Ce, Sm, Eu), а также HFSE (Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, Eu, Tb, Y, Yb), за исключением P, U, Pb, но при этом он обогащен элементами с крупными ионными радиусами (LILE – K, Rb, Ba, Th) с четко выраженными Sr, Zr и Ta-Nb минимумами (рисунок 6 (а)). По-видимому, low-Ti/Al афировый базальт знаменует собой новый цикл магматизма. Он по содержанию элементов-примесей очень близок базальтам тюретайской свиты.

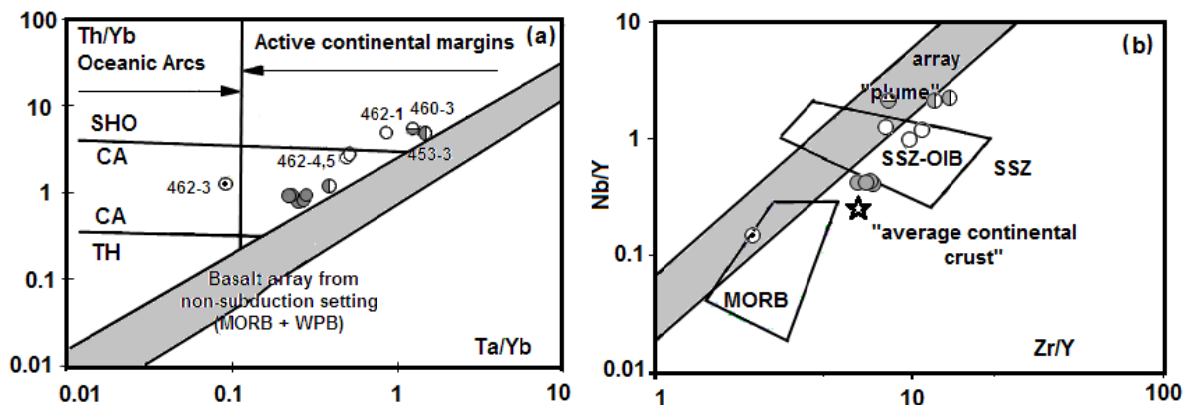


Рисунок 7 – Бинарные диаграммы (а) Th/Yb-Ta/Yb [41] и (б) Nb/Y-Zr/Y [42] для вулканитов Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы. SSZ-OIB – надсубдукционные вулканиты с характеристиками OIB Центральной Америки, SSZ – поле надсубдукционных вулканитов. Условные обозначения см. на рисунке 4

**Сопоставительный анализ.** Принимая во внимание, что геодинамическая природа вулканитов итмурундинского меланжа является предметом постоянных дискуссий [9, 23, 24, 19], целесообразно нормировать их геохимические спектры относительно NMORB [40]. Поскольку их спектры близки плюмовым базальтам, то дополнительно на спайдерграммы были вынесены эталонные спайдерграммы OIB [40].

При рассмотрении спайдерграмм (рисунок 6) становится очевидно, что геохимические спектры исследуемых вулканогенных комплексов имеют черты сходства с вулканитами мантийно-плюмового происхождения, но при этом обладают рядом характерных отличий.

High-Na дифференцированные вулканиты итмурундинского меланжа отличаются от OIB Ta-Nb минимумом на фоне высоких концентраций Th, U, Pb при высоком уровне содержания HFSE, HREE и крайне низком содержании когерентных элементов и магния. Такое распределение элементов-примесей на спайдерграммах (рисунок 6) характерно для вулканитов надсубдукционных комплексов [43].

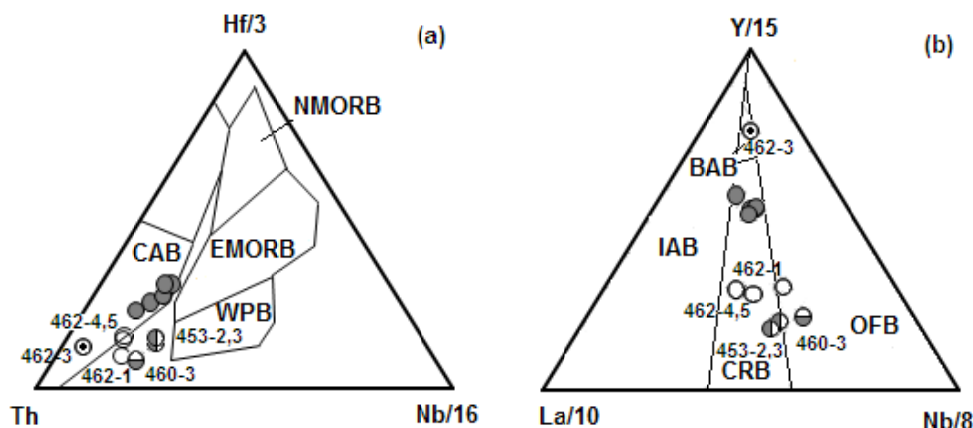


Рисунок 8 – Диаграмма Th-Nb/16-Hf/3 [44], La/10-Nb/8-Y/15 [45] для вулканитов Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы.

OFB – глубоководные базальты, CRB – базальты континентальных рифтов, IAB – базальты островных дуг, BAB – базальты задуговых бассейнов, CAB – известково-щелочные базальты и активных континентальных окраин. Остальные условные обозначения см. на рисунке 4.

Низкие значения Nb/U (10.98-18.72) и Ce/Pb (7.55-13.23) (таблица 2) для high-Na дифференцированных базальтов и андезитбазальтов, по отношению к OIB, обусловлены влиянием континентальной коры. Высокие концентрации U и Pb определены тем, что они переносятся надсубдукционными флюидами, отделяющимися от океанической плиты, в отличие от Nb и Ce, содержание которых обусловлено степенью рециклинга океанической коры и переносятся только обогащенными расплавами, что наиболее характерно для производных мантийного резервуара EM2 [46]. Компонент EM2 рассматривается как индикатор континентальной коры, включая и океанические осадки, что вполне согласуется с относительно невысокими отношениями Ba/Nb (таблица 2).

Надежным типоморфным признаком магм надсубдукционного происхождения являются канонические отношения несовместимых элементов-примесей (Th, Ta, Yb). Высокие Th/Yb отношения отражают величину надсубдукционной флюидной фазы, отделяющейся от осадков океанической плиты, а по величине отношений Ta/Yb оценивается вклад мантийного вещества, фракционирующего над зоной субдукции.

Низкие Nb/Y отношения также отражают величину надсубдукционной флюидной фазы за счет обогащения Y при крайне высоких концентрациях Zr.

На бинарной диаграмме отношений Th/Yb-Ta/Yb (рисунок 7 (a)) фигуративные точки вулканитов итмурундинского меланжа располагаются в поле известково-щелочных вулканитов активных континентальных окраин. Их надсубдукционная природа в пределах активной континентальной окраины также очевидна и на диаграмме отношений Nb/Y - Zr/ Y (рисунок 7(b)).

Надсубдукционная природа high-Na дифференцированных вулканитов отчетливо прослеживается и по отношениям Th, Hf, Nb (рисунок 8(a)), которые характеризуют их как базальты активной континентальной окраины, а отношения La, Y, Nb (рисунок 8 (b)) подтверждают значительную роль присутствия сиалического компонента в high-Na вулканитах. Уровень концентраций и отношения Nb, U, Ce, Pb (рисунок 9) также свидетельствуют о влиянии континентальной коры на эволюцию high-Na магм.

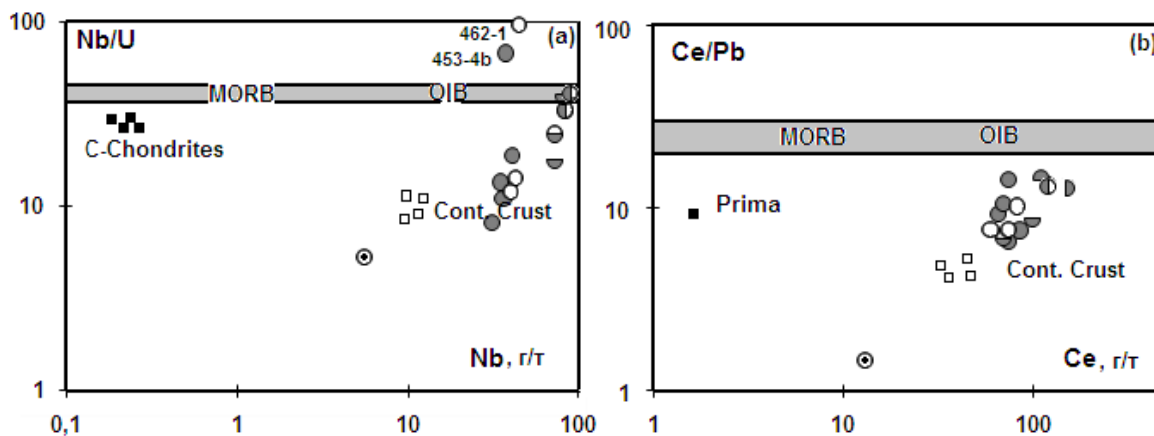


Рисунок 9 – Бинарные диаграммы: (a) Nb/U-Nb, (b) Ce/Pb-Ce [46] для вулканитов Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы. Условные обозначения см. на рисунке 4

В K и high-K вулканитах увеличивается роль  $Al_2O_3$ , и они так же, как и high-Na вулканиты, обогащены HFSE и REE, что указывает на их принадлежность к породам щелочной и субщелочной серий континентальных рифтов или окраинно-континентальных бассейнов (рисунки 7, 8). Такие комплексы могут отражать состав вулканитов начальной стадии рифтогенеза. Крайне высокий Ba (670-1700 г/т) K и high-K вулканитов, по сравнению с другими элементами с крупными ионными радиусами, и высокие отношения Ba/Nb (7.98-20.48) и Rb/Nb (1.589-1.668) сближают их с производными компонента типа EM1 [46].

Щелочные базальты (пробы 462-1,4,5) каражалского террейна также отличаются от OIB (рисунок 6) Th, U, Pb максимумами при четко выраженных Ta-Nb и Sr минимумах. Характерно, что им свойственен Mg минимум на фоне высоких содержаний когерентных элементов (Co, Cr). На геодинамических диаграммах отношений Th/Yb-Ta/Yb (рисунок 7) их фигуративные точки

локализуются также в пределах полей надсубдукционных комплексов, а на диаграммах La, Y, Nb (рисунок 8(b)), Nb/U-Nb, Ce/Pb-Ce (рисунок 9(a, b)) принадлежат полям базальтов, сформированных с участием континентальной коры.

Высокие концентрации Ba щелочных базальтов, по сравнению с другими элементами с крупными ионными радиусами, и высокие Ba/Nb (9.50-19.30), Rb/Nb (0,65-1,00) дают основание рассматривать их как производные компонента EM1. Высокий уровень Ba является характерной особенностью океанических осадков. Компонент EM1 рассматривается как индикатор переработанной нижней континентальной коры или субконтинентальной литосферы, обогащенной флюидами и расплавами [46].

High-Mg известково-щелочной базальт (проба 462-3), сопоставляемый автором с базальтами тюретайской свиты, имеет геохимические признаки вулканитов сиалических окраинных морей (рисунок 8) при очевидном обогащении Th, Nb, U, Pb (рисунок 9), что отличает их от вулканитов внутриокеанических островодужных систем.

### ТЮРЕТАЙСКАЯ СИСТЕМА ПАРАВТОХТОНОВ

**Геологическое строение.** Тюретайская система паравтохтонов обнажается к северу от Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы в районе гор Торетай и Обалы (рисунок 1), где в ядрах запрокинутых антиклиналей вскрываются дуниты, пироксениты, габбро, габбро-диабазы и диабазы дайково-силлового комплекса, которые постепенно сменяются вулканитами тюретайской свиты.

Породы плутонической части тюретайского комплекса относятся к дунит-пироксенит-габбровой формации [30]. Наиболее характерным представителем интрузивов тюретайского комплекса является дунит-габбровый массив Тесиктас. Он обнажается юго-западнее гряды Тюретай в районе одноименного родника (рисунок 1(3)) и имеет концентрически-зональное строение и овальную форму, длинная ось которой вытянута в северо-западном направлении. Ядро массива слагают дуниты, они сменяются габброидами, среди которых различаются нормальные габбро, амфиболизированные габбро, габбро-диабазы и кварцевые габбро с гранофировой структурой. В зоне контакта с дунитами среди габбро появляется тылаиты. Жильные породы массива представлены плагиоклазо-роговообманковыми породами, весьма сходными по структуре и составу с меланократовыми жильными породами интрузий Уральской платиноносной формации [30].

Афировые пиллоу-базальты прослоены граувакковыми песчаниками, кремнистыми алевролитами и яшмами, содержащими конодонты *P. anserinus* Lamont & Lindstrom [22], аналогичные тем, что найдены в силицитах у южного склона гряды Каражал. В тюретайских туфосилицитах конодонты близки казыкским, но, как отмечает И. Ф. Никитин [22], в ряде мест в них отсутствуют *P. serra* (Hadding), и можно предположить более молодой возраст этих яшм. Базальты тюретайской свиты, по-видимому, образуют мощную систему силл, которые фациально замещают казыкские силициты, туфосилициты. В базальтах тюретайской свиты встречаются залежи колчеданно-полиметаллических руд месторождения Тесиктас. В рудах в повышенных количествах присутствуют медь, цинк, свинец, мышьяк, серебро, кобальт [47].

В северном крыле Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы итмурундинский кремнисто-вулканогенный меланж несогласно перекрыт жаманшурукской свитой [Никитин И.Ф., 2002].

Свита состоит преимущественно из грубообломочных терригенных пород, известняков, кремнистых и кремнеобломочных пород, а также базальтов, базальтовых трахиандезитов, трахиандезитов, трахитов и адакитов. В низах свиты обнаружены конодонты: *Periodon grandis* Ethington, *Protopanderodus* sff. *vericostatus* (Sweet & Bergstrom), *Drepanodus suberectus* s.f. (Branson & Mehl), а в верхах, в яшмовидных алевролитах, конодонты: *Protopanderodus insculptus* (Branson & Mehl), *Periodon grandis* Ethington, и в известняках – брахиоподы, трилобиты и кораллы позднего ордовика [22].

Кызыкская свита сложена в основном красными, реже полосчатыми желтоватыми и зеленоватыми яшмами, алевролитами, кремнеобломочными породами и характерными белесыми и бирюзовыми кремнистыми туффитами и туфами кислого состава. В верхах свиты находятся невыдержанные по простиранию прослои глинисто-углеродистых сланцев с сингенетичным пиритом и мельниковит-пиритом [27].

Выше несогласно или псевдосогласно залегают турбидитные отложения нижнего силура, описанные М. З. Новиковой [Ермолов П.В., 2013] как силурийские олистостромы.

**Петрогеохимическая характеристика.** Тюретайская свита представлена базальтами, реже диабазами. По содержанию калия выделяются оливин-нормативные high-K (0.5-1.4 мас. %), реже гиперстен- и нефелин-нормативные low-K (<0.40 мас. %) базальты (таблица 3), которые в свою очередь подразделяются на high-Ti/low-Y, high-Y и high-Fe/med-Y.

Таблица 3 – Химический состав (мас.%), содержание элементов-примесей (г/т) и нормативный минеральный состав пород тюретайской свиты

Ком.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO <sub>2</sub>	45.9	46.28	48.7	48.53	51.5	48.7	49.2	47.8	48.16	46.5	46.2
TiO <sub>2</sub>	2.80	2.65	2.84	2.62	1.58	2.32	1.86	1.60	1.40	2.00	1.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.2	15.29	15.4	15.21	14.4	13.1	14.1	15.5	15.53	16.5	15.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.50	8.00	7.28	7.38	3.59	9.18	7.26	5.96	5.96	4.22	5.06
FeO	5.30	5.17	5.42	5.30	5.62	5.91	4.94	8.12	7.98	11.32	10.28
MnO	0.14	0.14	0.20	0.20	0.28	0.23	0.19	0.26	0.25	0.20	0.21
MgO	5.97	6.21	6.24	6.44	6.18	5.32	6.29	5.2	5.5	3.86	4.79
CaO	7.09	7.18	4.89	5.10	6.62	8.28	7.92	7.66	7.91	7.09	8.18
Na <sub>2</sub> O	3.64	3.52	3.44	3.62	3.88	2.88	3.74	3.46	3.28	3.46	3.82
K <sub>2</sub> O	0.40	0.36	0.70	0.69	0.60	0.50	0.50	0.60	0.54	1.4	0.95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.43	0.40	0.40	0.39	0.16	0.21	0.17	0.18	0.21	0.20	0.20
П.п.п.	4.42	4.50	3.52	3.52	4.34	1.70	2.11	2.13	2.26	1.95	2.57
Rb	5	5	5	5	5	5	5	14	14	35	24
Y	17	17	15	15	17	36	19	30	30	20	10
Zr	110	110	150	150	86	120	86	100	100	96	77
Nb	11	11	17	17	5.4	6.6	5.4	5	5	5.4	5.4
Sr	270	260	300	300	340	160	180	230	230	300	250
Ni	78	77	68	66	43	37	66	50	50	66	48
Cr	147	140	130	135	130	43	94	110	110	120	110
Q			1.01		1.04	0.51					
Pl	65.62	65.07	60.26	63.16	62.19	54.70	61.07	63.67	63.89	62.76	56.11
Ort	2.99	2.65	5.16	5.06	4.37	3.70	3.61	4.39	3.91	10.07	6.87
Neph										0.42	4.30
Corungum			0.85	0.12							
Di	6.63	6.39			9.01	14.54	13.89	9.21	9.14	6.57	13.32
Нуп	8.26	10.21	27.03	23.11	20.18	21.66	9.68	8.70	11.72		
Ol	10.69	10.16		3.17			7.89	10.29	8.81	15.77	15.15
Il	3.60	3.38	3.61	3.31	1.99	2.98	2.35	2.02	1.75	2.49	2.34
Mag	1.20	1.22	1.18	1.17	0.86	1.41	1.12	1.31	66.8	1.46	1.45
Ap	1.00	0.92	0.92	0.89	0.36	0.49	0.39	0.42	0.48	0.46	0.46
Mg#	46.9	47.2	48.2	49.0	55.4	40.1	49.4	40.7	42.6	31.3	36.5
D.I.	68.6	67.7	66.4	68.2	67.6	58.9	64.7	68.1	66.8	73.3	67.3
E.L.T	1233	1233	1189	1193	1127	1199	1186	1216	1214	1247	1254

В основании разреза тюретайской свиты встречаются примитивные high-Ti (TiO<sub>2</sub><2.62 мас. %)/low-Y(<17 г/т), low-K и high-K базальты, содержащие высокие концентрации Nb (<17 г/т). High-Ti/low-Y базальты также обогащены P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (<0.40 %), Na<sub>2</sub>O (>3.52 мас. %), а концентрации FeOt постоянно более 12.0 мас. %.

Средняя часть разреза сложена дифференцированными high-Y (>30 г/т) базальтами, в которых калий не превышает 0.60 мас. %, Nb менее 6.6 г/т. По отношению к high-Ti/low-Y базальтам high-Y базальты обеднены P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(<0.21 мас. %), Sr (>160 г/т), Ni (>37 г/т), Cr (>43 г/т).

В верхах разреза обнажаются нефелин-нормативные high-Fe (FeOt>14.00 мас. %) дифференцированные базальты, которые по отношению к high-Y базальтам обеднены Zr (<96 г/т), Y (<20 г/т), но обогащены Sr (>250 г/т).

Жаманшурукская свита сложена базальтами, базальтовыми трахиандезитами, трахиандезитами, трахитами и адакитами (таблица 4), которые образуют последовательно дифференцированную вулканическую серию.

Таблица 4 – Химический состав (мас. %), содержание элементов-примесей (г/т) и нормативный минеральный состав пород жаманшурукской свиты

Ком.	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	45.65	52.2	64.5	57.4	60.8	64.2
TiO <sub>2</sub>	1.7	2.42	1.88	0.68	0.64	0.48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.7	15.1	11.9	13.9	15.4	14.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.55	4	3.06	6.25	4.83	3.12
FeO	6.44	8.96	5.5	4.36	2.54	2.54
MnO	0.16	0.25	0.17	0.18	0.21	0.13
MgO	5.05	3.14	1.83	2.73	2.73	1.65
CaO	13.35	4.38	3.96	3.49	2.14	3.13
Na <sub>2</sub> O	3.16	5.54	4.44	4.56	5.36	5.74
K <sub>2</sub> O	0.35	0.8	0.7	1.45	1.8	1.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.45	0.38	0.37	0.23	0.19
Rb	<10	<10	<10	17.4	23.7	13.7
Y	21	30	17	20	15	15
Zr	58	74	50	51	74	51
Nb	6.8	19	30	6	6.2	2.5
Sr	150	150	230	300	580	80
Ni	66	12	5	5	5	5
Cr	140	5	5	5	5	5
Q			24.86	37.5	11.15	14.57
Pl	47.53	69.74	52.66	32.97	60.22	62.38
Ком.	1	2	3	4	5	6
Ort	2.61	5.58	4.67	2.81	12.14	10.53
Neph	7.61					
Corungum				4.67	0.05	
Di	31.65	3.63	4.81			3.46
Hyp		11.00	9.27	19.25	13.69	7.65
Ol	6.96	4.94				
Il	2.16	2.95	2.19	0.89	0.74	0.54
Mag	1.13	1.18	0.74	1.01	0.62	0.47
Ap	0.35	0.98	0.80	0.90	0.49	0.40
Mg#	44.0	30.8	28.4	32.8	41.5	35.5
D.I.	57.8	75.3	82.2	73.3	83.5	87.5
E.L.T	1257	1143	925	970	972	918

Нефелин-нормативные базальты обогащены FeOt (>11,00 мас. %), обеднены Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (14.7 мас.%), Zr (58 г/т) и, при достаточно высоких концентрациях элементов группы железа, недо насыщены магнием.

Все остальные вулканыты отвечают гиперстен-нормативным high-Na/P породам, и они менее железистые, чем нефелин-нормативные базальты.

Дифференцированные базальтовые трахиандезиты характеризуются высокими концентрациями Nb (19 г/т) и Y (30 г/т), но они обеднены Zr (74 г/т), Ni (12 г/т), Cr (5 г/т). Дифференцированные титанистые трахиты обеднены Y (17 г/т), Zr (50 г/т), Ni (5 г/т), Cr (5 г/т), но крайне обогащены Nb (30 г/т), что характерно для плюмовых комплексов.

Адакиты являются med-Mg (MgO: 2.73 мас. %) породами с низким уровнем содержания Y (15 г/т) и высоким уровнем концентраций Sr (580 г/т).

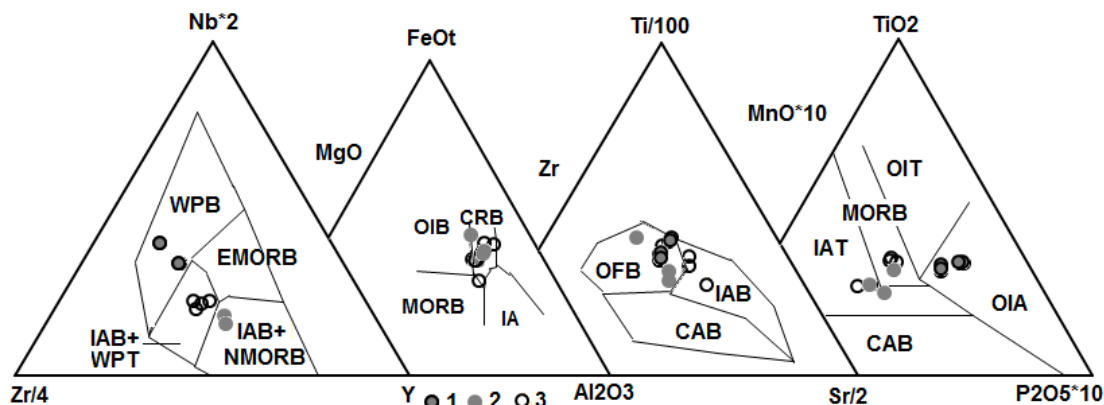


Рисунок 10 – Бинарные диаграммы Zr/4-Y-Nb-2 [48], Zr-Sr/2-Ti/100 [49], MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeOt [37], MnO·10-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·10-TiO<sub>2</sub> [36] для базальтов тюретайской свиты.

1 – high-Ti/low-Y базальты, 2 – high-Y базальты, 3 – high-Fe /med-Y базальты. Остальные условные обозначения см. на рисунке 3.

**Сопоставительный анализ.** High-Ti/low-Y базальты с высоким уровнем концентраций Nb, P сопоставимы с внутриплитными базальтами (рисунок 11), high-Y и high-Fe/med-Y базальты тюретайской свиты на диаграммах Zr/4-Y-Nb-2 [48] и MnO·10-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·10-TiO<sub>2</sub> [36] ложатся в смешанные поля.

На диаграмме Zr-Sr/2-Ti/100 [49] все породы тюретайской свиты тяготеют к полю океанических базальтов, тогда как на диаграмме MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeOt [37] довольно четко ограничиваются ареалом базальтов континентальных рифтов.

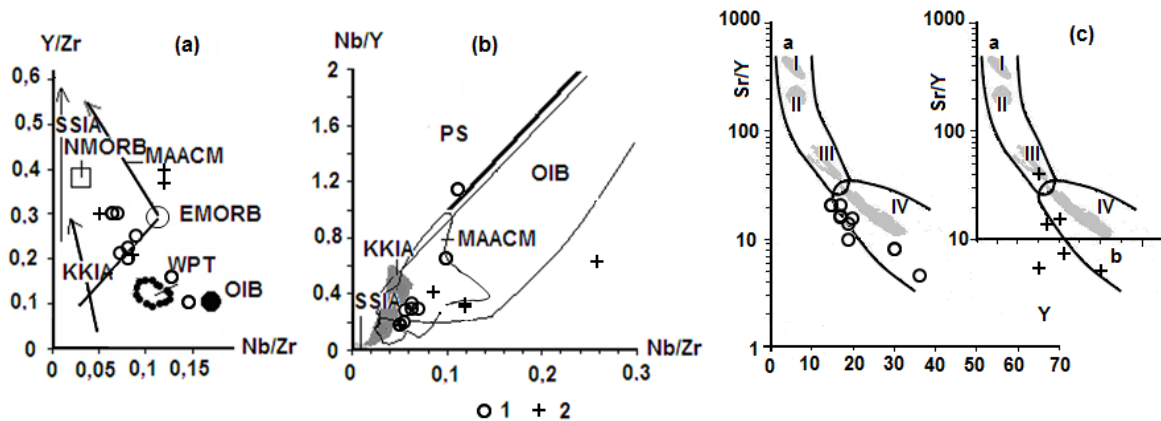


Рисунок 11 – Диаграммы отношений (a) Y/Zr-Nb/Zr, (b) Nb/Y-Nb/Zr [50] и (c) Sr/Y-Y [51] для базальтов тюретайской (1) и вулканитов жаманшурукской (2) свит.

Поля [51]: а – адakitы, б – дифференцированные вулканиты активных окраин континентов. Серыми полями обозначены составы адakitов островов: I – Коок [Кау, 1993], II – Адак (по: [52]) и III-IV – Андский вулканоплутонический пояс: III – северной (по [53]), IV – южной (по [54]). Остальные условные обозначения см. на рисунке 3.

На диаграмме Nb/Y-Nb/Zr (рисунок 11(b)) их фигуративные точки контролируются полем вулканитов активных континентальных окраин. Величины отношений неподвижных элементов-примесей Y/Zr-Nb/Zr (рисунок 11(a)) так же не отражают их островодужное происхождение. Базальты с высокими концентрациями Nb отвечают суперплюмовым базальтам, также известным в пределах активных континентальных окраин.

Показательны и величины отношений Sr/Y (рисунок 11(c)), которые показывают, что все базальты тюретайской свиты ограничиваются полем вулканитов активных континентальных окраин.

Фигуративные точки вулканитов последовательно дифференцированной жаманшурукской свиты на дискриминационных диаграммах (рисунок 11) значительно удалены от полей и трендов сиалических и симатических островных дуг, что обусловлено высоким уровнем концентраций ниобия и низким иттрия.

На диаграмме Sr/Y-Y [51] известково-щелочные вулканиты верхней части разреза жаманшурукской свиты контролируются полем дифференцированных вулканитов активных континентальных окраин. Адакиты верхов разреза ложатся на тренд вулканитов андского вулканоплутонического пояса (рисунок 11 (с)). Тогда как high-Nb вулканиты несколько обедненные Sr и их фигуративные точки сдвинуты в сторону трендов островодужных комплексов.

### Обсуждение результатов

Учитывая продолжительность образования Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы и петрогеохимическую специализацию дарривилских вулканитов итмурундинского меланжа, предполагается, что их магматическая деятельность протекала под влиянием холодного суперплюма. Состав мантийного резервуара на протяжении дарривилского времени эволюционировал от EM1 к EM2. Происхождение холодного суперплюма увязывается с продолжительными процессами субдукции литосферной плиты под суперконтинент Гондвана.

Важную роль в таких магматических системах играет морская вода, поставляемая в зону субдукции тектонической плитой [55]. Высокий уровень концентраций галогенов во флюиде может вызвать вторичную дифференциацию мантийного вещества [56], которая способствует резкому снижению содержаний когерентных элементов, магния и повышению содержаний натрия в вулканитах, что четко прослеживается в изученных вулканитах основного и среднего состава Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы.

Такие вулканиты имеют геохимические черты сходства как с внутриплитными, так и с островодужными базальтами, что проявляется Sr и Ta-Nb минимумами на фоне высоких концентраций LILE, HFSE и HREE.

Сопровождающие их серпентинитовые меланжи содержат метаморфические породы высоких давлений [24]. Такие метаморфические породы широко известны в составе серпентинитовых меланжей островодужных систем кордильерского типа [57], отражающих эволюцию развития островодужных систем активных континентальных окраин.

Такому выводу не противоречит и обильное присутствие кварца в тонкообломочном матриксе раннесилурийской глубокоководной олистостромы, что указывает на его образование за счет размыва пород континентального склона [58]. По-видимому, этот комплекс можно сопоставить с турбидитами, производных мутьевых потоков, образующихся вдоль подножья континентальных склонов.

Известково-щелочные вулканиты жаманшурукской свиты довольно четко отличаются от щелочных и субщелочных вулканитов итмурундинского кремнисто-вулканогенного меланжа. Это позволяет констатировать, что известково-щелочные вулканиты отражают период формирования позднеордовикской островной дуги, фундаментом которой служили вулканиты итмурундинского кремнисто-вулканогенного меланжа.

Синхронно в смежном бассейне накапливались кызыкские яшмы, нередко обогащенные кислым пепловым материалом, одновременно изливались вулканиты тюретайской свиты, химический состав которых отражает его сиалическую природу. Этому не противоречат и повышенные концентрации свинца в колчеданно-полиметаллических рудах месторождения Тесиктас.

Многочисленные находки микрофауны [59, 26, 60, 22] показали, что во всех нижнепалеозойских осадочных и вулканогенно-осадочных комплексах данного района конодонты близки по составу и содержат набор форм, характерный для дарривилского и сандбского ярусов среднего и позднего ордовика (рисунок 12). Это еще раз подтвердило ранее сделанный вывод Р.М. Антоном [9], что рассматриваемые комплексы пород представляют собой слабо стратифицированные образования, для которых типично хаотическое строение.

Не менее интересным оказалось и присутствие раннеордовикских конодонтов в силицитах, что в корне противоречит представлению о строении верхних членов офиолитовой триады, где

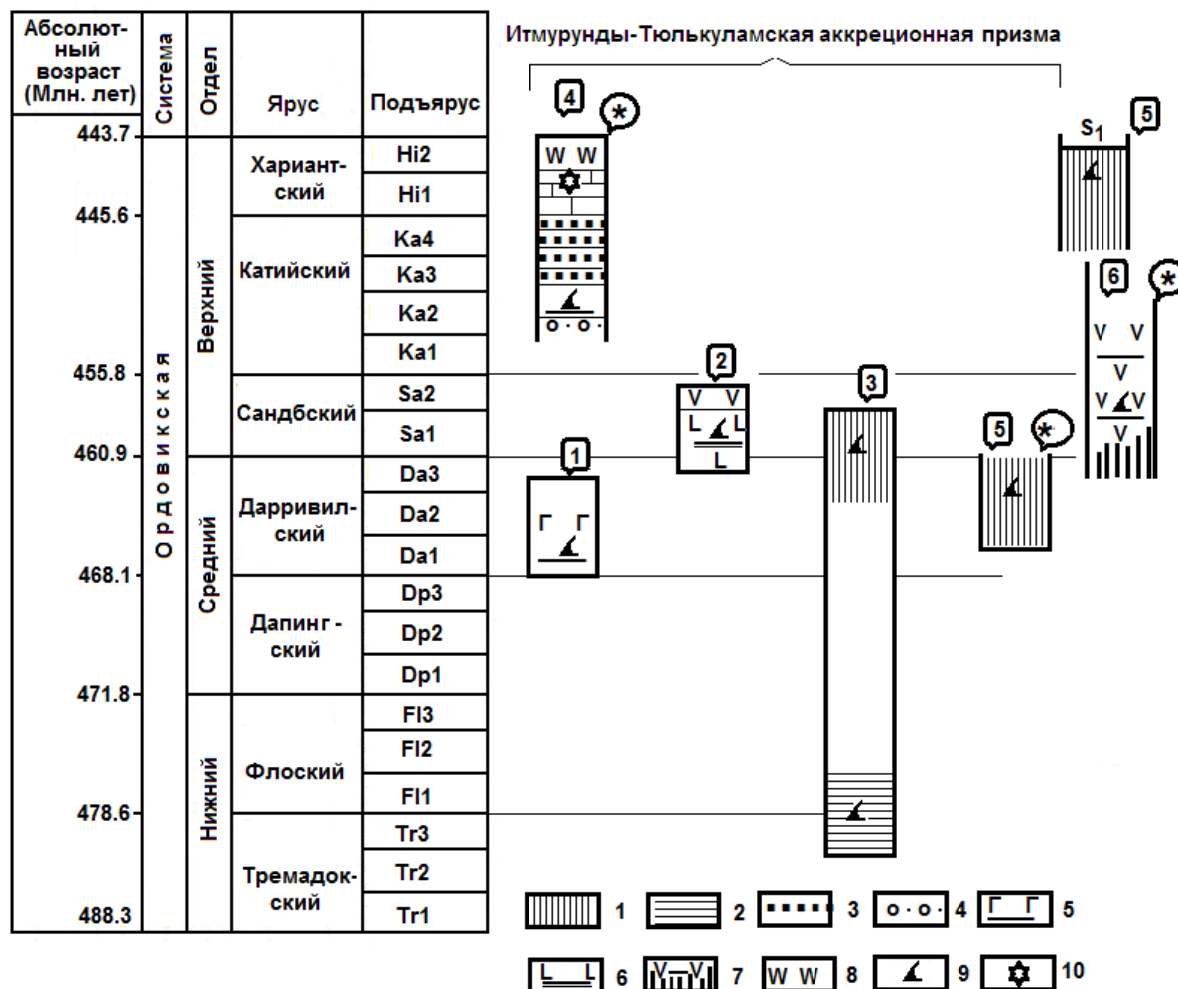


Рисунок 12 – Схема сопоставления террейнов Итмуруды-Тюлькуламской аккреционной призмы и района гор Торетай.

1 – яшмы, 2 – розовые силициты, 3 – полимиктовые песчаники, 4 – конгломераты с горизонтами олистостромов, 5 – щелочные базальты, яшмы, реже щелочные риолиты, трахиандезиты, 6 – щелочные базальты и серо-зеленые силициты, 7 – известково-щелочные базальты, яшмы, 8 – андезиты, дациты, адакиты, 9 – конодонты, 10 – брахиоподы, кораллы. Цифрами обозначены: 1 – итмурудинский кремнисто-вулканогенный меланж западнее горы Итмуруды, 2 – базальты подножья горы Каражал, 3 – силициты и яшмы горы Каражал, 4 – жаманшурукская свита, 5 – кзылские яшмы, 6 – тюретайская свита. По материалам [22] и автора.

кремнистые фации непременно завершают их разрезы. Вполне очевидно, что данные комплексы пород сформировались в различных геодинамических обстановках и были впоследствии совмещены в процессе тектонического скупивания, фиксирующего область схождения двух литосферных плит.

Временной интервал метаморфических пород высоких давлений полимиктового серпентинитового меланжа и широкий временной интервал (O<sub>3</sub>-D<sub>3</sub>fm, C<sub>1</sub>) образования олистостром в пределах Итмуруды-Тюлькуламской аккреционной призмы свидетельствует о продолжительном времени схождения литосферных плит. Погружение литосферной плиты вдоль зоны субдукции вглубь мантии, судя по возрасту (458-466 млн лет) метаморфических пород, началось в среднем ордовике. Вероятно, метаморфические породы были эксгумированы только в позднеордовикское время. Судя по времени завершения олистостромообразования, субдукционные процессы в Итмуруды-Тюлькуламской зоне завершились в позднем девоне или в раннем карбоне.

В раннем карбоне значительная часть субщелочных мафит-ультрамафитовых массивов Итмуруды-Тюлькуламской зоны субдукции была перемещена на дневную поверхность и подвергнута процессам дезинтеграции, о чем свидетельствуют визейские платиноносные титаномагнетитовые песчаники Прибалхашья [61].

Если геодинамическая природа вулканитов итмурундинского комплекса, судя по их геохимической специализации, выглядит вполне определенно и связана с надсубдукционными процессами, протекающими вдоль активной окраины континента, то накопление силицитов района горы Каражал нельзя увязывать с островодужной природой их образования.

Толщи силицитов, как правило, маломощны, в их разрезе преобладают красноцветные радиолариевые яшмы, нередко они содержат кремнеобломочные породы, их разрезы лишены пеплового материала, что наиболее характерно для пород абиссальных океанических и окраинноморских впадин, удаленных от областей активной вулканической деятельности.

В пределах аккреционных призм Центрального Казахстана не удастся установить тип фундамента, на котором накапливались толщи силицитов. Как правило, толщи силицитов однообразные, реже древнее или моложе, чем тектонически совмещенные с ними надсубдукционные магматические комплексы. Такие толщи силицитов с позиции тектоники литосферных плит в палеозоидах Казахстана рассматриваются как составные части аккреционных призм, образующихся в зонах субдукции в результате срыва осадков с погружающихся плит [25].

Выше изложенные факты дают основание утверждать, что серпентинитовый меланж, осадочные и вулканогенно-осадочные комплексы Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы не отражают состав единой офиолитовой ассоциации и не являются нижнепалеозойской океанической корой Жонгаро-Балхашской покровно-складчатой области.

#### ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ПАЛИНСПАСТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖОНГАРО-БАЛХАШСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

Жонгаро-Балхашская складчатая система является наиболее геодинамически структурированной областью Центрального Казахстана (рисунок 13), где с северо-запада на юго-восток выделяются следующие геодинамические обстановки:

1) Девонский вулканоплутонический пояс и обрамляющий его с юга Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб ( $S_2-D_3$ ). Тектурмасская аккреционная призма ( $O_3-S_1$ ), которая с юга тектонически перекрыта флишем Сарысуйского окраинного моря ( $S_{1-2}$ );

2) Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс ( $C_1-P_2$ ) с юга обрамлен Кентарлау-Котанбулакским преддуговым бассейном ( $D_1-P_1$ ), структуры которого на юге контактируют с Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмой ( $D_3-C_1$ ). С северо-запада Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс обрамлен флишем Жаман-Сырысуйского окраинного моря ( $S_{1-2}$ ). Структуры Сарысуйского и Жаман-Сарысуйского окраинных морей разделены Успенским внутриконтинентальным рифтом ( $D_3-P$ ).

Докембрийские и палеозойские комплексы Жонгаро-Балхашской складчатой области Центрального Казахстана, обнажающиеся в профиле Тектурмасской и Итмурунды-Тюлькуламской аккреционных призм, по-видимому, следует объединить в Атасу-Моинтинскую тектоническую плиту, отражающую сложные тектономагматические процессы, протекающие на протяжении палеозоя на границе схождения докембрийской континентальной и нижнепалеозойской океанической плит.

Дарривилские среднеордовикские щелочные вулканиты итмурундинского меланжа, как и метаморфиты (468 млн лет) являются наиболее древними породами в составе Итмурунды-Тюлькуламской аккреционной призмы, маркирующей границу схождения Атасу-Моинтинской плиты и кембрийской или кембро-нижнеордовикской океанической плиты. Возраст океанической плиты определяется условно, поскольку в составе аккреционной призмы известны только фрагменты первого океанического слоя в виде террейнов каражалских силицитов нижнего и верхнего ордовика.

Присутствие метаморфитов высоких давлений с цифрами абсолютного возраста от 458 до 468 млн лет в составе серпентинитового меланжа указывает на то, что они только в конце сандбского яруса были эксгумированы и включены в состав аккреционной призмы. Субдуцирование кембрийской океанической плиты завершилось в нижнем карбоне, что фиксируется временем завершения олистостромообразования.

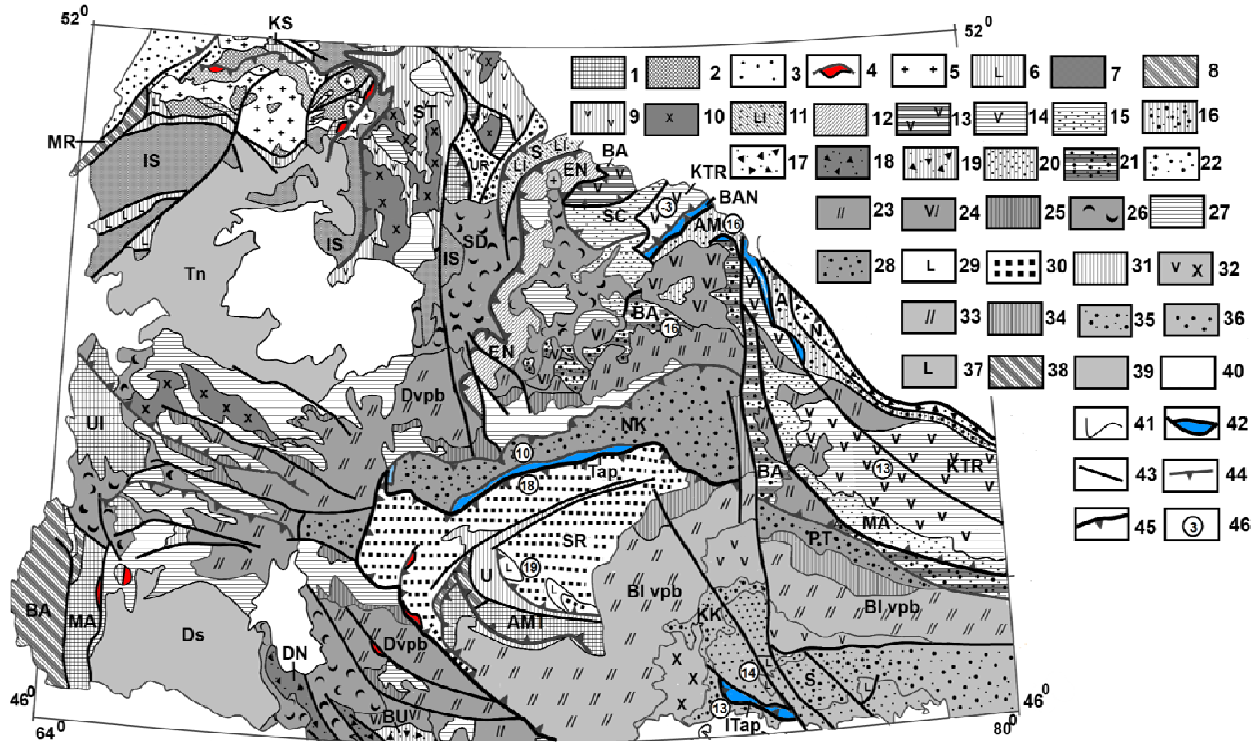


Рисунок 13 – Геодинамическая схема Центрального Казахстана (по [27, 22] с изменениями и дополнениями автора)

1 – террейны докембрийских микроконтинентов, 2 – метаморфические комплексы, 3 – кварциты, 4 – платиноносные и алмазоносные мафит-ультрамафитовые комплексы, 5 – гранитоиды, 6 – Никольско-Бурлукский континентальный рифт ( $O_1$ ), 7-8 – комплексы пассивных континентальных окраин: 7 – Ишимская, 8 – Байканурская, 9 – Степнякская рифтогенная пассивная окраина ( $O_{2,3}$ ), 10 – гранитоиды крыкудукского комплекса, 11 – Селетинский окраинный бассейн ( $C_1-O_3$ ), 12 – Ерейментау-Ниязский кристаллический массив (Pr- $O_3$ ), 13 – Бозшаколь-Ащикольская островодужная система ( $C_1-O_3$ ), 14 – Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс ( $C_1-S_1$ ), 15 – Шакшан-Маялжен-Арсаланский задуговой бассейн ( $C_1-S_1$ ) и Агырек-Арсаланская аккреционная призма ( $O_3$ ), 16– Богембай-Аркалыкский преддуговой прогиб ( $O_{1-3}$ ); 17 – Найманжальская аккреционная призма ( $C_2-O_3$ ), 18 – Джалаир-Найманская аккреционная призма, 19 – Бурунтауская аккреционная призма, 20 – Ангренсор-Майкаинский задуговой прогиб, 21 – Баянаул-Акшатауский преддуговой прогиб, 22 – Ирадырский преддуговой прогиб ( $C_1-O_3$ ), 23-25 – Devonская активная континентальная окраина ( $D_{1,3}$ ): 23 – последовательно дифференцированная базальт-андезит-риодацитовая ( $D_{1,3}$ ) и 24 – андезибазальт-риолитовая ( $D_{1,3}$ ) и сопутствующие им интрузии, 25 – рифтогенная контрастная базальт-риолитовая ( $D_{2,3}$ ), 26 – Шидертинский задуговой бассейн ( $S_1-D_2$ ), 27 – внутриконтинентальные моря и лагуны, 28 – Нурынско-Карасорский и Предшынгызский преддуговые бассейны ( $O_3-D_3$ ), 29-30 – Сарысуйское окраинное море ( $O_3-S_1$ ), 31 – Успенский внутриконтинентальный рифт ( $D_3-P$ ), 32-34 – Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс ( $C_1-P_1$ ): 32 – андезибазальтовый ( $C_{1-2}$ ) и 33 – риодацитовый ( $C_1-P_2$ ) комплексы и сопутствующие им интрузии, 34 – рифтогенная контрастная базальт-риолитовая ( $P_1$ ), 35 – Кентарлау-Котанбулакский ( $D_1-C_1$ ) и Саякский ( $D_1-P_1$ ) преддуговые бассейны, 36-37 – Тюретайское окраинное море, 38 – Марьенский континентальный рифт ( $C_1-T_2$ ), 39 – Тенизская и Джекказганская континентальные лагуны; 40 – континентальные депрессии и долины, 41 – границы формационных комплексов, 42 – аккреционные призмы, 43 – региональные разломы, 44 – надвиги, 45 – границы тектонических плит, 46 – палеоширота.

Континентальные докембрийские террейны: KS – Кокшетауский, MA – Майтюбинский, UL – Улутауский, AMT – Атасу-Моинтинский, EN – Ерейментау-Ниязский срединный массив; пассивные континентальные окраины: BA – Байканурская, IS – Ишимская; активные окраины континентов: ST – Степнякский рифт, Dvpb – Devonский вулканоплутонический пояс, BIVpb – Балхаш-Илийский вулканоплутонический пояс, KTR – Кендыкты-Чингиз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс; задуговые бассейны: S – Селетинский, SD – Шидертинский, AM – Ангренсор-Майкаинский, SC – Шакшанский, MA – Маялжен-Арсаланский; преддуговые бассейны: UR – Урумбайский, BA – Баянаул-Акшатауский, NK – Нурынско-Карасорский, PT – Предшынгызский; окраинные бассейны: SR – Сарысуйский, KK – Кентарлау-Котанбулакский, SA – Саякский; континентальные рифты: MR – Марьенский, U – Успенский; континентальные лагуны: Tn – Тенизская, Ds – Джекказганская; ар – аккреционные призмы: N – Найманжальская, BU – Бурунтауская, BAN – Богембай-Ангренсорская, T – Тектурмасская, IT – Итмуруды-Тюлькуламская.

В позднем ордовике завершилась вулканическая деятельность в пределах Жаманшурукской палеоостровной дуги, присутствие адакитов в ее составе указывает на плавление океанической плиты, что характерно для конвергентных зон субдукции кордильерского типа. Присутствие

блоков метаморфических пород высоких и сверхвысоких давлений в составе серпентинитового меланжа Итмуруды-Тюлькуламской аккреционной призмы также является подтверждением того, что эти процессы протекали в зонах субдукции кордильерского типа, эталоном которых являются структуры активной окраины восточно-тихоокеанского побережья [56].

Южнее (в древних координатах) Жаманшурукской островной дуги на протяжении верхнего ордовика и нижнего силура в субпараллельных, судя по древним палеосклонениям [61], срединных зонах наращивалась базальтовая кора Кентарлау-Котанбулакского и Сарысуйского окраинных сиалических бассейнов. Различный петрохимический состав базальтов тюретайской и талдыэпинской свит указывает на неоднородность плюмовых резервуаров, питающих эти рифтогенные системы, что может также быть обусловлено мощностью континентальной коры и процессами плавления континентальной литосферной мантии.

Скучиванию описанных выше нижнепалеозойских комплексов в единую геотектоническую Атасу-Моинтинскую плиту не противоречат и их палеомагнитные данные [62], поскольку эти комплексы значительных перемещений в нижнем палеозое относительно друг друга не испытывали. Тогда как эти данные по Атасу-Моинтинской плите отчётливо демонстрируют ее разворот относительно вулканогенных комплексов Нуринско-Карасорского преддугового прогиба и сопряженной с ним Тектурмасской аккреционной призмы (рисунок 13).

В позднем девоне до формирования структур Балхаш-Илийского вулканоплутонического пояса закладывается внутриконтинентальный Успенский рифт [63, 27].

На начальной стадии рифтогенеза формируются грубообломочные осадки молассового облика и контрастные антидромные магматические комплексы, на поздней стадии – глубоководные осадки, в ассоциации с которыми находятся как мантийные базальтовые выплавки (и их производные), так и анатектические, преимущественно кислые расплавы, формирующиеся в континентальной коре на начальной стадии рифтогенеза.

В парагенезисе с глубоководными отложениями сформировались стратиформные залежи железо-марганцевых и барит-полиметаллических руд, а с перидотит-габбровым комплексом связаны платиносодержащие медно-никелевые проявления [64].

В нижнем карбоне закладываются структуры Балхаш-Илийского вулканоплутонического пояса, формирование которого продолжалось вплоть до конца перми. Интересным представляется тот факт, что в поздней перми во внутренней зоне вулканоплутонического пояса раскрываются рифты, где протекает бимодальный базальт-риолитовый магматизм, аналогичный тому, что известен во внешней зоне Девонского вулканоплутонического пояса.

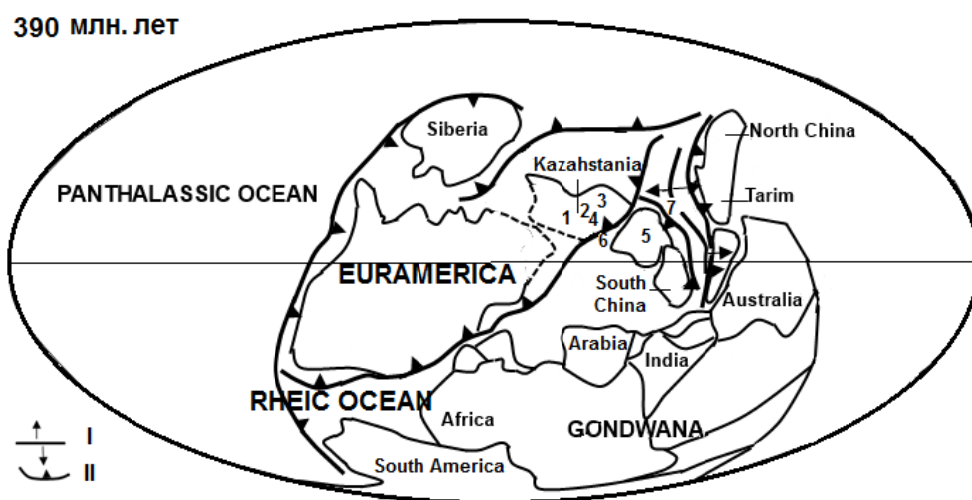


Рисунок 14 – Палинспастическая реконструкция Палеотетиса и континентальных блоков для раннего девона (по [65] с изменениями и дополнениями автора).

1 – Кокшетауский микроконтинент, 2 – Урумбайско-Селетинская внутриокеаническая островодужная система, 3 – Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс, 4 – Ангренсорско-Майкаинский энциалический бассейн, 5 – Атасу-Моинтинская плита, 6 – Тектурмасская (аккреционная призма) зона субдукции, 7 – Итмуруды-Тюлькуламская (аккреционная призма) зона субдукции; I – срединно-океанические хребты, II – зоны субдукции.

Как отмечалось ранее, раннепалеозойские структуры Центрального Казахстана к раннему девону составляли единую континентальную плиту, а вдоль ее южного края формировался Девонский вулканоплутонический пояс. Тектурмасская аккреционная призма (рисунок 14(6)) на этот период маркировала область схождения раннепалеозойских Сарыаркинской и Майкаинской плит. Автор предполагает, что юго-восточнее Тектурмасской зоны субдукции располагалась Атасу-Моинтинская плита (рисунок 14(5)), которая с северо-востока ограничивалась Итмуруды-Тюлькуламской зоной субдукции, поглощающей молодую океаническую кору малого океанического бассейна раскрывающегося между Северным Китаем и Атасу-Моинтинской плитой.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Brongniart A. Essai de classification mineralogique des roches mélanges: Journal des Mines. 181. 1813. V. XXXIV. P. 190-199.
- [2] Brongniart A. Classification et caracteres mineralogiques des roches homogenes et heterogenes. Paris: F. G. Levrault. 1827. 144 p.
- [3] Hess, H.H. "The oceanic crust". Journal of Marine Research 14. 1955. P.423-439.
- [4] Steinmann, G. 1927. Die ophiolithischen Zones in der Mediterranean Kettegebirger. In: International Geological Congress. Compte-rendu, XIVe Congres Geologique International, 1926, Madrid, Graficas Reunidas. 1929. P. 637-667.
- [5] Wegener, A. Die Entstehung der Kontinent // Geologische Rundschau. 1912. Bd 3. S. 276-471.
- [6] Dietz, R.S., Alpine serpentinites as oceanic rind fragments. Geol. Soc. Am. Bull., 74. 1963. P. 947-952.
- [7] Gass, I.G. Is the Troodos massif of Cyprus a fragment of Mesozoic ocean floor?: Nature. 1963. V. 220. P. 32-42.
- [8] Пейве А.В. Океаническая кора геологического прошлого // Геотектоника. 1969. № 4. С. 5-23.
- [9] Антонюк Р. М. Океаническая кора эвгеосинклинальной области востока Центрального Казахстана // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса. М., 1974.
- [10] Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натапов Л. М., Тектоника литосферных плит территории СССР, Недра, М.: 1990, книга 1 - 326 с.; книга 2 - 334 с.
- [11] Короновский Н.В., Якушева А.Ф. Основы геологии: Учеб. для географ. спец. вузов. М.: Высш.шк.. 1991. 416 с.
- [12] Dobretsov, N. L., N. A. Berzin, and M. M. Buslov, Opening and tectonic evolution of the Paleo-Asian Ocean, Inter. Geol. Rev. 1995. 37. P. 335-360.
- [13] Печерский Д. М., Диденко А. Н., Палеоазиатский океан, Петромагнитная и палеомагнитная информация о его литосфере, Москва. 1995. 296с.
- [14] Колман Р.Г. Офиолиты. М.: Мир. 1979. 262с.
- [15] Ewart, A. & Bryan W. B. Petrography and geochemistry of the igneous rocks from Eua, Tongan Islands. Geol. Soc. Am. Bull., 83. 1972. P.3281-3298.
- [16] Miyashiro A. The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. Earth Planet. Sci.Lett. 1973. 19. P. 218-224.
- [17] Metcalf, R.V., and Shervais, J.W. Suprasubduction-zone ophiolites: Is there really an ophiolite conundrum?, in Wright, J.E., and Shervais, J.W., eds., Ophiolites, Arcs, and Batholiths: A Tribute to Cliff Hopson: Geological Society of America Special Paper 438. 2008. P. 191-222.
- [18] Степанец В.Г. Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Ц. Казахстана: Дисс. канд. геол.- мин. наук. ИГН АН РК. Алма-Ата. 1992. 325 с.
- [19] Степанец В.Г., Антонюк Р.М., Кряжева Т.В. Раннепалеозойские офиолиты Агырек-Арсаланской аккреционной призмы северо-востока Центрального Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2011. № 5. С. 5-27.
- [20] Maruyama, S., Plume tectonics, J. Geol. Soc. Japan. 1994. V. 100. P. 24-49.
- [21] Новикова М.З., Герасимова Н.А., Дубинина С.В. Конодонты из вулканогенно-кремнистого комплекса Северного Прибалхашья // Докл. АН СССР, 1983, т. 271, № 6. С. 1449-1451.
- [22] Никитин И.Ф. Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. С. 512-527.
- [23] Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Хамзин Б.С., Исмаилов Х.К., Выползов В.Л. Маслова И.Г. Офиолитовые комплексы Центрального Казахстана // Геология и охрана недр. 2009. С. 36-45.
- [24] Ермолов П.В., Жолтаев Г.Ж., Жаутиков Т.М. Геология и металлогения Казахстана с позиций современных научных концепций // Известия НАН РК. Серия геология и технических наук. 2011. №2. С. 4-16.
- [25] Степанец В.Г., Антонюк Р.М., Кряжева Т.В., Марченко И.А. Раннепалеозойские надсубдукционные офиолиты Агырек-Арсаланской аккреционной призмы Северо-Востока Центрального Казахстана // Горно-геологический журнал. № 1-2. 2012. С. 25-52.
- [26] Ермолов П.В., Степанец В.Г., Сеитов Н. Офиолиты Казахстана // Путеводитель экскурсии международного рабочего совещания по проекту 2: "Офиолиты", Караганда: УТ «Офсет». 1990. 67 с.
- [27] Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Степанец В.Г., Гранкин М.С., Мальченко Е.Г. Геодинамическая карта Казахстана. Серия Центрально-Казахстанская. Масштаб 1: 1500000. Караганда: Фонды МТД «Центрказнедра». 1995. 251 с.
- [28] Авдеев А.В. Геология офиолитовых зон Казахстана. Новосибирск. Автореферат дис. д-р. геол.- мин. наук, 1986, 32 с.
- [29] Ермолов П.В. Новый взгляд на происхождение офиолитовых поясов Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2008. № 1. С. 76-85.

- [30] Геология СССР. Том XX. Центральный Казахстан. Геологическое описание. Книга 2. М.: Недра. 1972, 380 с.
- [31] Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А. Геодинамика палеоспрединга. М., 2002. 294 с.
- [32] Stepanets, W. G. Geology and geodynamics of ophiolites of the northeast of central Kazakhstan // L. P. Zonenshain memorial conference on plate tectonics. Moscow. 1993. P. 139-140.
- [33] Stern, J. R. Subduction initiation: spontaneous and induced. *Earth and Planetary Science Letters* 226. 2004. P. 275–292.
- [34] Ультрасосновные породы. Магм. горные породы. Т. 5. М.: Наука, 1988. 508 с.
- [35] Ishii, T., Robinson, P.T., Maekawa, H., Fiske, R., 1992. Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Isu–Ogasawara– Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce, L.B., Stokking, L.B. (Eds.), *Proc. Ocean Drill. Prog., College Station, TX (Ocean Drilling Program)*. P. 445–485.
- [36] Mullen, E.D. 1983. MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters* 62. P. 53–62.
- [37] Pearce, T.H., Gorman, B.E., Birkett, T.C. 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters* 36. P. 121–132.
- [38] Cameron, W.E., Nisbet, E.G., Dietrich V.J. Boninites, komatiites and ophiolitic basalts // *Nature*. 1979. Vol. 280. P. 550-553.
- [39] Irvine, T.N. & Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1971. 8. P. 523-548.
- [40] Sun, S.-S., McDonough, W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // *Magmatism in the Oceans Basins (Saunders A. D. and Norry M. J., eds) Geol. Soc. Lond. Sp. Publ.* 1989. V. 42. P. 313-345.
- [41] Pearce, J. A. Role of the cub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, In Hawkesworth, C. J. and Norry, M. J. eds., *Continental basalts and mantle Xenoliths*, Shiva, Nantwich, Cheshire, U.K. 1983. P. 230-250.
- [42] Fitton, J.G., Saunders, A.D., Norry, M.J., Hardarson, B.S., Taylor, R.N. Thermal and chemical structure of the Iceland plume. *Earth and Planetary Science Letters* 153 (3–4). 1997. P. 197–208.
- [43] Pearce, J., Lippar, d S.J., Roberts, S. Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites, in *Marginal Basin Geology*, edited by B. P. Kokelaar and M. F. Howells, *Geol. Soc. Spec. Publ.* Vol. 16, 1984. P. 77-94.
- [44] Wood, D.A. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth Planet. Sci. Lett.* 50. 1980. P. 11–30.
- [45] Cabanis, B., and Lecolle, M. The La/10-Y/15-Nb/8 diagram: a tool for distinguishing volcanic series ar discovering crustal mixing and/or contamination. *Comptes Rendus de l' Academie des sciences, Serie 2, Mecanique, Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre.* 1989. 309 (20). P. 2023-2029.
- [46] Hofmann, A.W., Jochum, K.P., Seufert, M., White W. M. Nb and Pb in oceanic basalts: new constraints on mantle evolution // *EPSL*. 1986. V. 79. P. 33-45.
- [47] Двойнин В.В., Газизова К.С. Месторождение Тесиктас // *Металлогения Казахстана. Месторождения руд меди. Алма-Ата: Наука*, 1978. С.37-40.
- [48] Mesched, E.M. 1986. A method of discriminating between different types Mid-Oceanic Ridge Basalts continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram // *Chemical Geology*. No 56. P. 207-218. [49] Pearce, J.A. & Cann, J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses // *EPSL* 19. 1973. P. 290-300.
- [50] Bradshaw, G.D. Geology and genesis of the Wolverine polymetallic volcanic rock-hosted massive sulphide (VHMS) deposit, Finlayson Lake district, Yukon, Canada: Unpubl. M.Sc. thesis, The University of British Columbia, 2003. P. 172.
- [51] Stern, R.J. Subduction zones, *Rev. Geophys.*, 2002. 40(4), 1012.
- [52] Yagodzinski, G.M., Kay, R.W., Volynets, O.N., Koloskov, A.V., Kay, S.M. Magnesian andesite in the western Aleutian Komandorsky region; implications for slab melting and processes in the mantle wedge // *GSA Bulletin*, 1995. Vol. 107. № 5. P. 505-519.
- [53] Futa, K. & Stern, C.R. Sr and Nd isotopic and trace element composition of Quaternary volcanic centers of southern Andes. *Earth and Planetary Science Letters* 88. 1988. P.253–263.
- [54] López-Escobar, L., Kilian, R., Kempton, P., Tagiri, M. Petrography and geochemistry of Quaternary rocks from the Southern Volcanic Zone of the Andes between 418300 and 468000S, Chile. *Revista Geológica de Chile* 20 (1). 1993. P-33–55.
- [55] Maruyama, S., Plume tectonics, *J. Geol. Soc. Japan*, 1994. V. 100. P. 24–49.
- [56] Stepanez, W.G. & Kemmer, A.G. Mg, Ni and Cr fractionation in ophiolite as indication of the island arc and spreading back-arc magmatism maturity: an example from Central Kazakhstan // *S. Der Deut. Geol. Gesellschaft. Hannover* 2002. Heft 21. S. 321-322.
- [57] Xiao W.J., Huang B., Han C., Sun S., Li.J. A review of the western part of the Altai: A key to understanding the architecture of accretionary orogens// *Gondwana Research*. 2010. V.18. P. 253–273.
- [58] Ермолов П.В. Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана. Караганда, 2013. 222с.
- [59] Новикова М. З., Герасимова Н. А., Дубинина С. В. Конодонты из вулканогенно-кремнистого комплекса Северного Прибалхашья // *Докл. АН СССР*. 1983. Т. 271, № 6. С. 1449-1451.
- [60] Zhylkaidarov A. M. Conodonts form Ordovician of Central Kazakhstan // *Acta Paleontologica Polonica*. 1998. V.43. № 1. P. 53-68.
- [61] Русаков М.П. и Бурдуков Г.П. Известия АН КазССР. Сер. геол. Вып. 1 (26), 46 (1957).
- [62] Турманидзе Т.Л., Гришин Д.М., Печерский Д.М., Степанец В.Г. Палеомагнитная информация об ордовикских офиолитах из аллохтонных массивов Караулчеку, Толпак и Базарбай (Центр. Казахстан) // *Геодинамика*. 1991. № 4. С. 54-69.
- [63] Магматические комплексы Центрального Казахстана. Путеводитель экскурсии IV Казахстанского петрографического совещания. Караганда. 1988. 62с.

- [64] Антоненко А.А., Герцен Л.Е., Левин В.Л., Омарбекова А., Павлова З.Н. Форма нахождения элементов-примесей в рудах медно-никелевого месторождения Камкор // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2009. №4. С. 28-35.
- [65] Scotese, C.R. Continental Drift, 7th edition, PALEOMAP Project, Arlington, Texas, 1997. 79 p.

## REFERENCES

- [1] Brongniart A. Essai de classification mineralogique des roches mélanges: Journal des Mines.181. 1813. V. XXXIV. P. 190-199.
- [2] Brongniart A. Classification et caracteres mineralogiques des roches homogenes et heterogenes. Paris: F. G. Levrault. 1827. 144 p.
- [3] Hess, H.H. "The oceanic crust". Journal of Marine Research 14. 1955. P.423–439.
- [4] Steinmann, G. 1927. Die ophiolithischen Zonen in der Mediterranean Kettegebirger. In: International Geological Congress. Compte-rendu, XIVe Congres Geologique International, 1926, Madrid, Graficas Reunidas. 1929. P. 637-667.
- [5] Wegener, A. Die Entstehung der Kontinent // Geologische Rundschau. 1912. Bd 3. S. 276-471.
- [6] Dietz, R.S. Alpine serpentinites as oceanic rind fragments. Geol. Soc. Am. Bull.. 74. 1963. P. 947-952.
- [7] Gass, I.G. Is the Troodos massif of Cyprus a fragment of Mesozoic ocean floor?: Nature. 1963. V. 220. P. 32–42.
- [8] Pejwe A.W. Okeanitschekaja kora geologitschekogo proschlogo // Geotektonika. 1969. № 4. С. 5-23. (in Russ.).
- [9] Antonjuk R. M. Okeanitschekaja kora jewgeocinklinal'noj oblacti woctoka Zentral'nogo Kasachctana // Tektonika Uralo-Mongol'ckogo ckladtschatogo pojaca. M., 1974. (in Russ.).
- [10] Sonenschajn L. P., Kus'min M. I., Natapow L. M., Tektonika litocvernych plit territorii CCCR, Nedra, M.: 1990, kniga 1 - 326 c.; kniga 2 - 334 c. (in Russ.).
- [11] Koronowckij N.W., Jakuschewa A.V. Ocnowy geologii: Utscheb. dlja geograv. cpez. wusow. M.: Wycsch.schk.. 1991. 416 c. (in Russ.).
- [12] Dobretsov, N. L., N. A. Berzin, and M. M. Buslov, Opening and tectonic evolution of the Paleo-Asian Ocean, Inter. Geol. Rev. 1995. 37. P. 335-360.
- [13] Petscherckij D. M., Didenko A. N., Paleoasiatskij okean, Petromagnitnaja i paleomagnitnaja invormazija o ego litocvere, Mockwa. 1995. 296c. (in Russ.).
- [14] Kolman R.G. Oviolity. M.: Mir. 1979. 262c. (in Russ.).
- [15] Ewart, A. & Bryan W. B. Petrography and geochemistry of the igneous rocks from Eua, Tongan Islands. Geol. Soc. Am. Bull., 83. 1972. P.3281-3298.
- [16] Miyashiro A. The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. Earth Planet. Sci.Lett. 1973. 19. P. 218-224.
- [17] Metcalf, R.V., and Shervais, J.W. Suprasubduction-zone ophiolites: Is there really an ophiolite conundrum?, in Wright, J.E., and Shervais, J.W., eds., Ophiolites, Arcs, and Batholiths: A Tribute to Cliff Hopson: Geological Society of America Special Paper 438. 2008. P. 191–222.
- [18] Ctepanez W.G. Petrologija i geologitschekaja pozizija oviolitow Cewero-Woctoka Z. Kasachctana: Dicc. kand. geol.-min. nauk. IGN AN RK. Alma-Ata. 1992. 325 c. (in Russ.).
- [19] Ctepanez W.G., Antonjuk R.M., Krjazhewa T.W. Rannepaleosojckie oviolity Agyrek-Arcalanckoj akkrezionnoj prismy cewero-woctoka Zentral'nogo Kasachctana // Iswectija NAN RK. Cerija geologitschekaja. 2011. № 5. С. 5-27. (in Russ.).
- [20] Maruyama, S., Plume tectonics, J. Geol. Soc. Japan. 1994. V. 100. P. 24–49.
- [21] Nowikowa M.S., Geracimowa N.A., Dubinina C.W. Konodoty is wulkanogenno-kremnictogo komplekca Cewernogo Pribalchash'ja // Dokl. AN CCCR, 1983, t. 271, № 6. С. 1449-1451. (in Russ.).
- [22] Nikitin I.V. Ordowikckie kremnicnye i kremnicno-basal'towye komplekcy Kasachctana // Geologija i geowisika. 2002. T. 43. С. 512-527. (in Russ.).
- [23] Antonjuk R.M., Ewceenko R.D., Chamsin B.C, Icmailow Ch.K., Wypolsow W.L. Maclowa I.G. Oviolitowye komplekcy Zentral'nogo Kasachctana // Geologija i ochrana nedr. 2009. С. 36-45. (in Russ.).
- [24] Ermolow P.W., Zholtaew G.Zh., Zhautikow T.M. Geologija i metallogenija Kasachctana c pozizij cowremennych nautsnych koncepzij // Iswectija NAN RK. Cerija geologija i technitschekich nauk. 2011. №2. С. 4-16. (in Russ.).
- [25] Ctepanez W.G., Antonjuk R.M., Krjazhewa T.W., Martschenko I.A. Rannepaleosojckie nad-cubdukcziionnye oviolity Agyrek-Arcalanckoj akkrezionnoj prismy Cewero-Woctoka Zentral'nogo Kasachctana //Gorno-geologitschekij zhurnal. № 1-2. 2012. С. 25-52. (in Russ.).
- [26] Ermolow P.W., Ctepanez W.G., Ceitow N. Oviolity Kasachctana // Putewoditel' jekkurcii mezhdunarodnogo rabotschego coweshanija po proektu 2: "Oviolity", Karaganda: UT «Ovcet». 1990. 67 c. (in Russ.).
- [27] Antonjuk R.M., Ewceenko R.D., Ctepanez W.G., Grankin M.C., Mal'tschenko E.G. Geodinamitschekaja karta Kasachctana. Cerija Zentral'no-Kasachctanckaja. Macshtab 1: 1500000. Karaganda: Vondy MTD «Zentrkasnedra». 1995. 251 c. (in Russ.).
- [28] Awdeew A.W. Geologija oviolitowych son Kasachctana. Nowocibirck. Awtoverat dic. d-r. geol.- min. nauk, 1986, 32 c. (in Russ.).
- [29] Ermolow P.W. Nowyj wsgljad na proicchozhdenie oviolitowych pojacow Kasachctana // Iswectija NAN RK. Cerija geologitschekaja. 2008. № 1. С. 76-85. (in Russ.).
- [30] Geologija CCCR. Tom XX. Zentral'nyj Kasachctan. Geologitschekoe opicanie. Kniga 2. M.: Nedra. 1972, 380 c. (in Russ.).
- [31] Kurenkow C.A., Didenko A.N., Cimonow W.A. Geodinamika paleocpredinga. M., 2002. 294 c. (in Russ.).
- [32] Stepanets, W. G. Geology and geodynamics of ophiolites of the northeast of central Kazakhstan // L. P. Zonenshain memorial conference on plate tectonics. Moscow. 1993. P. 139-140.
- [33] Stern, J. R. Subduction initiation: spontaneous and induced. Earth and Planetary Science Letters 226. 2004. P. 275– 292.

- [34] Ul'traocnownye porodny. Magm. gornye porodny. T. 5. M.: Nauka, 1988. 508 c. (in Russ.).
- [35] Ishii, T., Robinson, P.T., Maekawa, H., Fiske, R., 1992. Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Izu–Ogasawara–Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce, L.B., Stokking, L.B. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Prog., College Station, TX (Ocean Drilling Program). P. 445–485.
- [36] Mullen, E.D. 1983. MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. Earth and Planetary Science Letters 62. P. 53–62.
- [37] Pearce, T.H., Gorman, B.E., Birkett, T.C. 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. Earth and Planetary Science Letters 36. P. 121–132.
- [38] Cameron, W.E., Nisbet, E.G., Dietrich V.J. Boninites, komatiites and ophiolitic basalts // Nature. 1979. Vol. 280. P. 550-553.
- [39] Irvine, T.N. & Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 1971. 8. P. 523-548.
- [40] Sun, S.-S., McDonough, W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceans Basins (Saunders A. D. and Norry M. J., eds) Geol. Soc. Lond. Sp. Publ. 1989. V. 42. P. 313-345.
- [41] Pearce, J. A. Role of the cub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, In Hawkesworth, C. J. and Norry, M. J. eds., Continental basalts and mantle Xenoliths, Shiva, Nantwich, Cheshire, U.K. 1983. P. 230-250
- [42] Fitton, J.G., Saunders, A.D., Norry, M.J., Hardarson, B.S., Taylor, R.N. Thermal and chemical structure of the Iceland plume. Earth and Planetary Science Letters 153 (3–4). 1997. P. 197–208.
- [43] Pearce, J., Lippar, d S.J., Roberts, S. Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites, in Marginal Basin Geology, edited by B. P. Kokelaar and M. F. Howells, Geol. Soc. Spec. Publ. Vol. 16, 1984. P. 77-94.
- [44] Wood, D.A. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Earth Planet. Sci. Lett. 50. 1980. P. 11–30.
- [45] Cabanis, B., and Lecolle, M. The La/10-Y/15-Nb/8 diagram: a tool for distinguishing volcanic series ar discovering crustal mixing and/or contamination. Comptes Rendus de l' Academie des sciences, Serie 2, Mecanique, Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre. 1989. 309 (20). P. 2023-2029.
- [46] Hofmann, A.W., Jochum, K.P., Seufert, M., White W. M. Nb and Pb in oceanic basalts: new constraints on mantle evolution // EPSL. 1986. V. 79. P. 33-45.
- [47] Dwojnin W.W., Gasisowa K.C. Mectorozhdenie Teciktac // Metallogenija Kasachctana. Mectorozhdenija rud medi. Alma-Ata: Nauka, 1978. C.37-40. (in Russ.).
- [48] Mesched, E.M. 1986. A method of discriminating between different types Mid-Oceanic Ridge Basalts continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram // Chemical Geology. No 56. P. 207-218. [49] Pearce, J.A. & Cann, J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses // EPSL 19. 1973. P. 290-300.
- [50] Bradshaw, G.D. Geology and genesis of the Wolverine polymetallic volcanic rock-hosted massive sulphide (VHMS) deposit, Finlayson Lake district, Yukon, Canada: Unpubl. M.Sc. thesis, The University of British Columbia, 2003. P. 172.
- [51] Stern, R.J. Subduction zones, Rev. Geophys., 2002. 40(4), 1012.
- [52] Yogodzinski, G.M., Kay, R.W., Volynets, O.N., Koloskov, A.V., Kay, S.M. Magnesian an-desite in the western Aleutian Komandorsky region; implications for slab melting and processes in the mantle wedge // GSA Bulletin, 1995. Vol. 107. № 5. P. 505-519.
- [53] Futa, K. & Stern, C.R. Sr and Nd isotopic and trace element composition of Quaternary volcanic centers of southern Andes. Earth and Planetary Science Letters 88. 1988. P.253–263.
- [54] López-Escobar, L., Kilian, R., Kempton, P., Tagiri, M. Petrography and geochemistry of Quaternary rocks from the Southern Volcanic Zone of the Andes between 418300 and 468000S, Chile. Revista Geolo'gica de Chile 20 (1). 1993. P-33–55.
- [55] Maruyama, S., Plume tectonics, J. Geol. Soc. Japan, 1994. V. 100. P. 24–49.
- [56] Stepanez, W.G. & Kemmer, A.G. Mg, Ni and Cr fractionation in ophiolite as indication of the island arc and spreading back-arc magmatism maturity: an example from Central Kazakhstan // S. Der Deut. Geol. Gesellschaft. Hannover 2002. Heft 21. S. 321-322.
- [57] Xiao W.J., Huang B., Han C., Sun S., Li.J. A review of the western part of the Altai: A key to understanding the architecture of accretionary orogens// Gondwana Research. 2010. V.18. P. 253–273.
- [58] Ermolow P.W. Aktual'nye problemy isotopnoj geologii i metallogenii Kasachctana. Karaganda, 2013. 222c. (in Russ.).
- [59] Nowikowa M. S., Geracimowa N. A., Dubinina C. W. Konodonty is wulkanogenno-kremnictogo kompleksa Cewernogo Pribalchasch'ja // Dokl. AN CCCR. 1983. T. 271, № 6. C. 1449-1451. (in Russ.).
- [60] Zhylkaidarov A. M. Conodonts form Ordovician of Central Kazakhstan // Acta Paleontologica Polonica. 1998. V.43. № 1. P. 53-68.
- [61] Rucakow M.P. i Burdukow G.P. Iswectija AN KasCCR. Cer. geol. Wyp. 1 (26), 46 (1957). (in Russ.).
- [62] Turmanidse T.L., Grischin D.M., Petscherkij D.M., Ctepanez W.G. Paleomagnetnaja informacija ob ordowikckich oviolitach is allochtonnych macciwow Karaultscheku, Tolpak i Basarbaj (Zentr. Kasachctan) // Geodinamika. 1991. № 4. C. 54-69. (in Russ.).
- [63] Magmatitscheckie komplekcy Zentral'nogo Kasachctana. Putewoditel' jekckurcii IV Kasachctanckogo petrogravitscheckogo coweshanija. Karaganda. 1988. 62c. (in Russ.).
- [64] Antonenko A.A., Gerzen L.E., Lewin W.L., Omarbekowa A., Pawlowa S.N. Vorma nachozhdenija jelementow-primecej w rudach medno-nikelewogo mectorozhdenija Kamkor // Iswectija NAN RK. Cerija geologitscheckaja. 2009. №4. C. 28-35. (in Russ.).
- [65] Scotese, C.R. Continental Drift, 7th edition, PALEOMAP Project, Arlington, Texas, 1997. 79 p.

**СОЛТҮСТІК БАЛХАШ МАҢЫНЫҢ ТӨМЕНГІ ПАЛЕОЗОЙ «ОФИОЛИТТЕРІ»  
ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ТАРИХТА МҰХИТТЫҚ ҚЫРТЫСТЫҢ ҚҰРАМЫН КӨРСЕТПЕЙДІ****В. Г. Степанец**

RCMIR\_COM, Германия

**Тірек сөздер:** сбдукция усті офиолиттері, сілтілі базальттар, палеозойлық суық суперплум, аккреционды призма, Орталық Қазақстан

**Аннотация.** Солтүстік Балхаш маңының төменгі палеозойлық магмалық кешендерін петрохимиялық талдау негізінде ондағы офиолитті үштік жыныстары палеозойлық мұхиттық қыртыс құрамын көрсетпейтінін постулаттайды, яғни маңайында субдукция белдеміне сүңгійтін магмалық жыныстар мен белсенді континент шетінің және тереңсулы мұхитты немесе литосфералық плиталардан ажыраған шөгінділердің тектоникалық қоспасы ретінде қарастырылады.

*Поступила 21.07.2015 г.***NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 29 – 40

**ISSUES OF DISMEMBERMENT INTRUSIVE FORMATIONS  
OF THE NORTHERN TIEN SHAN****L. I. Skrinnik, R. R. Gadeev, Z. T. Umarbekov, S. V. Perevozov**

LLP "Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev", Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** granites, petrochemical features, chart, complex.

**Abstract.** The paper deals with the dismemberment of the intrusive rocks of the Northern Tien Shan, including consistently differentiated complexes of derivatives of basic melts and granite series of high alkalinity the sequence of alternating. For a series of differentiated support is typically polymetallic manifestations. Grano syenite are rare metal mineralization.

Each package provides a differentiated series of platonite, the final number of geodynamic active margin. a description of their geological position, petrochemical drive parameters. Raised the question of what previous researchers as part of the complex Talgarsky combined at least two genetically distinct of intrusive series. Referring to the content of the region it can be seen that in all the neighboring Northern Tien Shan areas allocated with two Devonian granitoid complex: The Middle Devonian complex sub-alkaline granitoids and the Late Devonian containing plagioclase and biotite. This issue requires further development. Using of comparative histograms, and a comparison of the same type of rocks that revealed differences in the chemical composition of these rocks. Characterized metallogenic specialization described complexes. Ili, Belbulak and Ketmen complexes, according to the chart, are potentially perspective for copper-molybdenum and tin-tungsten mineralization. The actual copper-molybdenum-porphyry with gold deposit known in connection with the Late Ordovician complex (Kogadyr) only. With Belbulak and Ketmen complexes are associated only polymetallic objects. For Talgarsky complex than the known molybdenum (Jubilee, rush Mayakovsky, and others.), may be promising tungsten, tin and beryllium manifestations have not open yet. With Kasteksky complex associated known rare metal – rare earth and lead – zinc ore field Aktuz facilities and polymetallic object Bataan I.

## ВОПРОСЫ РАСЧЛЕНЕНИЯ ИНТРУЗИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Л. И. Скринник, Р. Р. Гадеев, З. Т. Умарбекова, С. В. Перевозов

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

**Ключевые слова:** граниты, петрохимические особенности, диаграмма, комплекс.

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы расчленения интрузивных пород Северного Тянь-Шаня, включающих последовательно дифференцированные комплексы-производные базитовых расплавов и гранитовые серии повышенной щелочности, последовательно сменяющие друг друга. Для дифференцированных серий типично сопровождение полиметаллическими проявлениями. Граносиенитовые несут редкометальное оруденение

Каждый дифференцированный комплекс представляет плутоническую серию, завершающую геодинамический ряд активной окраины. Приводится описание их геологической позиции, петрохимические параметры. Поднят вопрос, что предыдущими исследователями в составе талгарского комплекса объединены, по крайней мере, две генетически различные интрузивные серии. Обратившись к материалам по региону можно видеть, что во всех сопредельных с Северным Тянь-Шанем районах выделяется по два девонских гранитоидных комплекса: среднедевонскому комплексу субщелочных гранитоидов и позднедевонскому плагиоклаз и биотит содержащему. Этот вопрос требует дальнейшей разработки. При помощи сравнительных гистограмм, выполнено сравнение однотипных пород, что позволило выявить отличия в химическом составе этих пород. Охарактеризована металлогеническая специализация описанных комплексов. Заилийский, бельбулакский и кетменский комплексы, судя по диаграмме, потенциально перспективны на медно-молибденовое и оловянно-вольфрамовое оруденение. Реальное медно-молибден-порфиоровое с золотом месторождение известно только в связи с позднеордовикским комплексом (Жогадырь). С бельбулакским и кетменским комплексами реально ассоциируют только полиметаллические объекты. Для талгарского комплекса, кроме известных молибденовых (Юбилейное, пик Маяковского и др.), могут быть перспективными вольфрамовые, оловянные и бериллиевые проявления, еще не открытые. С кастекским комплексом связаны известные редкоземельно-редкометалльные и свинцово-цинковые объекты Актюзского рудного поля и полиметаллический объект Батан I.

**Введение.** Северный Тянь-Шань, включающий плато Кендыктас, Кастекский хребет, Заилийский, Кунгей и Терской Алатау, хребты Кетмень и Копыл, представляет в тектоническом отношении северный край Киргизско-Казахского микроконтинента, сформированного из блоков Восточной Гондваны, фрагментов ордовикской и силурийской островных дуг, комплексов задуговых бассейнов с офиолитовыми образованиями и интрузивных масс [1].

Начиная с середины ордовика это была активная континентальная окраина Джунгаро-Балхашского окраинного бассейна, близкого по структурной позиции современным Охотскому и Японскому морям. Интрузивная деятельность среднего и позднего палеозоя проявилась в формировании цепей гранитоидных батолитов, параллельных основным структурам палеоконтинента.

Геологические образования Северного Тянь-Шаня в настоящее время слагают серию тектонических пластин, полого надвинутых одна на другую. Контуры аллохтонов местами прослеживаются достаточно отчетливо, но теряются в зоне максимального оледенения Заилийского Алатау. Картирование их затруднено высокогорным рельефом и является одним из важных вопросов геологического изучения района.

Еще в 60-е годы при среднемасштабной геологической съемке интрузивы Северного Тянь-Шаня были расчленены на ряд комплексов, ранние проявления которых представлены габбро, диоритами, главные – гранодиоритами, завершающие – адамеллитами, биотитовыми и лейкогранитами. Каждый комплекс представляет дифференцированную плутоническую серию, завершающую геодинамический ряд активных окраин. Регулярность их проявления не вызывала дискуссий, а вопросы датировки решались изучением активных контактов и радиоизотопными определениями.

В настоящее время в казахстанской части Северного Тянь-Шаня выделяется шесть существенно гранитоидных интрузивных комплексов, краткое описание которых и вопросы расчленения приведены ниже.

Характеристика интрузивных комплексов. В наиболее древней среди них *позднерифейский комплекс* объединен ряд сравнительно небольших массивов и останцов в более молодых батолитах. Площадь выходов наиболее крупного массива 50 км<sup>2</sup>, остальные помельче. Сложены они средне и крупнозернистыми гнейсовидными кварцевыми диоритами, гранодиоритами и порфиroidными гранитами, в составе которых преобладает плагиоклаз (андезин) – 40-55%, калиевый шпат (микроклин) варьирует в пределах 10-25%, кварц составляет от 10 до 25% породы, цветные минералы (биотит и роговая обманка) не превышают 20% объема. Акцессорные минералы сфен, циркон, апатит, магнетит. Петрохимически этот комплекс принадлежит известково-щелочной петрогенетической серии. Рифейский возраст интрузивов принят по наличию активных контактов с докембрийскими гнейсами и пассивных (с образованием широких полос эруптивных брекчий) с более поздними габброидами кембрийского возраста. По В. К. Краснобородкину [2] формирование рифейских гранитоидов произошло за счет гранитизации докембрийских гнейсов. По изотопам свинца из цирконов и монацитов гнейсовидных гранитоидов Кастекского хребта И. А. Ефимовым (1975 г.) получена изохрона 750 млн лет, что соответствует позднему рифею. Рудные проявления в связи с этим комплексом не известны.

Следующий, *заилийский комплекс* Северного Тянь-Шаня имеет позднеордовикский возраст [2, 3]. Его гранитоиды образуют два крупных (Кунгейский и Заилийский) батолита и ряд мелких массивов. Заилийский комплекс также принадлежит дифференцированным сериям. Габбро ранней фазы образуют останцы кровли и ксенолиты в гранитоидах более молодых внедрений. В целом петрографический состав пород заилийского комплекса свидетельствует о его образовании путем кристаллизационной дифференциации по боуэнсовскому тренду с постепенным раскислением плагиоклаза, уменьшением роли пироксена, замещением его роговой обманкой, а последней – биотитом на фоне постепенного обогащения калиевым шпатом. В продуктах конечных фаз дифференциации проявлен кремне-щелочной метасоматоз, выраженный в микроклин-пертитовом порфиробластезе.

Габбро, габбро-диориты и диориты образуют многочисленные останцы кровли и ксенолиты среди гранитоидов и представлены мелко-, средне- и реже крупнозернистыми пироксен-роговообманковыми, пироксен-биотит-роговообманковыми, биотит-роговообманковыми разновидностями, которые связаны преимущественно постепенными переходами. Плагиоклаз представлен зональным андезином с олигоклазовой каемкой.

Гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты представляют следующую фазу внедрения. Для них обычна директивная текстура, обусловленная субпараллельным расположением преобладающих в породе призм роговой обманки и таблитчатых кристаллов плагиоклаза. Особенно она характерна для краевых частей интрузивов. Часто встречаются полурасплавленные ксенолиты более ранних габброидов. По составу преобладает кварц-микроклин-плагиоклаз-биотит-пироксен-роговообманковая разновидность.

Более поздние адамеллиты и биотит-роговообманковые граниты серой и розовато-серой окраски, нередко порфиroidные, представлены кварц-плагиоклаз-микроклин-биотит-роговообманковой ассоциацией, испытавшей неравномерный калиевый метасоматоз, наиболее проявленный в краевых частях массивов. Известно, что порфиробластез отвечает пегматитовой фации гранитоидного магматизма. Для заилийского комплекса пегматиты не характерны, но часты аплитовые жилки, завершающие его формирование, что говорит о слабой водонасыщенности расплава. Рудные объекты в связи с гранитоидами заилийского комплекса представлены экскарновыми и кварцево-жильными проявлениями меди и полиметаллов. На приграничной территории Киргизии описаны золоторудные кварцево-жильные проявления в интрузивных породах заилийского комплекса.

Позднеордовикский возраст интрузивов заилийского комплекса принят по геологическим данным. Результаты изотопных геохронологических определений не выходят за рамки 367-427 млн лет, что соответствует интервалу поздний ордовик-ранний силур [2, 4]. На сопредельной с юга территории Киргизии вместо заилийского комплекса выделяется два интрузивных комплекса: ордовикский и силурийский. Поскольку в структурном и палеогеодинамическом плане Северный Тянь-Шань – это единая территория, возникают вопросы о необходимости полевой увязки этой части магматической схемы и картирования приграничной территории Казахстана.

Позднедевонский талгарский комплекс представлен субщелочными и щелочными гранитами, образующими в описываемом районе вместе с породами заилийского комплекса гранитоидный пояс протяженностью более 300 км при средней ширине 10 км. В отличие от заилийского комплекса талгарский, по данным В. К. Краснобородкина, сформирован в две фазы внедрения. Первая представлена крупнозернистыми субщелочными и щелочными гранитами до аляскитов, ко второй отнесены прорывающие крупнозернистые породы первой фазы преимущественно мелкозернистые порфирированные биотитовые плагиоклазсодержащие граниты и бесплагиоклазовые лейкограниты, переходящие в граносиениты, а также сахаровидные мелкозернистые аляскиты и лейкограниты. Эти породы наиболее широко развиты в Заилийском Алатау [3, 5].

В каждой фазе внедрения талгарского комплекса В. К. Краснобородкиным и К. А. Абдрахмановым выделяются по три типа (разновидности) гранитов, отличающиеся минеральным составом и структурными особенностями [2].

Обилие разновидностей талгарских гранитов и присутствие в пределах одной фазы как плагиоклазсодержащих, так и бесплагиоклазовых пород, со щелочным амфиболом, либо биотитсодержащих, наводит на мысль об объединении в одном талгарском комплексе по крайней мере двух генетически различных интрузивных серий. Обратившись к материалам по региону можно видеть, что во всех сопредельных с Северным Тянь-Шанем районах выделяется по два девонских гранитоидных комплекса: среднедевонскому комплексу субщелочных гранитоидов и позднедевонскому плагиоклаз и биотит содержащему. В частности, в Чу-Илийском районе известны среднедевонский карасайский и позднефранский жельтауский, в Джунгарском – жиланды-кусакский и чимбулакский. При этом упомянутые позднедевонские комплексы богаче щелочами. В отличие от них в Заилийском Алатау нормальные плагиоклаз и биотит-содержащие граниты отнесены к позднему девону. Эти моменты заслуживают внимательного полевого изучения.

Собственно талгарский тип – это крупнозернистые и грубозернистые красные массивные аляскиты, сложенные аллотриоморфнозернистым или гранулитовым агрегатом кали-натриевого полевого шпата (пелитизированного ленточного пертита), образующего четкие таблицы и составляющего 60-70% объема породы, округлыми зернами кварца(20-30%) и небольшого количества биотита, либо эгирина-авгита и щелочной роговой обманки (2-4%), нередко нацело замещенных гидрослюдой, карбонатом, рудным минералом. Акцессорные минералы – сфен, циркон, рудный минерал.

Калиевый полевой шпат талгарских бесплагиоклазовых гранитов представлен пертитом с высоким содержанием альбитовой составляющей и является более высокотемпературным, чем микроклин заилийского комплекса. Кварц содержится в пределах 25-40%, образует изометричные зерна, нередко с волнистым угасанием, свидетельствующем о перенесенном динамометаморфизме. Цветные минералы представлены таблитчатыми кристаллами арфведсонита или рибекита в количестве 6-8%. Эгирина, либо эгирина-авгита составляют 1-2%. Акцессорные – колумбит-танталит, сфен, ортит, торит, топаз, редкоземельные акцессорные минералы (чевкинит, фергусонит, малакон, радиоактивные минералы) и флюорит. Интенсивно развита альбитизация, реже амазонитизация [2, 6]. По данным В. К. Краснобородкина [2] обычно апикальные части массивов талгарского комплекса альбитизированы и грейзенизированы, включают широкие зоны пегматитовых жил.

Форма массивов талгарского комплекса разнообразна вследствие как интрузивных, так и тектонических пологих контактов с гранитоидами заилийского комплекса. Так Алмаарасанский массив представляет субширотную пластину, структурно (?) подстилающую также полого лежащую пластину крупнозернистых щелочных гранитов талгарского типа, но, в отличие от нее, сложенную щелочно-полевошпатовыми биотитовыми гранитами, насыщенными ксенолитами габбро и диоритов заилийского комплекса [7].

Восточно-Торайгырский массив, по нашему мнению, принадлежит не талгарскому, а другому самостоятельному интрузивному комплексу девонского возраста. Обычно эти граниты имеют гранулитовую, иногда метасоматическую структуру. Калиевый шпат – пертит(40-70%), частично замещает плагиоклаз, повторяя его форму. Последний содержится в количестве от 5-15 до 30% и представлен зональным альбит-олигоклазом, олигоклазом, иногда с мирмекитовыми вростками. Кварц (20-40%) слагает гранулитовые сростки, размещен в породе неравномерно. Биотит составляет от 1 до 5-7%, роговая обманка от 1 до 3% объема породы. Биотит бурый мелкочешуйчатый,

вторичный, имеет метасоматическое происхождение. Часто образует скопления. Акцессорные минералы – апатит, циркон, рудный минерал. Достаточно выраженная индивидуальность массива позволяет относить его ко второму девонскому комплексу. Переходы между его порфиридовидными биотит-амфиболовыми субщелочными гранитами и аляскитовыми гранитами не могут быть первичными, постепенными, даже судя по составу.

Ко второй фазе становления талгарского комплекса относятся среднезернистые биотитовые плагиоклазсодержащие граниты, мелкозернистые сахаровидные плагиоклазсодержащие гранит-порфиры, порфиридовидные граниты и граносиениты, слагающие линейные и штокообразные тела размером до 3-4 км<sup>2</sup>. Породы второй фазы имеют меньший суммарный объем, не превышающий 20% объема пород первой фазы [2]. Наиболее развиты они в Талгарском массиве, занимая около третьей части его объема. Граниты талгарского типа слагают среди них крупные провесы кровли.

Граниты юбилейного типа представляют собой мелкозернистые биотитовые плагиоклазсодержащие лейкограниты. Обычно у контактов они обогащены биотитом и содержат ксенобласты калишпата. Состав гранитов юбилейного типа: кали-натриевый полевой шпат (микроклин-пертит) 40-55%, олигоклаз 8-20% в виде таблиц до 4 мм и 0,2-0,5 мм, кварц 25-40% объема породы, нередко в гнездах. Биотит 2-5% – одиночные листочки, цепочки, сростки. Роговая обманка 0-1%. Акцессории – апатит, циркон, ортит, циркон, шеелит. С мелкозернистыми гранитами юбилейного и озерного типа ассоциирует кварцево-жильное редкометальное оруденение (месторождения Юбилейное, Богуты, Каскеленское, рудопоявления пик Орджоникидзе, Мынжилки, пик Саланова, Карагайлы, Жапалакское) а также полиметаллические кварцево-жильные проявления.

Возраст гранитоидов талгарского комплекса определяется как геологическими, так и радиоизотопными данными [8]. Активные контакты гранитов талгарского комплекса известны с отложениями нижнего и среднего девона. Геохронологические данные варьируют в пределах 350-390 млн лет, что соответствует девонскому периоду. По наличию гальки талгарских гранитов в конгломератах фаменского яруса (горы Басулытау, Заилийский Алатау, р. Тургень и др.) принимается условно франкий возраст данного комплекса. В соседнем к северу Джунгарском Алатау имеется жиланды-кусакский комплекс, аляскитовые граниты которого также стратиграфически перекрыты фаменскими отложениями, что позволяет проводить их корреляцию. Вопрос идентификации более раннего девонского интрузивного комплекса на северном Тянь-Шане остается открытым.

*Среднекарбонный бельбулакский (узунсу-карасуйский) интрузивный комплекс.* Вдоль северной периферии пограничной зоны с Кыргызстаном распространены небольшие по сравнению с ранее описанными интрузивы каменноугольного возраста. Площадь их выходов варьирует в пределах 2-60 км<sup>2</sup>. В хр. Кендыктас и Кастекский они названы узунсу-карасуйским комплексом, в Заилийском Алатау, хр. Кетмень и прилегающих отрогах это бельбулакский гранодиорит-гранитовый комплекс [2]. Массивы данного комплекса имеют широтное удлинение, крутые южные и пологие северные контакты. Формирование его, по данным В. К. Краснобородкина, происходило в две фазы. Нами установлено его трехфазное строение.

Габбро и диориты ранней фазы имеют мелко и среднезернистую структуру, в эндоконтактной зоне порфиридовидную. По данным В. И. Старова [8] они сложены зональным плагиоклазом (№ 30-60) нередко с мирмекитами, роговой обманкой и небольшим количеством биотита и кварца. В более кислых породах появляется альбит-олигоклаз, увеличивается триклинность калиевых шпатов, появляются высокие ортоклазы и их микрографические сростки с кварцем. Биотиты более железистые, чем талгарского и заилийского комплексов. Кварц представлен двумя генерациями: ранний с частичной огранкой и поздний – ксеноморфные зерна. Акцессорные минералы апатит, бурый и бесцветный циркон, ортит, ильменит. Появление высоких ортоклазов является признаком посткинematического геотектонического положения гранитоидов бельбулакского комплекса.

Среднекаменноугольный возраст его пород определяется активными контактами с фаунистически и флористически охарактеризованными вулканогенными породами нижнего карбона и геохронологическими данными, варьирующими в пределах 290-340 млн лет [8]. Положение, состав и возраст бельбулакского комплекса дискуссий не вызывают. Возможно с завершающей фазой становления бельбулакского комплекса связано формирование жильных проявлений полиметаллов.

*Кетменский габбро-монцонит-граносиенитовый комплекс позднепермского возраста.* Мелкие тела, принадлежащие этому комплексу, встречаются большей частью среди вулканогенных отложений карбона и перми вдоль северо-восточной периферии района. Они прорывают все более ранние интрузивные породы и раннепермские вулканогенно-осадочные отложения Джунгарского Алатау и Северного Тянь-Шаня, нередко образуя концентрически зональные массивы. Кетменский комплекс многофазен. Его наиболее ранние проявления представлены пироксеновыми габбро, долеритами, монцонитами, содержащими микрографические кварц-калишпатовые срастания в интерстициях. Следующая фаза – диориты, кварцевые диориты, кварцевые монцониты. Третьей фазе принадлежат адамеллиты, граносиениты, сиенит-порфиры. Размеры тел от долей км<sup>2</sup> до 2х3 км<sup>2</sup> и 3х5 км<sup>2</sup>. Заключительная фаза – аплитовидные субщелочные граниты. Последовательность внедрения и кремнекислотность пород возрастают от периферии к центру массива. Контакты в основном крутые с падением внутрь интрузивных тел. Форма массивов штоко и лакколитообразная. Отчетлив контроль узлами пересечения разломов тянь-шанского и поперечного к нему направления. В каждом массиве присутствуют породы 2-3 фаз внедрения магматического материала, большей частью с резкими границами. Внешняя оторочка массивов обычно сложена габбро, монцонитами, монцодиоритами. В составе кетменского комплекса по объему преобладают кварцевые сиениты, граносиениты. По мнению большинства исследователей формирование кетменского комплекса произошло в процессе четырех внедрений. Наиболее значительными по размерам в пределах пограничной зоны с Кыргызстаном являются Кулуктауский, Кургобинский, Туюкский массивы, сложенные субщелочными диоритами, монцонитами, граносиенит-порфирами, гранит-порфирами.

Породообразующие минералы кетменских интрузивов: плагиоклаз – лабрадор, андезин как в основных, так и, обрастая альбит-олигоклазом, – в кислых породах, ромбический и моноклинный пироксен. В гранодиоритах и гранитах появляются роговая обманка и биотит. Калишпат (ортоклаз) присутствует почти во всех породах, обычно вместе с кварцем. Среди аксессуаров много апатита, обычны циркон, магнетит. Возраст кетменского комплекса принимается на основании его активных контактов с нижнепермскими накоплениями и перекрытием конгломератами с галькой пород всех фаз комплекса в горах Кулуктау [8]. Определения радиологического возраста калий-аргоновым методом по биотиту дают разброс цифр в пределах 260-290 млн лет, что соответствует поздней перми.

С завершающей фазой становления кетменского комплекса предполагается пространственная связь полиметаллического оруденения. Этот вопрос требует дополнительного полевого изучения.

Кастекский сиенит-граносиенитовый комплекс. В приграничной зоне Кастекского хребта известны выходы сиенитовых и граносиенитовых интрузивов, протягивающихся в виде цепи юго-западного направления в Кыргызстан. Самый крупный среди них Кызыл-Омпульский плутон, прорывающий нижнепермские отложения западнее оз. Иссыккуль. В Казахстане наиболее молодыми образованиями, которые рвутся сиенитами кастекского комплекса, являются девонские граниты талгарского комплекса [3].

Породы кастекского комплекса, также как и кетменского, нередко слагают массивы концентрически-зонального строения с мелкозернистым кварц-сиенитовым выполнением внутренних зон и крупнозернистым щелочно сиенитовым – наружных, с переходом в виде кварцевых монцонитов. Кроме того, часты небольшие штоки, линейные тела и лакколиты площадью от 1 до 15 км<sup>2</sup>. Наиболее крупные – это массивы Каракурузский, Конуртубе, Бешеке, Утас. Некоторые имеют трехфазное строение.

Наиболее ранними являются кварцевые монцониты, щелочные сиениты, кварцевые сиениты. Между ними В. К. Краснобородкиным [2] установлены постепенные переходы, что позволило ему объединить их в первую фазу становления комплекса. Далее произошло внедрение граносиенитов, граносиенит-порфиров затем гранитов, гранит-порфиров, гранофилов [2].

Сиениты первой фазы представляют собой розово-серые породы от гигантозернистой до среднезернистой структуры. Минеральный состав крупнозернистых щелочных сиенитов первой фазы: калинатриевый полевой шпат-пертит (до 80%), образующий крупные кристаллы, плагиоклаз – олигоклаз-андезин(12-15%), биотит, роговая обманка (в сумме около 18%). В граносиенитах пертит наблюдается в графических срастаниях с кварцем и в виде каемок плагиоклазов; в

значительном количестве (15-18%) содержится кварц, плагиоклаз – олигоклаз (10-15%), гастингсит; авгит, биотит. Суммарное содержание цветных минералов около 10%. Акцессорные минералы ильменит, сфен, апатит, циркон. В кварцевых монцонитах соотношение основных минералов другое. Микропертит –40%, олигоклаз – 40%. кварц 15%, биотит и амфибол – до 10%. Акцессорные минералы те же [2].

Второй фазе кастекского комплекса принадлежат преимущественно линейные тела гранит-порфиоров, граносиенитов, аляскитов и гранофиоров, такие как редкометаллоносный Актюзский массив, ориентированный вдоль разлома северо-восточного направления и вмещающий одноименное рудное поле. Граносиениты – это порфировые породы красной, розовой, оранжево-красной окраски с постепенными переходами в гранофиры, граносиенит-порфиры, гранит-порфиры. Часто они встречаются в тех же массивах, что и породы первой фазы и имеют с ними активные контакты. Породы второй фазы обычно имеют гранофировую, аплитовую, реже гипидиоморфно-зернистую порфировую структуру и сложены плагиоклазом (альбит-олигоклаз) в виде табличек размером до 2 мм, калиевым шпатом (микроклином), кварцем, биотитом и роговой обманкой, в сумме не превышающими 2%. Акцессорные минералы – магнетит, циркон, апатит, сфен.

Геологический возраст пород кастекского комплекса определен его активными контактами с пермскими базальтами Кыргызстана, радио-изотопный возраст имеет большой разброс цифр, причем наиболее молодые из составляют 260+-10 млн лет, что соответствует позднепермскому уровню [2, 9]. К. А. Абдрахманов датировал кастекский (кастек-каскаленский) комплекс девоном, однако широкое развитие в его породах ортоклаза говорит о посткинematическом, скорее позднепермском возрасте комплекса, в то время как граниты талгарского комплекса сложены преимущественно микроклин-пертитом, характерным для синкинematических гранитов. Крупно и гигантозернистое сложение пород и преимущественно калишпатовый состав являются признаками сходства этих двух комплексов, а возможно и принадлежность одному интрузивному комплексу с различным уровнем эрозионного среза. Окончательное решение вопроса датировки и петрогенезиса этих двух комплексов возможно дальнейшими полевыми исследованиями и прецизионными анализами. Кастекский комплекс рудоносен, особенно его вторая фаза – гранофиры, вмещающие редкоземельно-редкометалльное оруденение Актюзского рудного поля. Поиски новых рудных тел как в пределах названного рудного поля, так и за его пределами представляются перспективными.

Наряду с петрографическим изучением нами проведены сбор и анализ петрохимических данных по интрузивному магматизму казахстанской части Северного Тянь-Шаня. Все аналитические материалы внесены в базу данных в программе Access, модифицированную для петрохимических исследований. Построены индикаторные диаграммы и сравнительные гистограммы для различных типов пород. По петрохимическим параметрам известные в данном районе интрузивные комплексы делятся на 2 группы: известково-щелочные (рифейский, заилийский, бельбулакский) и повышенной щелочности (талгарский, кетменский, кастекский).

На TASS-диаграмме заилийский, бельбулакский и кетменский комплексы Заилийского Алатау однотипны и представлены дифференцированными сериями, состав которых меняется от габбро и диоритов до лейкогранитов. Отчетливы их различия по щелочности, минимальной в породах заилийского комплекса и максимальной – в породах кетменского. Составы всех трех комплексов отражают дифференцированные гомодромные тренды эволюции расплавов (рисунок 1).

Более четко их различия выявляются при использовании для одноименных пород сравнительных гистограмм, где влияние кремнезема минимизировано делением его содержания на 100 (рисунок 2).

Сравнение габбро и диоритов Заилийского Алатау показывает, что в позднем ордовике начальные фазы магматизма подавали наиболее железистые и щелочноземельные, но низкощелочные расплавы, а для карбоновых и пермских характерны низкие кальций и магний и более высокая щелочность. Гранодиориты трех названных комплексов более близки по составу и отличаются только уровнем железистости и очень незначительно – известковистостью (рисунок 3). Граниты и лейкограниты идентичны и диаграмма для них не приводится.

Далее рассмотрим группу гранитоидов, щелочность которых повышена. Это талгарский и кастекский комплексы (рисунок 4), слабо дифференцированные и представленные небольшими группами пород: кастекский – монцонитами, сиенитами и граносиенитами с содержанием кремне-

зема 55-65%, талгарский – сиенитами – щелочными лейкогранитами с  $\text{SiO}_2$  от 64 до 77%. Кастекский комплекс принадлежит щелочной серии, талгарский – к субщелочной и известково-щелочной (рисунок 5).

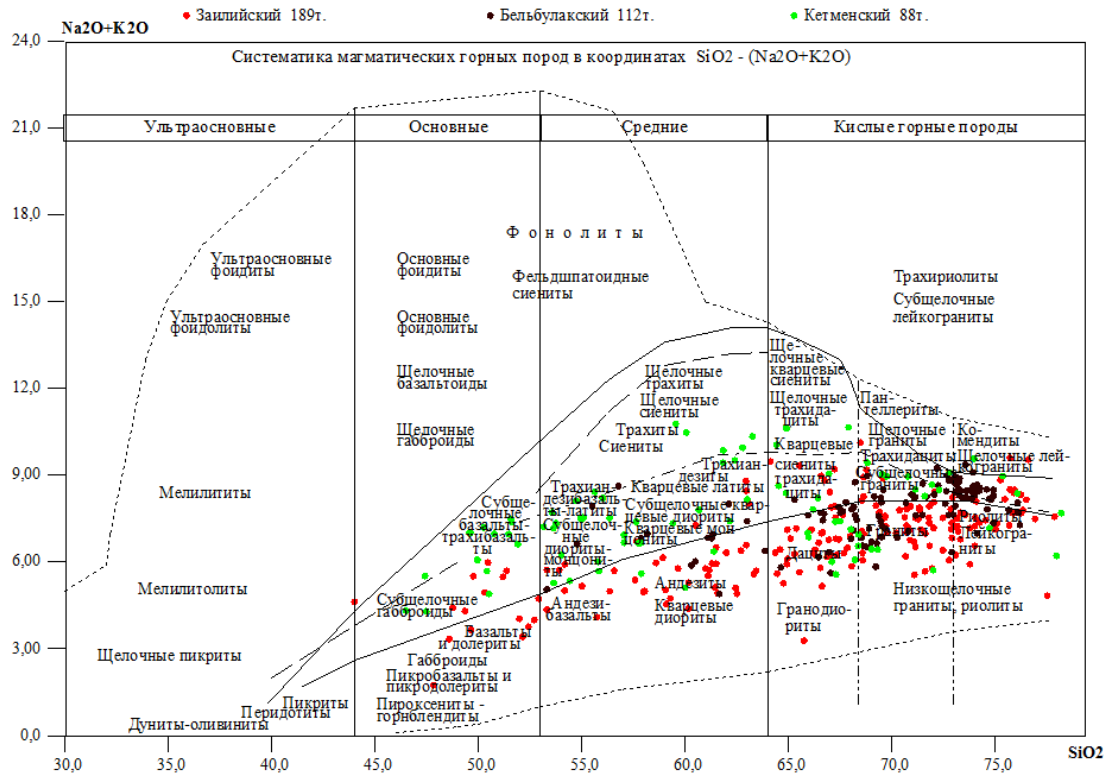


Рисунок 1 – Классификационная диаграмма для заилийского, бельбулакского и кетменского комплексов



Рисунок 2 – Сравнительная гистограмма для пород ранних фаз дифференцированных интрузивных комплексов Северного Тянь-Шаня

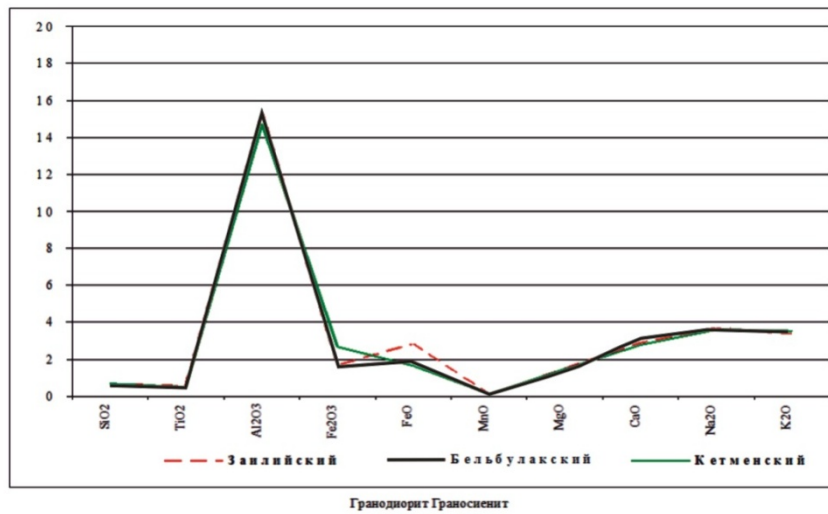


Рисунок 3 – Сравнительная гистограмма для пород поздних фаз дифференцированных интрузивных комплексов Северного Тянь-Шаня

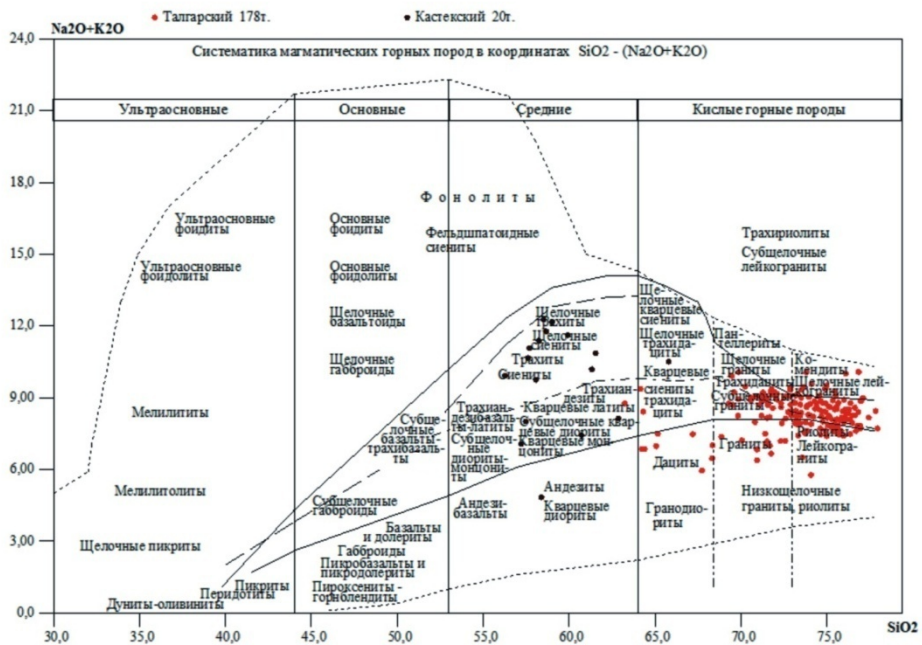


Рисунок 4 – Классификационная диаграмма для талгарского и кастекского комплексов

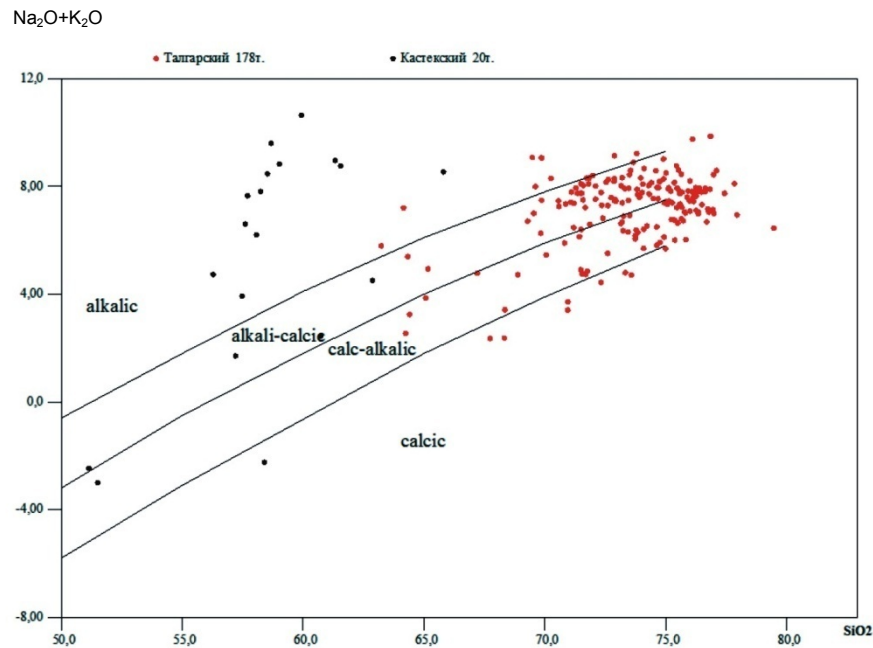


Рисунок 5 – Диаграмма щелочности пород талгарского и кастекского комплексов

Уровень железистости характеризуют диаграммы (рисунки 6, 7) [10].

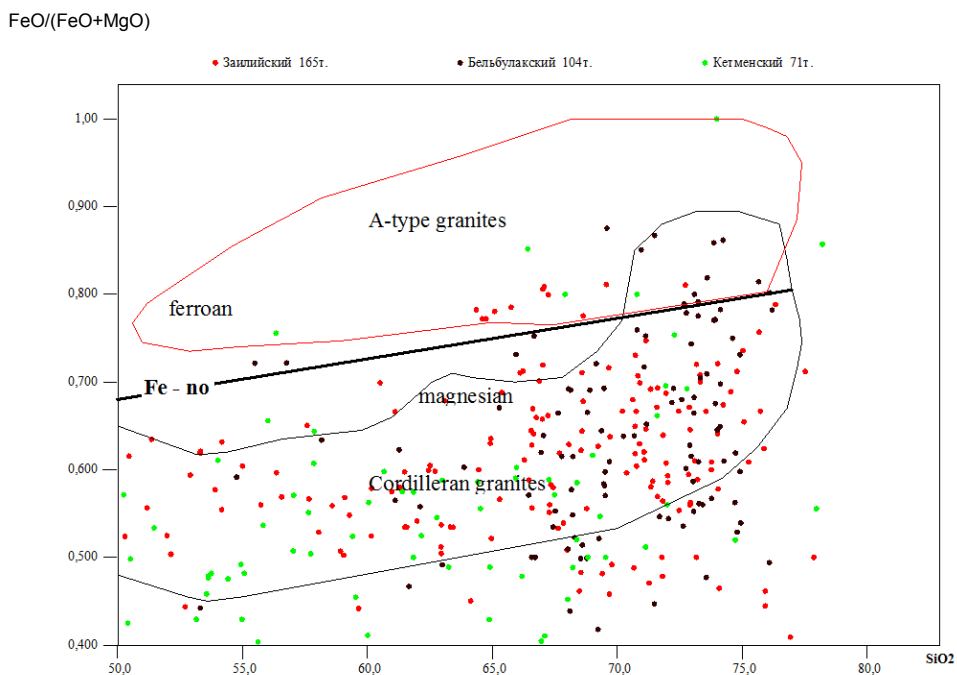


Рисунок 6 – Диаграмма Фроста для дифференцированных интрузивных серий Северного Тянь-Шаня

Как показывает размещение точек составов на диаграмме, все три комплекса по соотношению железа и магния принадлежат классу надсубдукционных интрузивных образований кордильерского типа.

Отчетливо видна принадлежность кастекского комплекса к магнезиальным гранитоидам (рисунок 7), в то время как талгарский комплекс включает как железистые, так и магнезиальные породы, вероятно принадлежащие двум разным петрогенетическим сериям: А-типу (анарогенным) гранитов и кордильерскому типу (надсубдукционным).

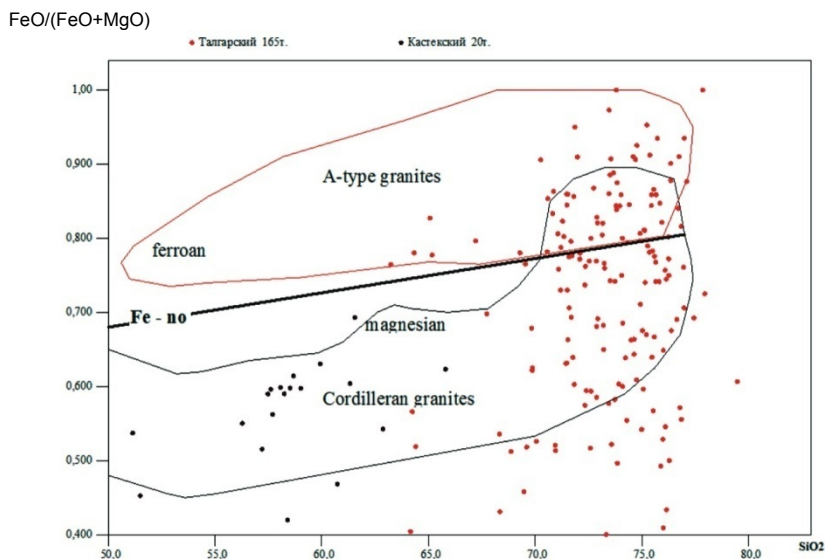


Рисунок 7 – Диаграмма Фроста для пород талгарского и кастекского комплексов

Металлогеническую специализацию характеризуемых комплексов, определяемую по петрохимическим данным, характеризует диаграмма соотношения в гранитоидном расплаве щелочей и железа (рисунок 8).

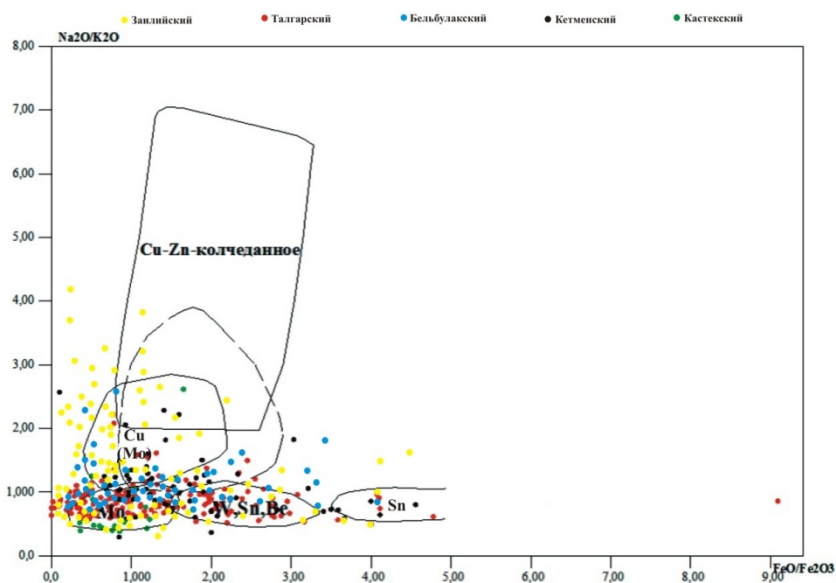


Рисунок 8 – Диаграмма, характеризующая металлогеническую специализацию заилийского, талгарского, бельбулакского, кетменского и кастекского комплексов

Заилийский, бельбулакский и кетменский комплексы, судя по диаграмме, потенциально перспективны на медно-молибденовое и оловянно-вольфрамовое оруденение. Реальное медно-молибден-порфировое с золотом месторождение известно только в связи с позднеордовикским комплексом (Когадырь). С бельбулакским и кетменским комплексами реально ассоциируют только полиметаллические объекты. Для талгарского комплекса, кроме известных молибденовых (Юбилейное, пик Маяковского и др.), могут быть перспективными вольфрамовые, оловянные и бериллиевые проявления, еще не открытые. С кастекским комплексом связаны известные редкоземельно-редкометалльные и свинцово-цинковые объекты Актюзского рудного поля и полиметаллический объект Батан I. Таким образом, важными прикладными вопросами изучения интрузивного магматизма района являются металлогенические и, в частности, выяснение реальной перспективности на медно-молибденовые и редкометалльные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кошкин В.Я. Тектоническая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000. - Алматы, 2007.
- [2] Краснобородкин В.К. и др. Геологическое строение Заилийского региона в пределах листов К-43-XI, -XII; К-44-I, -II, -III, -VII, -VIII, -IX // Отчет Алатауского отряда Кетменской партии по ГДП-200 за 1979-84 гг. - Алма-Ата, 1984. - 220 с.
- [3] Изучение петрологии, геохимической и металлогенической специализации интрузивных комплексов Заилийского Алатау и связи с ними редкометального и полиметаллического оруденения. Отчёт о НИР. Рук.: Адрахманов К.А., Чолпанкулов Т.Ч., Исп.: Хитрунов А.Т., Путалова Р.В., Скринник Л.И., Арыстанов К., Артыкбаев Т.Д., Дмитриенко С.М., Ормаков М., Артыкбаев Р.А.- Алма-Ата, 1971г., 348с.
- [4] Крылов А.Я. Абсолютный возраст пород Центрального Тянь-Шаня // Материалы XXI серии МГК. - М.: Изд. АН СССР. - 1960. - С. 35-51.
- [5] Интрузивные комплексы гранитоидов Заилийского Алатау, гор Кендыктас и Кетменского хребта.- Отчёт о НИР. Исп.: Старов В.И., Гогель Г.Н.- Алма-Ата., 1965г., 171с.
- [6] Чабдаров Н.М. Геологическая и гидрогеологическая карты СССР масштаба 1:200 000. Северо-Тяньшанская серия. Лист К-44-VII // Объяснительная записка. - М., 1962. - 47 с.
- [7] Магматические комплексы Казахстана. Северо-Тяньшанская складчатая система - Алма-Ата - 1982г., С. 151-153.
- [8] Старов В.И. Интрузивные комплексы. В кн. Магматические комплексы Казахстана. Кокчетав-Северотяньшанская складчатая система. Изд-во Наука Каз.ССР, 1982г., С. 122-156.
- [9] Бекжанов Г.Р. Геологическое строение Казахстана // Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан. - Алматы, 2000.
- [10] Frost B.R. A geochemical classification for granitic rocks. Revised typescript accepted April 18, 2001.

REFERENCES

- [1] Koshkin V.Ja. Tektonicheskaja karta Kazahstana masshtaba 1:1 000 000. - Almaty, 2007.
- [2] Krasnoborodkin V.K. i dr. Geologicheskoe stroenie Zailijskogo regiona v predelah listov K-43-XI, -XII; K-44-I, -II, -III, -VII, -VIII, -IX // Otchet Alatauskogo otrjada Ketsmenskoj partii po GDP-200 za 1979-84 gg. - Alma-Ata, 1984. - 220 s.
- [3] Izuchenie petrologii, geohimicheskoi i metallogenicheskoi specializacii intruzivnyh kompleksov Zailijskogo Alatau i svjazi s nimi redkometal'nogo i polimetallicheskogo orudenenija. Otchjot o NIR. Ruk.: Adrahmanov K.A., Cholpankulov T.Ch., Isp.: Hitrunov A.T., Putalova R.V., Skrinnik L.I., Arystanov K., Artykbaev T.D., Dmitrienko S.M., Ormakov M., Artykbaev R.A.- Alma-Ata, 1971g., 348s.
- [4] Krylov A.Ja. Absoljutnyj vozrast porod Central'nogo Tjan'-Shanja // Materialy XXI serii MGK. - M.: Izd. ANSSSR. - 1960. - S. 35-51.
- [5] Intruzivnye komplekсы granitoidov Zailijskogo Alatau, gor Kandyktas i Ketsmenskogo hrebta.- Otchjot o NIR. Isp.: Starov V.I., Gogel' G.N.- Alma-Ata., 1965g., 171s.
- [6] Chabdarov N.M. Geologicheskaja i gidrogeologicheskaja karty SSSR masshtaba 1:200 000. Severo-Tjan'shanskaja serija. List K-44-VII // Ob'jasnitel'naja zapiska. - M., 1962. - 47 s.
- [7] Magmaticheskie komplekсы Kazahstana. Severo-Tjan'shan'skaja skladchataja sistema - Alma-Ata - 1982g., S. 151-153.
- [8] Starov V.I. Intruzivnye komplekсы. V kn. Magmaticheskie komplekсы Kazahstana. Kokchetav-Severotjan'shan'skaja skladchataja sistema. Izd-vo Nauka Kaz.SSR, 1982g., S. 122-156.
- [9] Bekzhanov G.R. Geologicheskoe stroenie Kazahstana // Akademija mineral'nyh resursov Respubliki Kazahstan. - Almaty, 2000.
- [10] Frost B.R. A geochemical classification for granitic rocks. Revised typescript accepted April 18, 2001.

СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ИНТРУЗИЯЛЫҚ ТҮЗІЛІМДЕРІН ЖІКТЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Л. И. Скринник, Р. Р. Гадеев, З. Т. Умарбекова, С. В. Перевозов

Қ. И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** граниттер, петрохимиялық ерекшеліктері, диаграмма, кешен.

**Аннотация.** Мақалада Солтүстік Тянь-Шанның интрузиялық жыныстың жіктелуі қарастырылып, граниттік серия жоғары сілтілі және өндірісті базитті ерітіндісі кешеннің дифференциалды кезектігі бір-бірін ауыстырып тұрады. Дифференциалды серияға полиметалды пайда болу бірге жүреді. Граносиенит сирекметалды шоғырлануымен байланысты.

Әр дифференциалды кешен плутонды серияны қалыптастырып, геодинамикалық шепті қатарын аяқтайды. Онда геологиялық бағыт жазылып, петрохимиялық белгілері келтірілген. Осы сұрақтаралдында зерттеп кеткен зерттеушілер талғар кешенді құрамын кем дегенде әр-түрлі екі генетикалық интрузивті серияны қосқан. Осы аймақтың барлық жұмыстарына көз салсақ Солтүстік Тянь-Шань ауданында екіден гранитті девон кешенін бөлген: орта девонды кешенге субсілтілі гранитоидтар және төменгі девонға плагиоклаз және биотит түзетіндер. Бұл сауалға тағыда қосатын жаңалықтар керек. Салыстырмалы гистограммның көмегімен бір текті жыныстарын салыстыру жүргізіліп бұл жыныстардың химиялық құрамындағы айырмашылығын анықтауға көмек берді. Жазылған кешеннің металлогенетикалық мамандандырылуы зерттеліп жазылған. Іле маңы, белбұлақ және кетмен кешендері диаграмма бойынша жезді-молибденді және қалайы-вольфрамды рудалану. Төменгі ордовик кешені алтынды кен орынымен жезді-молибден-порфирлігімен белгілі. Белбұлақ және кетмен кешендері полиметалды нысандарға ғана қауымдасқан. Ал, талғар кешені басқа әйгілі молибденді (Юбилейлі, Маяковский шыны және т.б.) вольфрамды, қалайы және берил көріністері болашағы бар кешендері әлі зерттеліп ашылмаған. Ақтүз рудалы даласындағы нысандар және полиметалды Батан1 белгілі сирек жер – сирек металды және қорғасын-мырыш нысандары Қастек кешендерімен байланысты.

Поступила 21.07.2015 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 41 – 63

### ON THE RESULTS OF THE FIRST PURPOSEFUL WORK TO STUDY AND EVALUATE THE EPITHERMAL GOLD-SILVER MINERALIZATION ZHONGAR BALKHASH-FOLD SYSTEM

**E. Yu. Sejtmuratova, V. S. Gorjaeva, A. B. Diarov, Ja. K. Arshamov,  
R. T. Baratov, D. O. Dautbekov, L. P. Parfenova, Sh. A. Zhakupova**

Institute of Geological sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** volcano-plutonic belt, volcanic structures, metasomatic, epithermal gold-silver mineralization, Lithochemical testing, ore-bearing factors, inferred resources, forecast map

**Abstract.** The article presents the results of three years of research into and evaluation of epithermal gold-silver mineralization in Zhongar-Balkhash region (ZHBR). Many of the objects under study are characterized by complex mineralization (copper-gold porphyry, polymetallic gold, etc.). For all manifestations according to the analyzes of samples testing lithochemical calculated concentration factor and zoning elements of satellites of gold mineralization and geochemical halos compiled scheme, allowed to rank all of the objects in the promising and unpromising. For the most promising manifestations compiled detailed kosmogeological and forecast maps, that highlighted areas (priority and vtoroocherednye) according to the degree of promising areas for staging of exploration.

In general, evaluation work previously performed convincingly show high prospects of epithermal Au-Ag manifestations in ZHBR and the urgency of setting detailed prospecting and exploration to identify large-volume deposits of poor ores.

УДК 553.411

### О РЕЗУЛЬТАТАХ ПЕРВЫХ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ РАБОТ ПО ДОИЗУЧЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ЭПИТЕРМАЛЬНОГО ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЖОНГАРО-БАЛХАШСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ

**Э. Ю. Сейтмуратова, Ф. Ф. Сайдашева, В. С. Горяева, А. Б. Диаров, Я. К. Аршамов,  
Р. Т. Баратов, Д. О. Даутбеков, Л. П. Парфенова, Ш. А. Жакупова**

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

**Ключевые слова:** вулcano-плутонические пояса, вулканические структуры, метасоматиты, эпитеpмальное золото-серебряное оруденение, литохимическое опробование, факторы рудоносности, прогнозные ресурсы, прогнозная карта.

**Аннотация.** Излагаются результаты трехлетних исследований по доизучению и оценке эпитеpмального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашской складчатой системы (ЖБСС). Многие из исследованных объектов характеризуются комплексным оруденением (медно-порфировым с золотом, полиметаллическим с золотом и др.). Для всех проявлений по данным аналитических исследований проб литохимического опробования подсчитаны коэффициенты концентраций и зональности элементов спутников золотого

оруденения и составлены схемы геохимических ореолов, позволившие ранжировать все объекты на перспективные и неперспективные. Для наиболее перспективных проявлений составлены детальные космогеологические и прогнозные карты, на которых выделены по степени перспективности первоочередные и второчередные участки для постановки поисково-разведочных работ.

В целом, проведенные предварительно оценочные работы убедительно обосновывают высокие перспективы эпитермальных Au-Ag проявлений в ЖБСС и крайнюю необходимость постановки детальных поисковых и поисково-разведочных работ для выявления крупнообъемных месторождений убогих руд.

Значимость и непрекращающийся спрос на золото в мировой экономике определяют его в качестве приоритетного вида полезного ископаемого. Поэтому выявление новых золоторудных месторождений, расширение перспектив ранее известных рудных полей всегда были и остаются до настоящего времени наиболее важными задачами геологических исследований. В последние десятилетия во многих странах мира (России, США, Японии, Бразилии и др.) прорыв в золотодобывающей отрасли связывают с эпитермальными золоторудными месторождениями вулканоплутонических поясов (ВПП) [10, 20, 24-27, 30, 34, 36, 38-40, 49-52 и др.].

Новый импульс повышенного интереса золотопромышленников к этому типу золотого оруденения обусловлен рядом причин.

*Во-первых*, в этой группе, наряду с исключительно широким проявлением мелких объектов, бонанцевый характер оруденения которых, тем не менее, позволяет рентабельно обрабатывать их без значительных затрат, встречаются крупные и уникальные месторождения (Новая Зеландия, Уайхи – 230 т; США, Раунд Маунтин – 300 т, Комшток – 266 т; Папуа Новая Гвинея, Поргера – 555 т; Япония, Хишикари – 250 т и др.). *Во-вторых*, возможность использования открытого способа разработки этих объектов с привлечением высокоэффективных современных методов переработки руд – кучного и чанового выщелачивания. *В-третьих*, попутное извлечение серебра, висмута, теллура, ртути и других компонентов. *В-четвертых*, и, что особенно важно, выявление и вовлечение в разработку месторождений с низкими содержаниями Au (до 1 г/т) при наличии больших объемов рудной массы, так называемых крупнообъемных (крупнотоннажных) объектов [10, 36, 46 и др.].

В статье Нарсеева В.А. и Шашкина В.М. [36] говорится, что новое направление золотодобычи – крупнообъемные месторождения убогих концентраций – очень быстро набирает силу. По данным Горного бюро США, число месторождений с содержанием золота менее 1 г/т на 01.01.07 г. составляло: Бразилия – 2 объекта, 236 т,  $c = 0,43$  г/т; Индонезия – 2 объекта, более 3000 т,  $c = 0,84$  г/т; Чили – 2 объекта, 758 т,  $c = 0,7$  г/т; США – 7 объектов, 557 т,  $c = 0,44$  г/т. К ним близки месторождения Аргентины – 1 объект, 346 т,  $c = 1,09$  г/т, Перу – 5 объектов, 1400 т,  $c = 1,11$  г/т. По состоянию на 01.01.2012 г. число таких объектов удвоилось [36].

Отмеченные приоритеты данного типа оруденения описаны в многочисленных публикациях последних 20-30 лет, число которых продолжает увеличиваться [10, 34, 36, 39-40, 49-52 и др.], в то время как в Казахстане эпитермальные золоторудные проявления слабо изучены и все их, несомненно, преимущественные в экономическом отношении стороны освещены недостаточно. Кроме того, если публикации в России, США, Австралии и других странах, посвященные перспективности, прогнозной оценке, разработке поисково-прогнозных и геолого-генетических моделей близповерхностных эпитермальных золото-серебряных месторождений базируются на описаниях десятков, а то и сотен проявлений данного формационного типа, то публикации казахстанских геологов, посвященные описанию эпитермального золото-серебряного оруденения, опираются лишь на материалы единичных, все еще недостаточно изученных объектов (Таскора, Архарлы, Кудер и др.) [13-15, 17-19, 32-33, 39-44 и др.].

Последнее обусловлено тем, что при огромном количестве выделяемых на сегодняшний день эпитермальных проявлений в Казахстане, что характеризует отдельные регионы весьма перспективными на обнаружение крупных месторождений, отмечается практически полное отсутствие поисковых работ на выявление данного типа золотого оруденения. Этот парадокс позволяет думать, что возникшая ситуация связана все-таки с недостаточной осведомленностью геологов Казахстана об этой золоторудной формации, обладающей несомненными экономическими преимуществами перед рядом других золоторудных геолого-промышленных типов (ГПТ).

Все сказанное явилось основанием для составления в 2011 году заявок в МОН РК на выполнение проектов: «**Анализ эпитермального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения промышленных месторождений нового типа**» (2012-2014 гг.) [4] и «**Составление крупномасштабных прогнозных карт перспективных золоторудных площадей Центрального Казахстана с целью выбора конкретных участков для производства поисково-оценочных работ**» [48]. Авторы не сомневались в своевременности постановки данной темы, так как во многих странах Мира, как было отмечено выше, прорыв в расширении минерально-сырьевой базы золота и, прежде всего в вулcano-плутонических поясах (ВПП), связывают именно с этим типом оруденения [10, 36 и др.]. В свете сказанного Жонгаро-Балхашский регион, 75% территории которого представлено обширными ареалами вулcano-плутонических ассоциаций пород [5, 47 и др.], слагающих окраинно-континентальный каменноугольный и внутриконтинентальный каменноугольно-пермский вулcano-плутонические пояса (ВПП), является весьма перспективным для изучения и поисков месторождений данного геолого-промышленного типа (ГПТ) [42 и др.].

Авторы выдвинули для исполнения данные темы не на пустом месте. Для их выполнения у них образовался значительный задел в результате работ по ряду производственных и научных тем: «Кольцевые структуры Северного Прибалхашья и оценка их перспектив на отдельные виды полезных ископаемых» (1979-1982 гг.); «Геология и металлогения Балхашского сегмента земной коры Казахстана» (1983-1992 гг.); «Закономерности проявления золото-серебряной минерализации в позднепалеозойском вулcano-плутоническом поясе Казахстана» (1995-1997 гг.); «Геологическое доизучение Акшатау-Коньратского рудного района м-ба 1:200 000 (ГДП-200), листы L-43-III, IV, IX, X (1991-2000 гг.); «Геодинамические обстановки формирования геологических формаций вулcano-плутонических поясов ЖБСО и их новые металлогенические аспекты» (2000-2002 гг.) и др. Наличие научного задела определяют материалы, полученные исполнителями при выполнении вышеперечисленных тем, и проанализированный ими список публикаций около 300 наименований, который приведен в окончательном отчете по теме за 2012-2014 гг. [4, 48].

С принятием на грантовое и целевое финансирование МОН РК в 2012 г. названных тем, авторами в предполевой период была просмотрена и проанализирована вся имеющаяся на момент начала работы по гранту информация по золотоносности Жонгаро-Балхашского региона (ЖБР). Основным материалом, определившим дальнейшее направление исследований являлись «Каталоги полезных ископаемых» последних региональных среднемасштабных работ – ГДП-200 и ГДП-50, проводившихся в ЖБР в 80-е-90-е годы прошлого столетия [2, 28, 44 и др.].

Определяющим для включения в программу работ тех или иных объектов являлись рекомендации предшественников на доизучение их золотоносности и наличие основных факторов рудоносности, характерных для известных мировых типовых месторождений (Уайхи-Новая Зеландия; Крипл Крик, Теллурид-Сильвертон, Голдфилд - США; Эль-Индио – Чили; Янакоча – Перу и др.) [30, 38, 50-51 и др.].

В целом за три года выполнения грантового проекта его исполнителями были проведены полевые работы на 48 пунктах минерализации Северо-Западного, Северо-Восточного и Южного секторов Жонгаро-Балхашской складчатой системы (рисунок 1) [4].

Надо отметить, что в программу для доизучения были включены не только объекты золото-серебряного оруденения, но и вулканогенные медно-порфировые и полиметаллические проявления, в которых ранее отмечались единичные значимые содержания Au, а золотоносность их в дальнейшем не уточнялась (Сокуркой, Биркси, Сымбыл, Саргуль, Кургантас, Ктай, Акгирек, Кокдала, Биже и др.) [1, 8, 9, 11, 35, 44, 45 и др.].

Помимо упомянутых «Каталогов ...» также при выборе объектов для доизучения были использованы «Карта перспективных золоторудных узлов и площадей Северного Прибалхашья» (м-ба 1:500 000) [43], в основу которой были взяты данные «Регистрационной карты золоторудных проявлений юга Центрального Казахстана» составленной по результатам вертолетных поисков, проводившихся в течении 1968-1973 гг. Б. С. Зейликом, В. А. Ефименко [18], и данные по золотоносности ЖБР авторов, полученные при выполнении вышеупомянутых тем. В итоге «Карта перспективных золоторудных узлов и площадей Жонгаро-Балхашской складчатой системы» м-ба 1:1 000 000 (рисунок 2) [41, 47] составлена на базе около **2000 проявлений и точек**

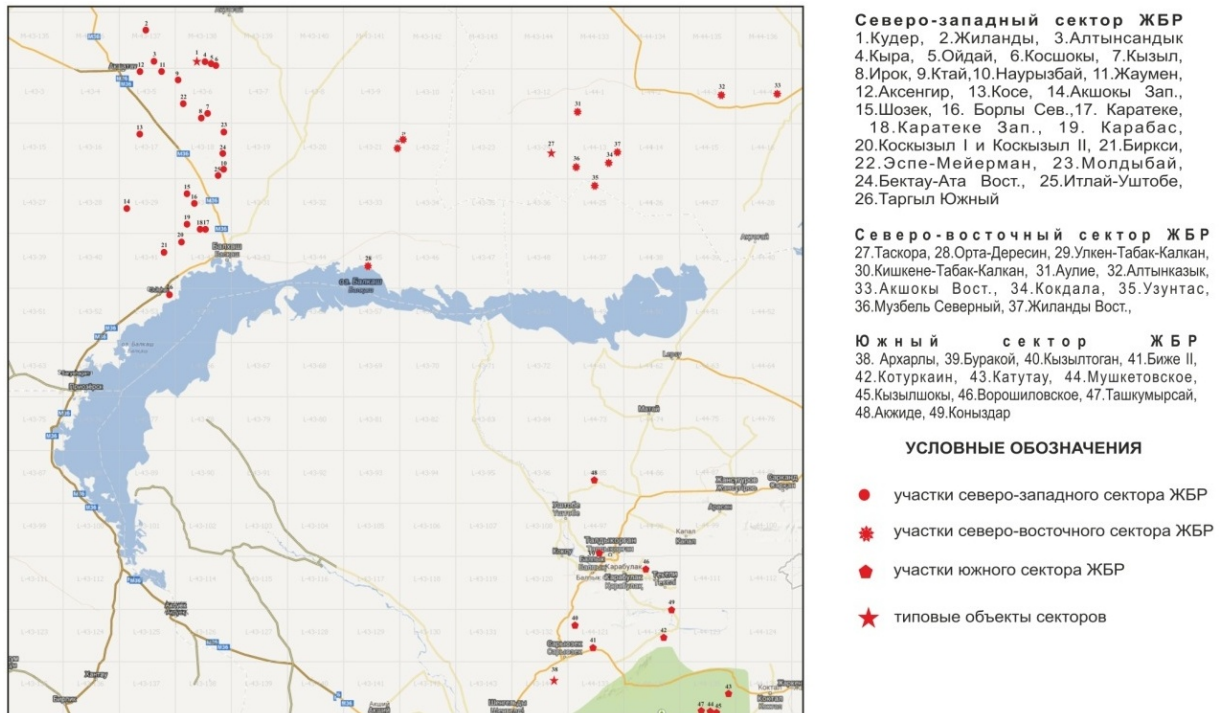


Рисунок 1 – Схема расположения проявлений эпитермального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона, доизученных по грантовому проекту в 2012-2014 годы [4]

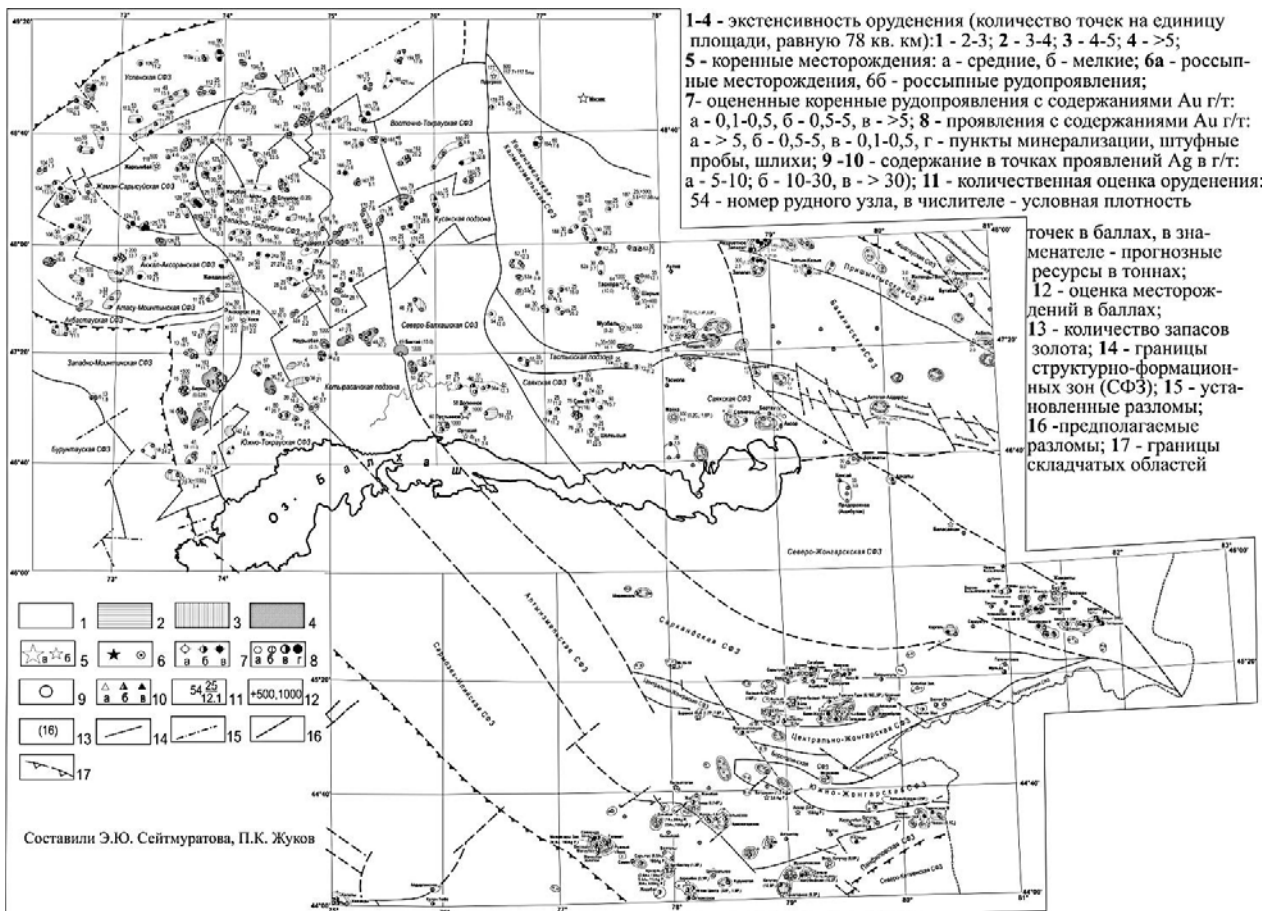


Рисунок 2 – Карта перспективных золоторудных узлов и площадей Жонгаро-Балхашской складчатой системы. Составлено: Э. Ю. Сейтмуратовой, П. К. Жуковым, Ф. Ф. Сайдашевой [41, 47]

**минерализации золота**, из которых, помимо общеизвестных месторождений и рудопроявлений, **364** точки минерализации золота с содержанием от **0,01 до 0,1 г/м**; **453** точки с содержанием золота от **0,5 до 1,0 г/м**; **257** точек с содержаниями золота от **1,0 г/м до 5,0 г/м** и **90** точек минерализации с содержанием золота более **5,0 г/м**.

Работы по проектам проводились поэтапно в пределах структурно-формационных зон, соответствующих «Схеме районирования Жонгаро-Балхашской складчатой системы», разработанной Г. Ф. Ляпичевым и Э. Ю. Сейтмуратовой [31].

При проведении полевых исследований объектов, включенных в полевую программу очередного года, решались следующие задачи: 1) картирование объектов с составлением геологических карт м-ба 1:25 000 – 1:100 000 и выделением и детализацией площадей распространения метасоматически переработанных пород; 2) проведение площадного литохимического опробования ранее и вновь выявленных площадей гидротермально измененных пород.

Площадное опробование обусловлено тем, что оруденение данного типа характеризуется крайне неравномерным распределением содержаний Au в пределах рудоносных площадей, что хорошо демонстрируют рисунки золоторудных месторождений Сильвертон-Теллурид, Тавау Поло, золоторудной провинции Киватин (рисунок 3 А, Б, В) [38, 50].

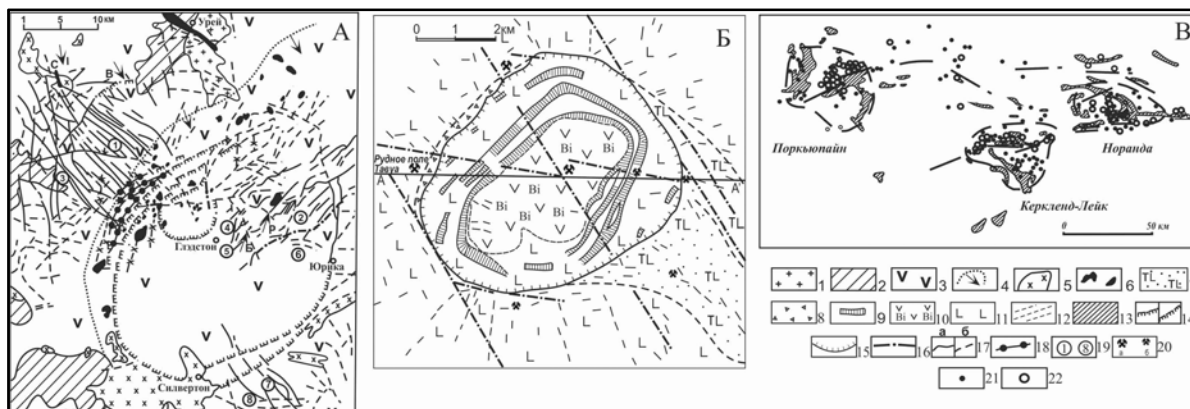


Рисунок 3 – Примеры неравномерного распределения золотой минерализации в золоторудных структурах и полях [38, 50]

**А.** Геологическая схема рудного поля Сильвертон-Теллурид; **Б.** Геологический план кальдеры Ватукоула, остров Фиджи и размещение в ее пределах золоторудных месторождений (Тавау Поло), по Л.С. Денхолму; **В.** Характер размещения разномасштабных проявлений золота в рудных полях (Поркьюпайн, Норанда, Керкленд-Лейк) восточной части провинции Киватин (Канада), по А.М. Гудвину. 1 – граниты (ре); 2 – древние кристаллические породы (рС); 3 – молодые лавы и пирокласты андезитовой, дацит-риолитовой и кварц-латитовой формаций; 4 – граница распространения вулканитов кварц-латит-риолитовой формации; 5 – субвулканические тела риолитов; 6 – штоки и дайки кварцевых порфиров; 7 – трахибазальты; 8 – интрузивные агломераты; 9 – андезитовые конические залежи; 10 – биотитовые андезиты; 11 – базальты; 12 – а) дайки диоритовых порфиров и гранодиорит порфиров, б) дайки не идентифицированные по составу; 13 – субвулканические породы кислого состава; 14 – кольцевые разломы: а – прослеженные, б – предполагаемые; 15 – контур кальдеры; 16 – рудоконтролирующие радиальные разломы; 17 – радиальные золоторудные жилы и разрывы: а – главные, б – второстепенные; 18 – кольцевые разломы с трубообразными золоторудными телами; 19 – цифры в кружках – разноранговые месторождения: 1 – Кемп-Берд, 2 – Саннисайд, 3 – Идарадо, 4 – Голд-Кинг, 5 – Американ-Таннел, 6 – Терри-Таннел, 7 – Шенандо, 8 – Сильвер-Пик; сбросы: Бонита (Б), Росс-Бейсин (Р), Вил-оф-Форчун (В); купольное поднятие – Снеффелс (С); 20 – золоторудные месторождения: а – крупные промышленные, б – мелкие промышленные, в – рудопроявления.

Проведенное геологическое доизучение указанных на рисунке 1 золоторудных объектов позволяет в качестве важнейших результатов назвать следующее:

- Выявление в процессе картирования сложного геологического строения всех вулканотектонических структур, к которым приурочена большая часть изученных золоторудных площадей (Сокуркойской, Наурызбайской, Акшокинской Кудер-Акгирекской, Сымбыльской, Саргульской и др.), обусловлены сложным гетерогенным составом фундамента этих структур и интенсивно проявленной разрывной тектоникой, установленной при использовании комплекса аэро- и космоматериалов (рисунки 4–7 и др.) [4, 48].



Условные обозначения

1	Q <sub>IV</sub>	2	Q <sub>III</sub>	3	Q <sub>II</sub>	4	Q <sub>I</sub>	5	L <sub>1</sub>	6	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	7	V <sub>2</sub> V <sub>2</sub>	8	V <sub>3</sub> V <sub>3</sub>	9	V <sub>4</sub> V <sub>4</sub>	10	V <sub>5</sub> V <sub>5</sub>
11	V <sub>6</sub> V <sub>6</sub>	12	V <sub>7</sub> V <sub>7</sub>	13	X <sub>1</sub>	14	X <sub>2</sub>	15	X <sub>3</sub>	16	X <sub>4</sub>	17	X <sub>5</sub>	18	X <sub>6</sub>	19	X <sub>7</sub>	20	X <sub>8</sub>

- 1-аллювиальные и озерно-аллювиальные, такырные отложения; 2 - аллювиально-делювиальные отложения;
- 3 - кислые вулканыты керөгетасской свиты(C<sub>1</sub>b<sub>2</sub>-m<sub>1</sub>kg);
- 4 - субвулканические интрузии керөгетасской свиты;
- 5 - базальты калмакемельской свиты (C<sub>1</sub>s<sub>2</sub>-b<sub>1</sub>kl);
- 6 - андезибазальты калмакемельской свиты (C<sub>1</sub>s<sub>2</sub>-b<sub>1</sub>kl);
- 7 - андезиты и их туфы калмакемельской свиты (C<sub>1</sub>b<sub>2</sub>-m<sub>1</sub>);
- 8 – андезидациты калмакемельской свиты;
- 9 - вулканогенно-осадочные отложения силура;
- 10 - протерозой; 11 - γζП<sub>1-3</sub>tr; 12 - гранит-фельзит порфиры жерловой фации, керөгетасской свиты;
- 13 - μγδP<sub>1-2</sub>kk; 14 - γδC<sub>2</sub>; 15 - γD<sub>3</sub>ks; 16 - монокварцитовая брекчия по жерловой фации; 17 - тела монокварцитов;
- 18 - серицитовые кварциты; 19 - вторичные кварциты с лимонитом, серицит-каолинит-алунитовая;
- 20 - вторичные каолинит-диккитовые кварциты.

Рисунок 4– Геологическая карта Сокуркойского рудного поля, масштаб 1:25 000.  
Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, В. С. Горяевой, Д. О. Даутбековым с использованием материалов Е. В. Пучкова, В. А. Соколова, Г. Т. Рыбалко, 1964 г. [4]

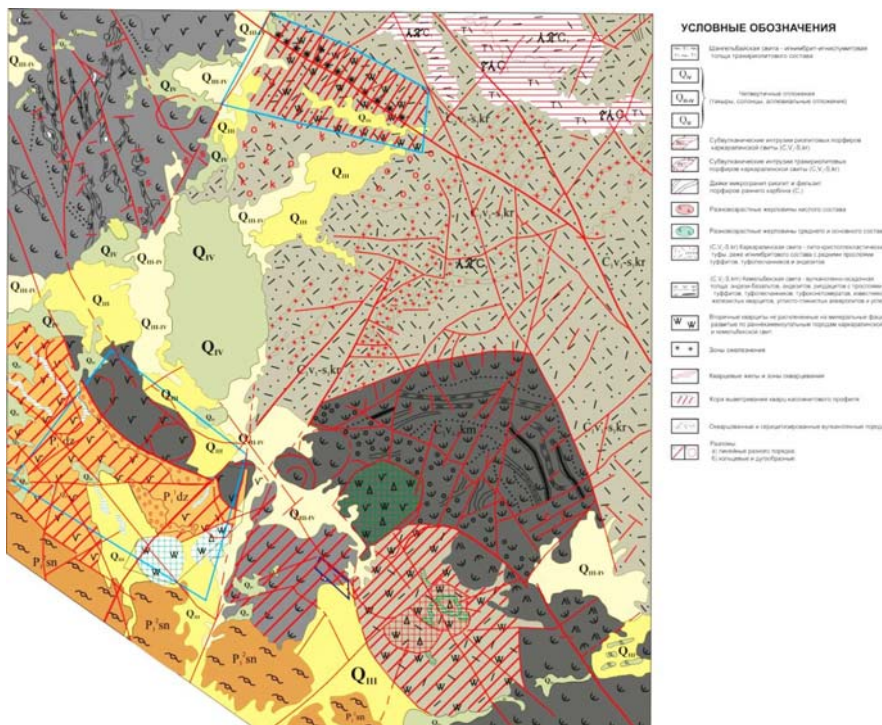


Рисунок 5 – Геологическая карта золоторудной площади Саргуль (L-43-29-Б-г, L-43-Г-6).  
Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Д. О. Даутбековым [4]

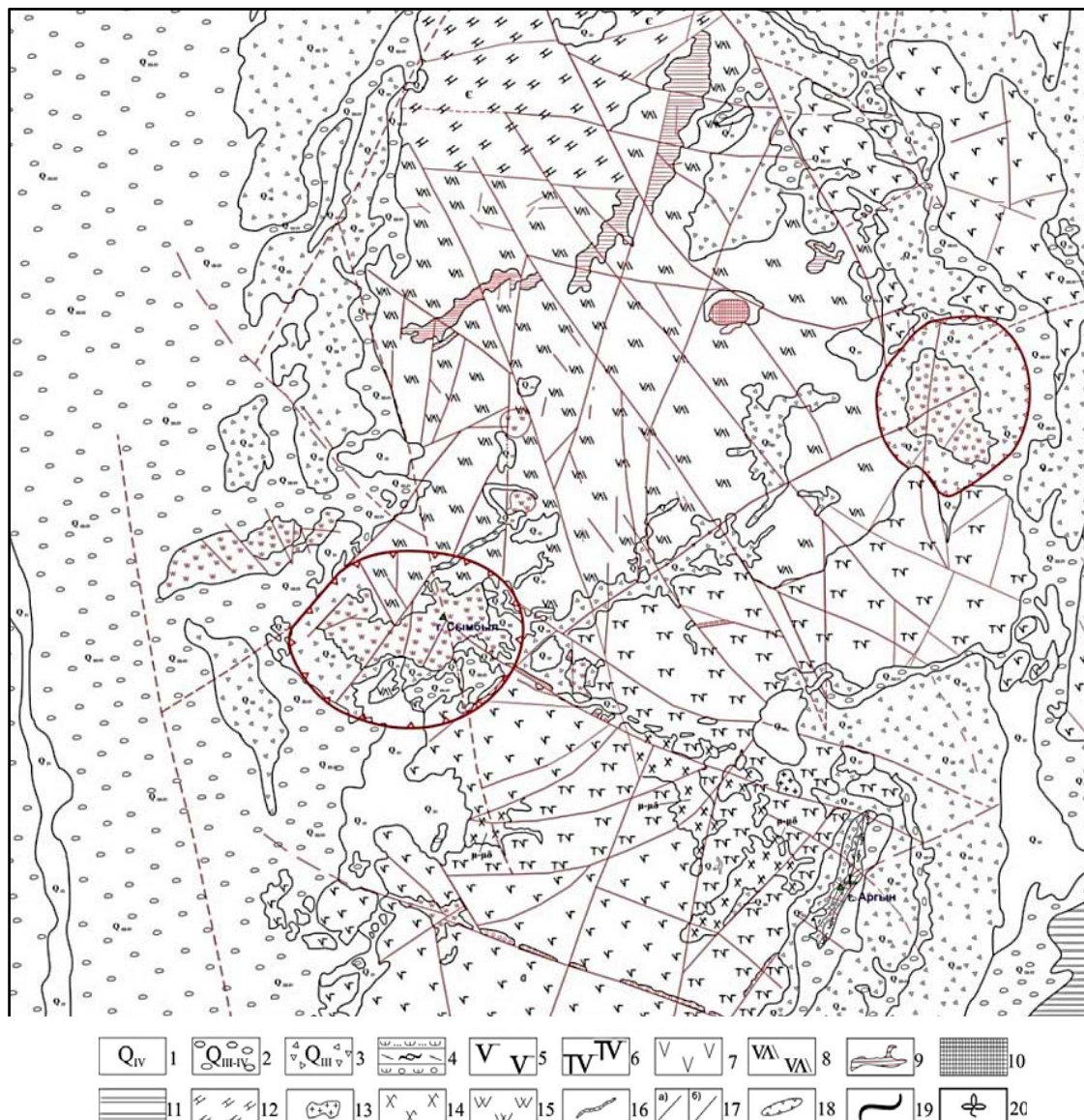


Рисунок 6 – Схематическая геологическая карта перспективной золоторудной площади Сымбул, м-б 1:25 000. Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Ф. Ф. Сайдашевой, Р. Т. Баратовым [48]

1 - современное звено: Аллювиальные пески, такырные отложения, супеси, галечники, щебень и дресва русел и пойм, 2 - аллювиально-делювиальные отложения поймы и надпойменных террас, 3 - делювиально-пролювиальные щебнистые суглинки, супеси, дресва, 4 - коскызыльская свита (C<sub>2</sub>-ks): пепловые туфы, игнимбриты риолитового состава с прослоями вулканомиктовых пород, 5 - 8 калмакэмельская свита (C<sub>1</sub>-2kl): 5 - андезибазальты, 6 - трахибазальты, 7 - андезиты, 8 - каркаралинская свита (C<sub>1</sub>kr): риолиты, дациты и их туфы с прослоями туффитов и песчаников, 9 - субвулканические интрузии кислого состава (гранит-, риолит-порфиры), 10 - жерловая фация, 11 - турне-визейские отложения (C<sub>1</sub>t-v): песчаники, известняки, алевролиты с прослоями углистых сланцев и андезибазальтов, 12 - нерасчлененные кембрийские отложения (C): кварциты, кварц-серицитовые сланцы, 13 - 14 - интрузии топарского комплекса (C<sub>2</sub>tr) - гранодиориты, монзониты, монцодиориты, 15 - нерасчленённые вторичные кварциты, 16 - кварцевые жилы и зоны окварцевания, 17 - тектонические нарушения: а) протяженные, возможно, глубинного заложения б) тектонические нарушения второго порядка, 18 - кольцевые разломы, оконтуривающие вулканические структуры, кальдеры, 19 - геологические границы, 20 - точки захоронения ископаемой флоры

- Детализация распространения метасоматических образований, которые слагают обширные поля на всех изученных площадях, выделявшиеся ранее рядом геологов [1, 8, 9, 35], и выявление их фациальных разновидностей. Наибольшее количество фаций метасоматитов установлено на Кудер-Акгирекской площади. Это вторичные кварциты следующих минеральных типов: моно-кварцевые, кварц-серицитовые, кварц-серицит-диккитовые, кварц-гематит-каолинитовые, алунит-каолинитовые, кварц-диккит-зуниитовые, ярозит-каолинитовые (рисунок 8) [48].

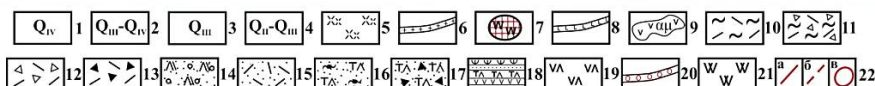
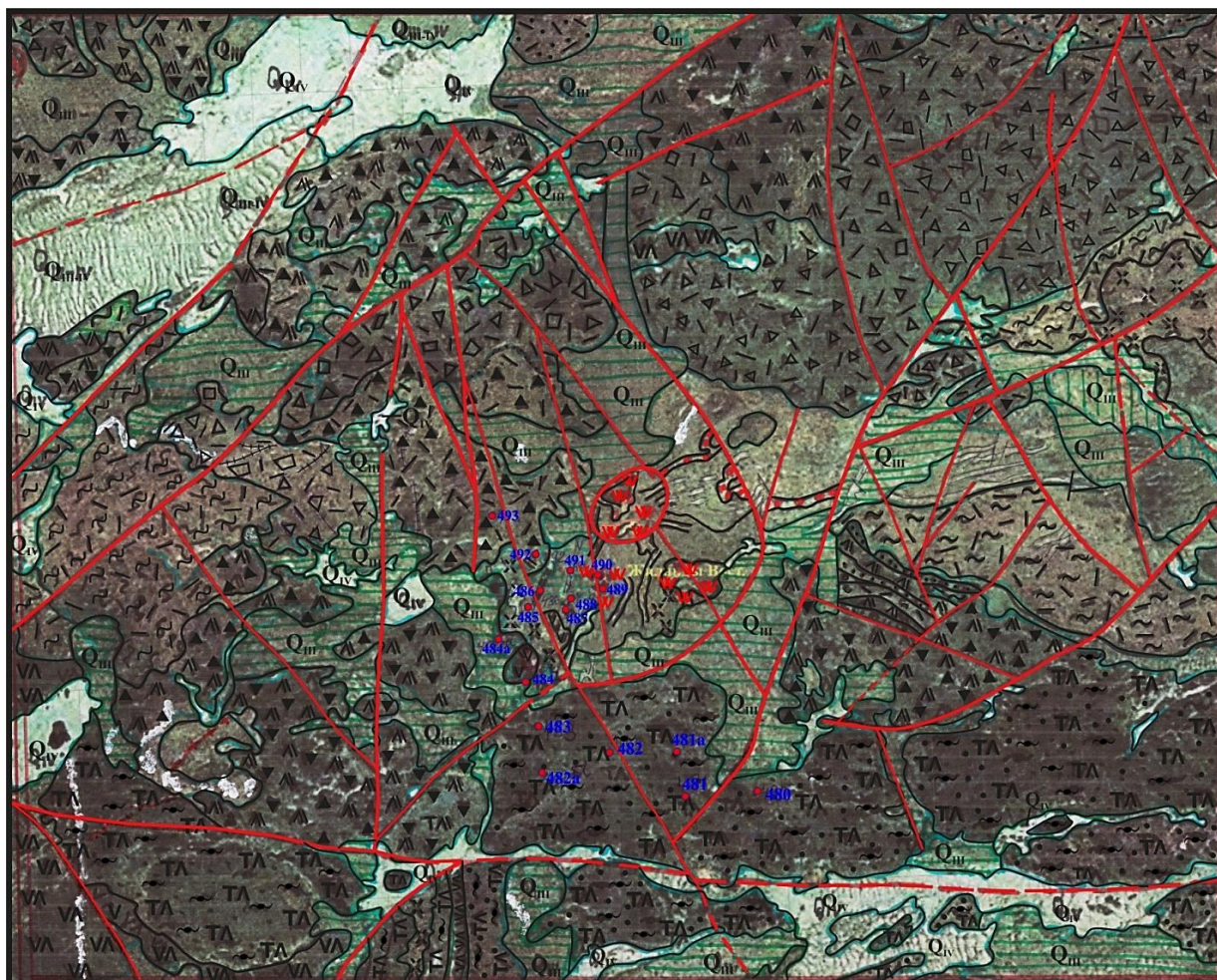


Рисунок 7 – Космогеологическая карта золоторудного участка Жиланды Восточное.  
Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Р. Т. Баратовым [4]

1 - Современные зенно. Аллювиальные пески, супеси, галечники, щебень и дресва русел и пойм; 2 - аллювиально-делювиальные отложения поймы и надпойменных террас; 3 - Делювиально-пролювиальные щебнистые суглинки, супеси, дресва; 4 - Пролувиально-делювиальные пески, супеси, щебень, дресва; 5 -  $\gamma\zeta P_1kk$  – порфиридные граносиениты кикунтайского комплекса; 6 – дайки сиенти-аплитов; 7 – жерловина кислого состава раннепермского возраста; 8 – дайки диабазов; 9 – субвулканические андезитовые порфириды; 10 – 15 – кызылкиинская свита (P<sub>1</sub>kz): 10 – флюидальные лавы риолитового состава, 11 – лавовые брекчии риолитового состава, 12 – вулканические брекчии риолитового состава, 13 – агломератовые туфы риолитового состава, 14 – литокристаллокластические туфы риодацитового состава, 15 – кристаллокластические туфы риолитового состава; 16-19 – колдарская свита (C<sub>2-3</sub>kl): 16 – игнимбриды трахидацитового состава; 17 – агломератовые туфы риодацитового состава; 18 – пачки вулканогенно-осадочных пород; 19 – андезидациты; 20 – зоны окварцевания; 21 – вторичным кварцита нерасчлененные не минеральные фации; 22 – разломы: а) четкодешифрируемый, б) под чехлом рыхлых предполагаемый, в) кольцевые и дугообразные.

- Установлен факт, ранее отмечавшийся [1, 3, 8, 35, 44 и др.], что наиболее характерной, т.е. широко распространенной рудовмещающей метасоматической формацией для эпитермального золото-серебряного оруденения является вторично-кварцитовая.

- Выявлено также, что рудоносность продуктивной вторично-кварцитовой метасоматической формации зависит от ее структурной позиции. В случае, когда она проявлена в центре вулканической постройки, фиксируемой продуктами жерловой и прижерловой фаций, вероятность выявления относительно крупных рудных объектов данного ГПТ наиболее значительная.

- Подтвердилось также то, что благоприятными для рудоотложения являются периферийные зоны вулканических структур, радиальные и кольцевые разломы.

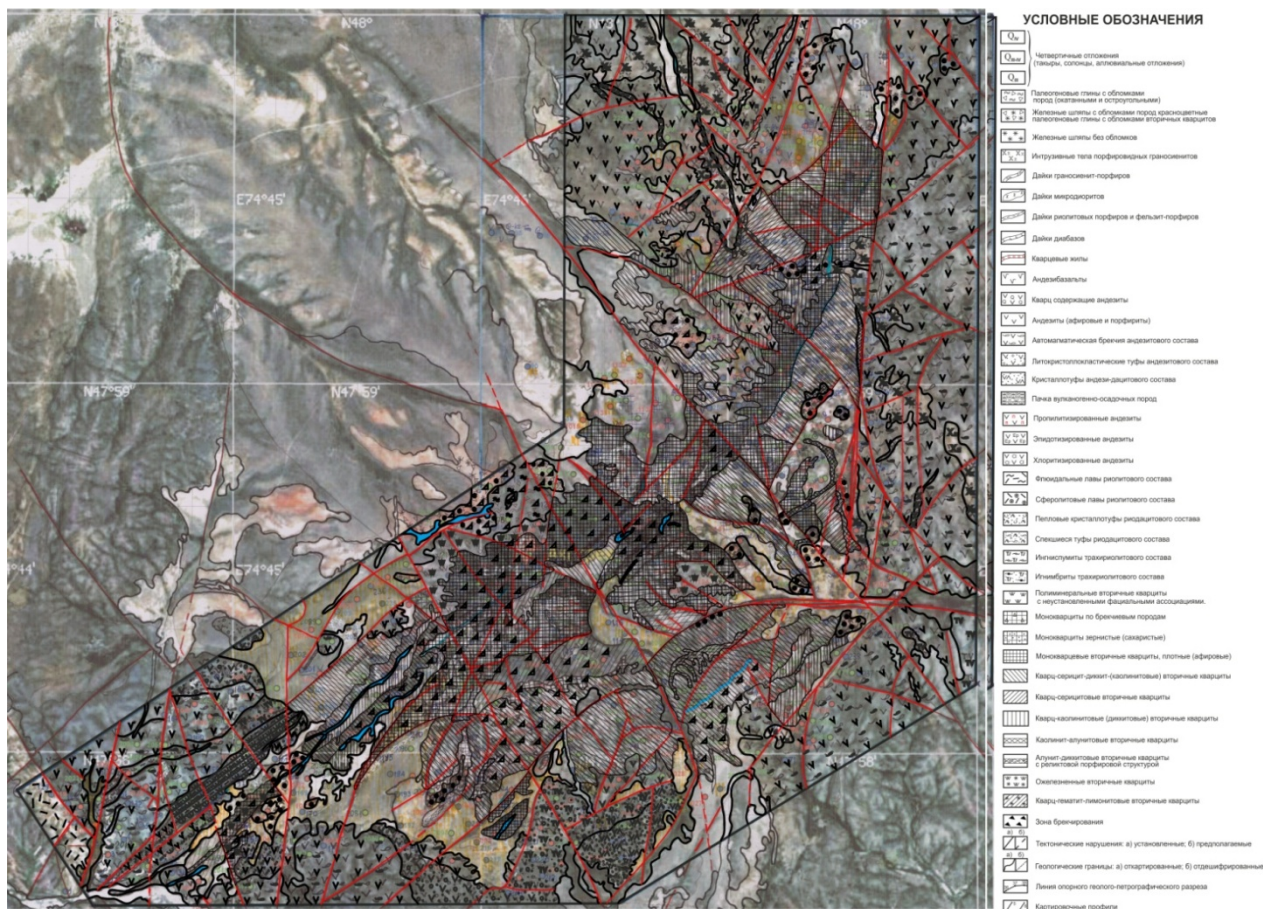


Рисунок 8 – Космогеологическая карта перспективного золоторудного участка Акгирек, м-б 1:10 000. Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Р. Т. Баратовым, Д. О. Даутбековым [48]

На выше охарактеризованных площадях в период 2012-2014 гг. помимо выполнения крупномасштабного геологического доизучения с составлением детальных карт было проведено площадное литохимическое опробование по сети 100x100 м по коренным породам и рыхлым отложениям с последующим анализом результатов исследования каменного материала полуколичественным спектральным (на 24 элемента) и количественным атомно-абсорбционным на золото методами.

Геохимическими методами была проведена обработка результатов выполненных аналитических исследований. Было выявлено, что элементами-индикаторами золотого оруденения являются Рb, Си, Мо, Вi, а субфоновые элементы представлены Со, Ni, V, Sn, и они характеризуются отрицательными корреляционными отношениями к золоту.

Построенные по всем площадям схемы геохимических ореолов типа рисунков 9–11 (всего 43) следующих элементов: Ag, Рb, Си, Zn, Мо, Вi и геолого-геохимические разрезы по профилям [4, 48] позволили выявить:

1) геохимическую специализацию для каждой площади;

2) тесную положительную корреляционную связь между Au-Pb-Mo-Bi-Ag- Си; по данным корреляционного анализа определена продуктивная геохимическая ассоциация элементов (Au, Ag, Рb, Си), которая на верхнерудных и рудных уровнях дополняется висмутом, а в позициях удаленно-надрудных и бокового выклинивания место висмута занимает молибден. Ореолы свинца, висмута, реже цинка имеют преобладающее развитие на верхне- и среднерудных уровнях;

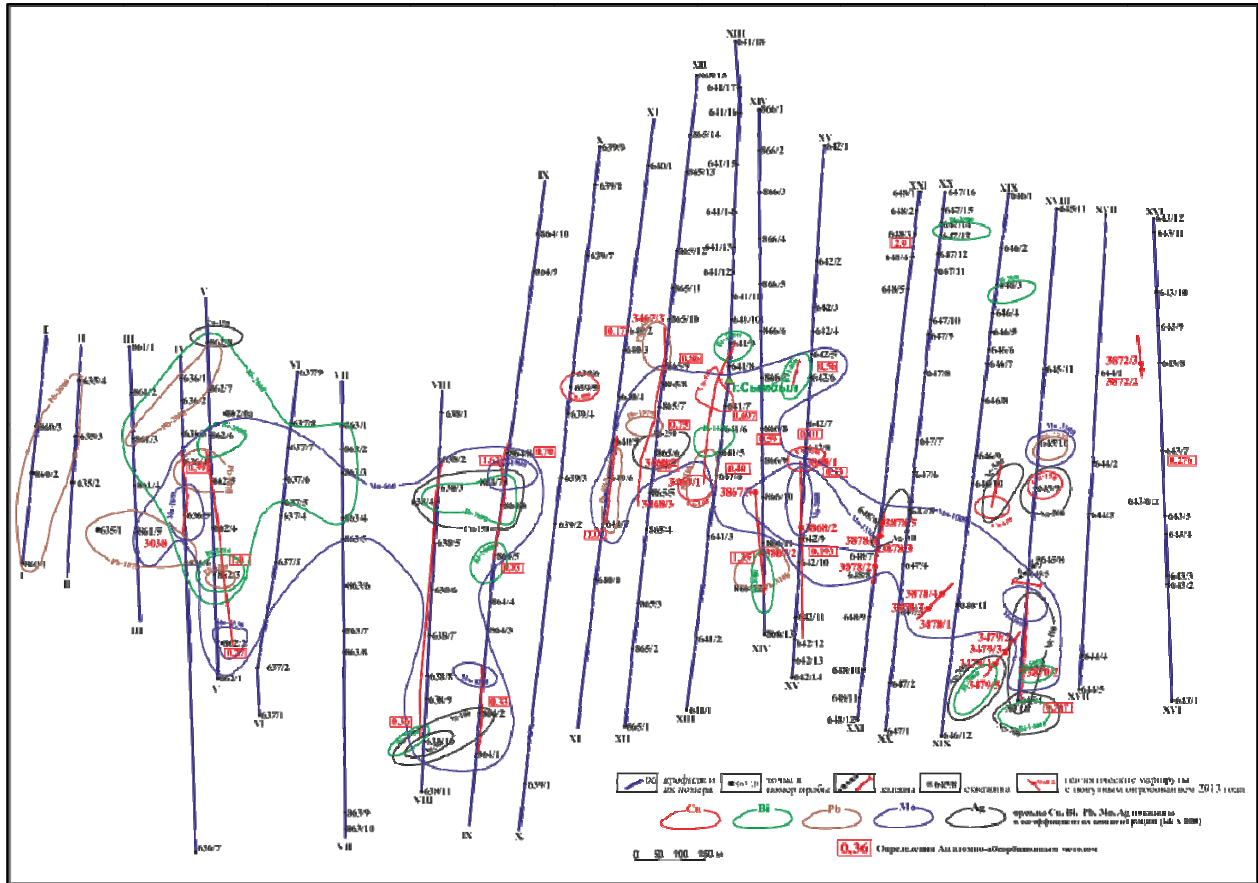


Рисунок 9 – Схема ореолов Mo, Ag, Bi, Pb, Cu золоторудного участка Центральный Сымбыл. Составлено В. С. Горяевой, Р. Т. Баратовым [48]

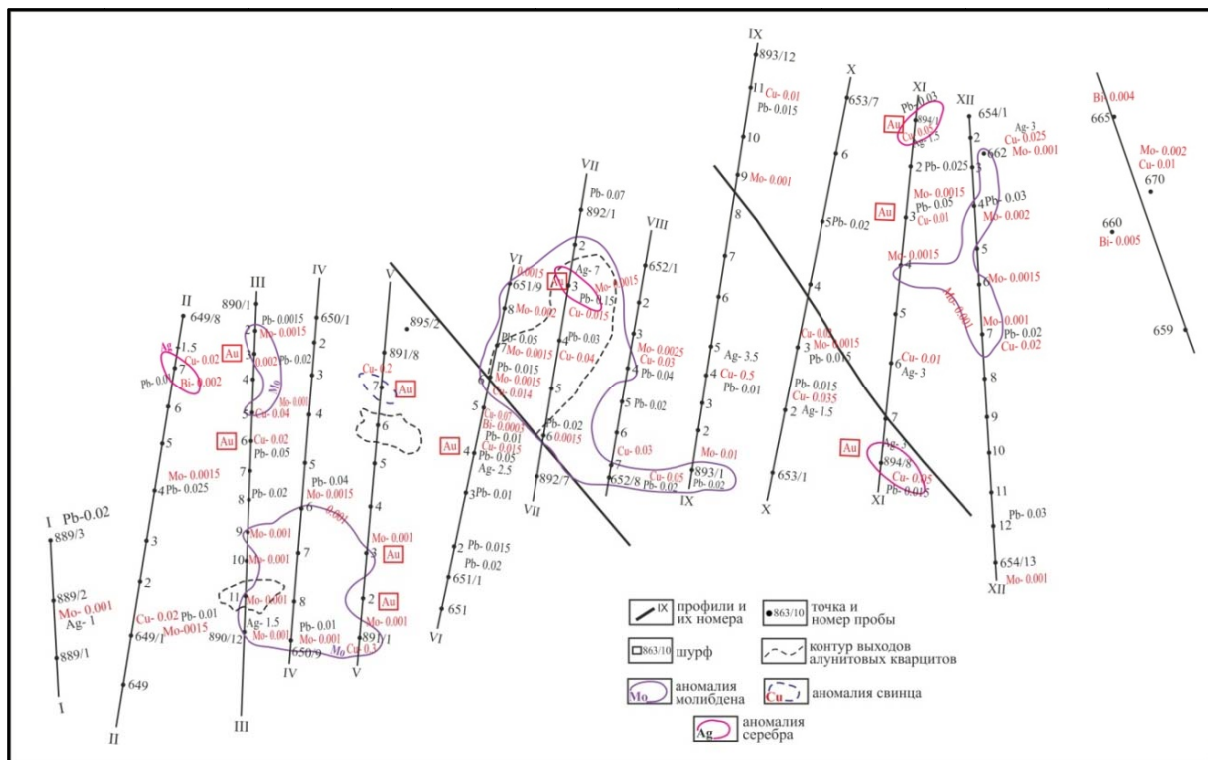


Рисунок 10 – Схема литохимического опробования и геохимических ореолов золоторудного участка Сымбыл Северо-Западный. Составлено В. С. Горяевой, Д. О. Даутбековым [48]



Имеющиеся данные по геологическому строению, спектральному и атомно-абсорбционному анализам позволили авторам составить прогнозные схемы для ряда изученных золоторудных площадей (Сымбыл, Кудер-Акгирек, Наурызбай, Саргуль, Сокуркой и др.) с выделением участков по степени их перспективности – на первоочередные, второй очереди и второстепенные (рисунки 12, 13 и др.) [4, 48].



Рисунок 12 – Прогнозная схема золоторудной площади Сымбыл, м-б: 1:250 000.  
Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Ф. Ф. Сайдашевой, В. С. Горяевой [48]

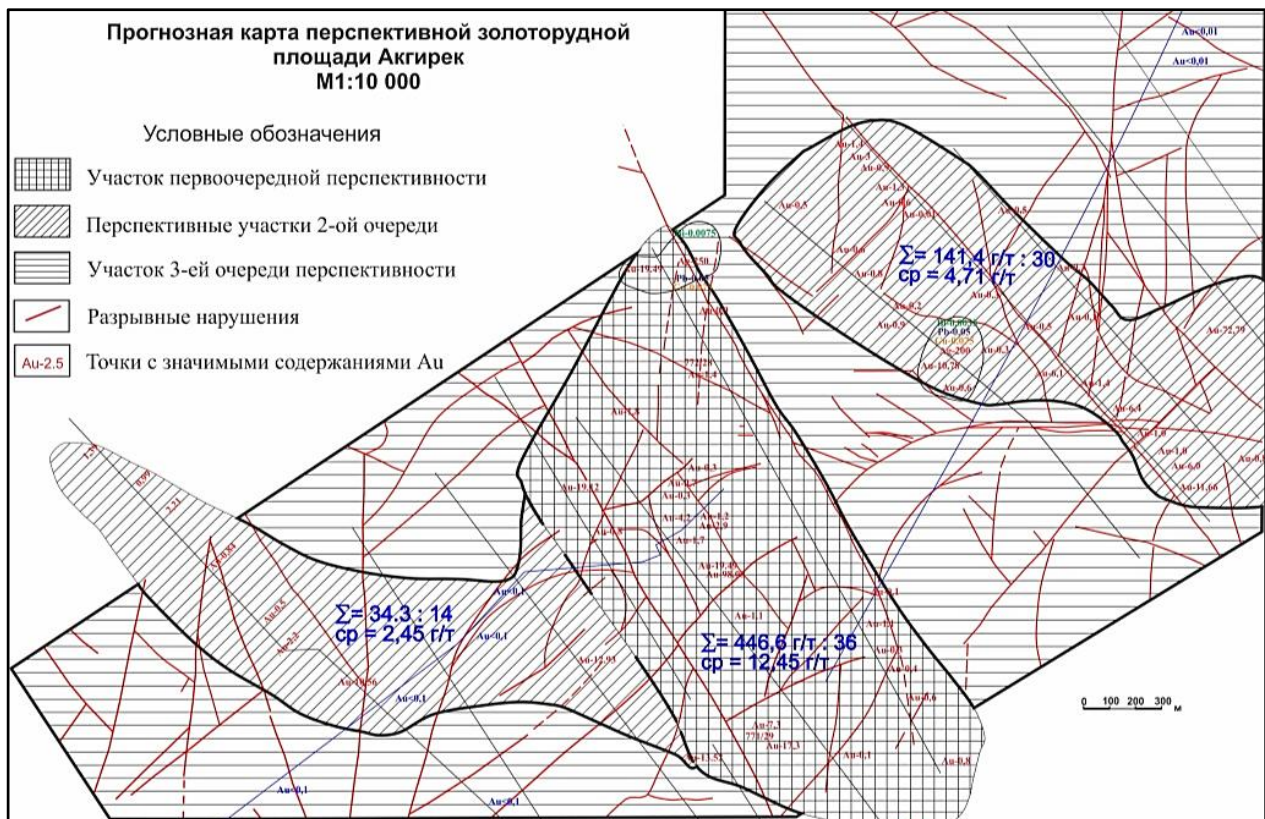


Рисунок 13 – Прогнозная карта золоторудной площади Акгирек, м-б: 1:10 000.  
Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, В. С. Горяевой [48]

На базе этих же данных для ряда изученных золоторудных проявлений ЖБСС был проведен подсчет прогнозных ресурсов золота по ряду золоторудных проявлений (таблица 1) [4, 48], которые имеют большое практическое значение.

Таблица 1 – Прогнозные ресурсы по ряду золоторудных проявлений Жонгаро-Балхашской складчатой области [4]

Наименование участка	Длина	Ширина	Площадь, м <sup>2</sup>	Об. на 10 м	Об. на 20 м	Уд.об, т/м <sup>3</sup>	Ср. сод. Au, г/т	Коэф. над. Кн	Н=10 м, т	Н=20 м, т.
Акгирек	5300	2100	11130000	111300000	222600000	2,6	1	0,3	86,814	173,6
Наурызбай	1700	800	1360000	13600000	27200000	2,6	0,4	0,3	4,2432	8,486
Сокуркой	2900	2700	7830000	78300000	156600000	2,6	1	0,3	61,074	122,2
Акшоки Зап.	3100	1100	3410000	34100000	68200000	2,6	0,4	0,3	10,639	21,28
Саргуль род.	1987	530	1053110	10531100	21062200	2,6	0,4	0,3	3,285	6,571
Карабас	3717	901	3349017	33490170	66980340	2,6	0,3	0,3	7,8367	15,67
Сымбыл Центр.	2135	1932	4124820	41248200	82496400	2,6	0,84	0,3	27,025	54,05
Сымбыл СЗ	2539	362	919118	9191180	18382360	2,6	0,9	0,3	6,452	12,90
Сымбыл С	1405	934	1312270	13122700	26245400	2,6	0,8	0,3	8,188	16,37
Косе	2000	1800	3600000	36000000	72000000	2,6	0,5	0,3	14,04	28,08
Косшоки	2900	2000	5800000	58000000	116000000	2,6	0,4	0,3	18,096	36,19
Итбай-Уштобе	2110	1735	3660850	36608500	73217000	2,6	0,4	0,3	11,421	22,84
Борлы	2200	1800	3960000	39600000	79200000	2,6	0,5	0,3	15,444	30,88
Каратеке	1710	2375	4061250	40612500	81225000	2,6	0,4	0,3	12,671	25,34
Жиланды вост	2800	2300	6440000	64400000	128800000	2,6	0,2	0,3	10,046	20,09
Улькен-Табаккалган	1100	700	770000	7700000	15400000	2,6	0,5	0,3	3,003	6,006
Кишкен-Табаккалган	1000	650	650000	6500000	13000000	2,6	0,55	0,3	2,7885	5,577
<b>Всего ресурсов</b>									<b>303,07</b>	<b>606,1</b>

Из анализа таблицы 1 несомненно перспективными являются золоторудные площади и объекты - Сокуркой, Сымбыл, Кудер-Акгирек, Акшоки, Биркси и др. [4, 48].

**Мелкое медно-порфировое месторождение Сокуркой [9]** находится в СЗ Прибалхашье в 80 км к юго-западу от г. Балхаш. Контур рудного тела почти полностью совпадает с одноименным массивом вторичных кварцитов, развитых по жерловой фации вулкана Сокуркой.

Рекомендуемый объект был открыт в 1928 г. М. П. Русаковым. Месторождение в качестве медно-порфирового долгие годы (50-70 гг.) изучалось виднейшими геологами Казахстана (В.А. Соколов, Е.В. Пучков и др.). Оцененное в качестве мелкого медного месторождения, по которому были определены прогнозные запасы меди, молибдена и алунита, объект многие годы оставался вне внимания геологов, в то время как повышенные содержания золота отмечались с самого начала его изучения. Так фоновое содержание золота в массиве вторичных кварцитов по данным геологов Балхашской ГФП в 1964 г. составляет 0,03 г/г, в отдельных пробах - 0,1-1 г/г, а в двух пробах по данным спектрозолотометрического анализа, концентрация золота достигала 8 и 10 г/г. В 1965-1966 гг. работы по изучению золотоносности месторождения были продолжены Г.Т. Рыбалко, Е.В. Пучковым и другими, 1968 г. По сведениям этих авторов, «повышенное содержание золота присутствует во всех типах кварцитов, однако чаще всего оно наблюдается в алунитовых и серицитовых разностях» [9]. Кроме того, они отметили, что «какой-либо закономерности распределения золота по аномальным содержаниям не устанавливается».

В 1969 г. работниками Балхашской ГРЭ было лишь подмечено, что наиболее высокое содержание золота обнаруживается до глубины 300 м. Ниже 300 м участки с содержанием золота 0,1 г/г и выше встречаются редко, мощность их не превышает 5 м. Самая большая концентрация золота отмечалась предшественниками в западной части массива. Она приурочена к алунитовым

вторичным кварцитам и верхним частям серицитовых вторичных кварцитов. Здесь фиксируются такие интервалы содержания золота: 0,46 г/т на 10 м; 0,37 г/т на 8,1 м; 1,6 г/т на 1,3 м; 1,14 г/т на 5 м; 1,3 г/т на 5,5 м; 0,5 г/т на 20 м; 2,6 г/т на 0,5 м. Более высокой концентрации золота не встречалось.

В дальнейшем вопрос золотоносности Сокуркой оставался в забвении. И только позже, в начале 2000 годов, на месторождении на контрактной основе компанией «Ньюмонт Казахстан ЛТД» (контракт от 24 декабря 2001 г. № 883) были проведены геолого-разведочные работы опять таки на медь, но в данном случае впервые были приведены прогнозные ресурсы золота, которые почему-то остались вне внимания золотопромышленников. Сведения о результатах этих работ имеются в Интернете: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P040000433>.

Исходя из этой информации и зная, что добычные работы на месторождении все еще не проводятся, авторами объект был включен в программы полевых работ 2012 и 2013 годов для доизучения его золотоносности. Проведенное литохимическое штучное опробование большей части горных выработок последних разведочных работ в северо-восточной и восточной частях массива и последующие аналитические исследования убедительно подтверждают его золотоносность (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Результаты количественного атомно-абсорбционного анализа на золото по перспективному участку Сокуркой [4]

№ пробы	Au, г/т	№ пробы	Au, г/т	№ пробы	Au, г/т	№ пробы	Au, г/т
54/7	8,04	55/26	5,01	55/52	29,00	67/2	1,9
54/9	13,00	55/27	1,94	61/14	15,00	69/3	3,5
54/11	7,36	55/36	5,3	61/19	3,5	69/5	1,6
54/14	2,9	55/44	6,2	61/20	15,00	69/7	8,8
55/14	1,05	55/46	3,5	61/21	2,4	70/2	1,8
55/18	9,91	55/47	3,3	61/29	2,7	70/10	4,6
55/23	7,96	55/48	20,00	61/32	2,5		

Новые результаты по золотоносности массива вторичных кварцитов Сокуркой, полученные в процессе работ авторов в 2012-2013 гг., приведенные в таблице 2, помимо подтверждения его золотоносности, о которой говорится давно и многими, вырисовывают также иной контур золотого оруденения, чем приводится в информации компании «Ньюмонт Казахстан Голд Лимитед» и материалах предшественников.

Если по указанным данным золотоносной считалась лишь юго-западная часть Сокуркойского массива вторичных кварцитов, то материалы полевых и камеральных работ авторов указывают на достаточно высокую золотоносность прежде всего северо-восточного, восточного и юго-восточного участков. Имеющийся материал позволяет для этой части массива вторичных кварцитов подсчитать прогнозные ресурсы золота.

Для подсчета прогнозных ресурсов авторы, проявляя осторожность, используют минимальные значения всех показателей. Так, среднее содержание Au берется равным 0,6 г/т, а коэффициент надежности ( $K_n$ ) равен 0,3.

В целом по массиву Сокуркой с учетом данных компании «Ньюмонт Казахстан Голд Лимитед» по юго-западу месторождения равной **12 т золота** и нашим данным по СВ и востоку массива – **14 т 976 кг (на глубину 20 м)** прогнозные ресурсы Au объекта составляют – 26 т 976 кг.

Приведенные цифры определенно характеризуют Сокуркой в качестве промышленно-значимого объекта среднего масштаба, требующего доизучения в процессе проведения следующего этапа поисково-оценочных и поисково-разведочных работ. При этом в первую очередь необходимо определить золотоносность его центральной части. В случае выявления рудоносности центральной части массива параметры продуктивной площади существенно увеличатся. Учитывая, что на современном этапе разработки эпitherмальных золоторудных и золотосодержащих месторождений, рентабельно осваиваются месторождения с содержаниями золота менее 1 г/т

[10, 36 и др.], пересчет запасов золота по Сокуркою может оказаться весьма результативным. Приведенные цифры прогнозных ресурсов весьма приблизительно отражают истинную золотоносность объекта. Оценка на глубину 10 и 20 м – это заниженные цифры глубины распространения оруденения, так как по материалам предшественников (Пучков, Рыбалко и др., 1968) [9] имеются данные по двум скважинам, в которых значимые содержания золота установлены на глубинах >100 м. Следовательно, в случае пересчета запасов с новых позиций результаты могут превышать настоящие данные кратно в 2-3 раза, что позволит перевести объект из ранга золоторудного проявления среднего масштаба в ранг золоторудного месторождения крупного класса.

**Золоторудная площадь Сымбыл.** Авторы также рекомендуют для проведения детальных поисково-разведочных работ Сымбыльскую золоторудную площадь, золотоносность которой обозначилась в результате проведения сотрудниками Института геологических наук им. К. И. Сатпаева производственного проекта «Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 Акштатау-Коньратского рудного района (L-43-III, IV, IX, X) (1992-2000 гг.) [44].

При проведении указанных работ на площади Сымбыл выявились зоны и массивы метасоматически переработанных вулканических пород, опробование которых единичными штучными пробами и более детально участка Умит [44] показало несомненную золотоносность территории.

В целом к концу указанных работ по изученной территории у авторов рекомендации имелось свыше 500 штучных проб со значимыми содержаниями золота от 0,1-0,3 до 5-8 г/т, а в единичных случаях 12 и 19 г/т.

Большая часть проб (около 415) была отобрана на участке Умит при проведении ГДП-200 [44], что позволило авторам ГДП-200 построить геохимические ореолы по участку (рисунок 14 А, Б, В) [44] и рекомендовать его АО «Балхашзолото» в 1995 г. для проведения детальных поисково-оценочных работ, а на территории всей золотоносной Сымбыльской площади (60 км<sup>2</sup>) - поисковые работы.

К сожалению, рекомендованные работы, обоснованные и отраженные в проекте, не были осуществлены согласно ему. Без детального изучения поверхности при переброске буровых станков после окончания работ на месторождении «Долинное» на новый объект работниками АО на участке были пробурены «мимоходом» 8 скважин объемом ~ 840 пог. м. Не получив «с ходу» хороших результатов, работники АО «Балхашзолото» полностью потеряли интерес к участку Умит, а тем более ко всей площади Сымбыл.

Тем не менее, авторы рекомендации считают, что, несмотря на проведение указанных работ, высокая перспективность золотоносности Сымбыльской площади никоим образом не должна ставиться под сомнение. И это, прежде всего в связи с тем, что золоторудная площадь Сымбыл,

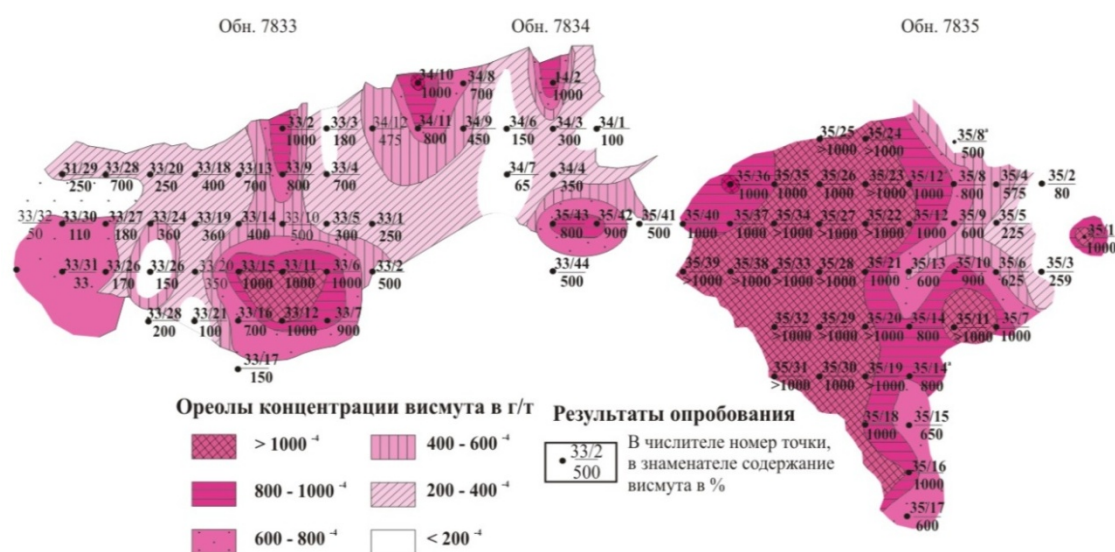


Рисунок 14 А – Схема распределения содержаний висмутазолото-серебряного рудопроявления Умит [44]. Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Г. Ф. Ляпичевым, Ф. Ф. Сайдашевой, 1995

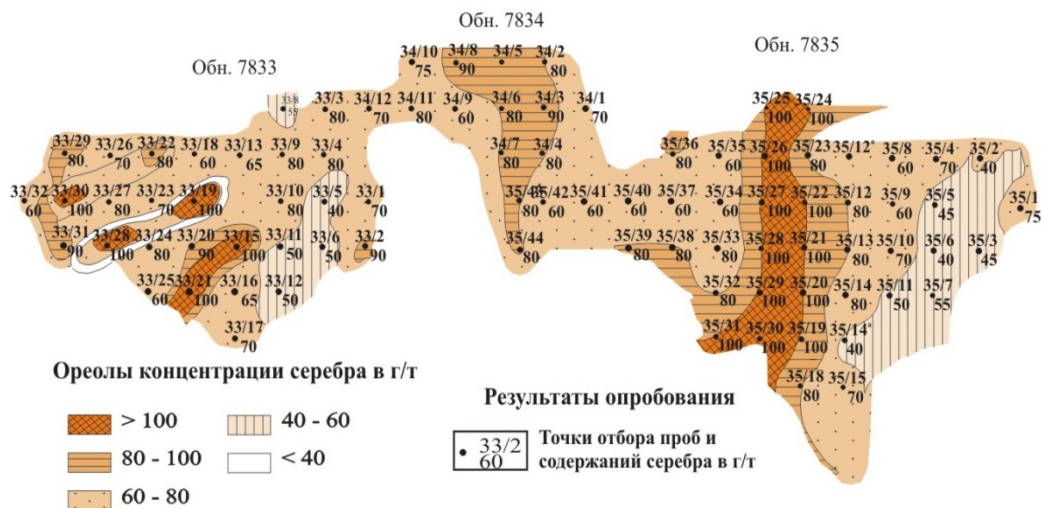


Рисунок 14 Б – Схема распределения содержаний серебра золото-серебряного рудопоявления Умит [44]. Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Г. Ф. Ляпичевым, Ф. Ф. Сайдашевой, 1995

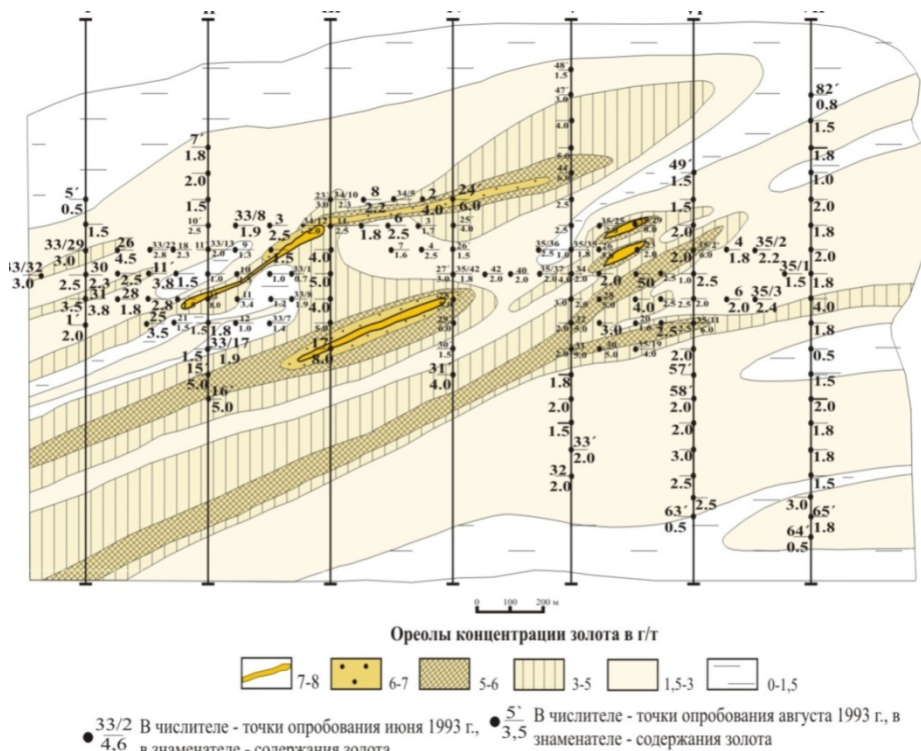


Рисунок 14 В – Схема распределения содержаний золота золото-серебряного рудопоявления Умит [44]. Составлено Э. Ю. Сейтмуратовой, Г. Ф. Ляпичевым, Ф. Ф. Сайдашевой, 1995

выделяемая в пределах одноименной Сымбыльской вулcano-плутонической структуры, характеризуется наличием всех факторов рудоносности, позволяющим относить установленную Au-Ag минерализацию в её пределах к эпитермальномy вулcanoгенномy ГПТ, о перспективности которого уже сказано в начале статьи. Поэтому проведение поисково-разведочных работ на Сымбыльской золоторудной площади рекомендуется в пределах всей потенциально рудоносной площади (60 км<sup>2</sup>).

В качестве дополнительных обоснований к постановке поисково-разведочных работ, помимо выявленных известных геологических факторов рудоносности площади, следует отнести еще следующие:

- Во-первых, проведено геологическое доизучение перспективной площади, в связи с чем уточнены контуры распространения рудоносных метасоматических пород; на базе дешифрирования аэро- и космоснимков, доработана структурно-тектоническая основа геологической карты; составлены новые Геологическая и Прогнозная схема Сымбыльской перспективной золоторудной площади м-ба 1:25000, на базе которых выделены следующие перспективные участки: Сымбыл Северный, Северо-Западный, Центральный, Южный, Умитская зона, Северный Аргын и Аргын (см. рисунок 6, 13) [48].

- Во-вторых, в полевые сезоны 2012-2013 годов на всех перечисленных участках проведено площадное литохимическое опробование по коренным породам. В целом для характеристики золотоносности площади было отобрано ~ 1500 проб, которые частично прошли аналитические исследования – полуколичественный спектральный, и в крайне усечённом объеме из-за недостаточного финансирования, количественный атомно-абсорбционный анализы, подтверждающие золотоносность площади.

В-третьих, на основе проведенного анализа геохимических данных на некоторых участках выявлены аномальные зоны повышенной концентрации элементов спутников золота и комплексные аномалии, с которых можно начинать буровые работы для заверки золотоносности на глубину.

Наличие данных спектрального и незначительного количества атомно-абсорбционного анализов позволило авторам ранжировать золоторудные участки площади по степени их перспективности: на первоочередные, второй очереди и второстепенные (см. рисунок 13)[48].

В-четвертых, о перспективности предлагаемого объекта свидетельствует и подсчет прогнозных ресурсов по выделенным перспективным участкам по общепринятой формуле:

$$Q = (V \cdot d \cdot C) \cdot K_n ,$$

где  $V$  – объем рудоносной площади,  $m^3$ , рассчитанный по формуле:  $V = S \cdot H$  ( $S$  – площадь,  $km^2$ ,  $H$  – глубина подсчета,  $m$ );  $d$  – удельный объем, равный  $2,6 t/m^3$ ;  $C$  – среднее содержание металла,  $g/t$ ;  $K_n$  – коэффициент надежности (от 0,3 до 0,5).

Таблица 3 – Подсчет прогнозных ресурсов Аперспективных участков Сымбыльской золоторудной площади на глубину 10 м (числитель) и 20 м (знаменатель) [48]

Наименование участка	Площадь, $m^2$	Объем, $m^3$		Удельный объем, $t/m^3$	Средн. содер. Au, $g/t$	Коэф. надеж. $K_n$	Прогнозн. ресурсы
		на гл – ну 10 м.	на гл – ну 20 м				
Сымбыл Северный	1 312 500	$\frac{13\ 125\ 000}{26\ 250\ 000}$		2,6	0,7	0,3	<b>7 т 166 кг</b> <b>14 т 332 кг</b>
Сымбыл Северо-Западный	918 750	$\frac{9\ 187\ 500}{18\ 375\ 000}$		2,6	0,7	0,3	<b>5 т 16 кг</b> <b>10 т 32 кг</b>
Сымбыл Центральный	4 125 000	$\frac{41\ 250\ 000}{82\ 500\ 000}$		2,6	0,8	0,3	<b>25 т 740 кг</b> <b>51 т 480 кг</b>
В целом прогнозные ресурсы составляют							<b>38,066</b> <b>76,132</b>

При окончательной оценке перспектив Сымбыльской золоторудной площади следует также учитывать запасы Au рудопроявления Умит, которое по трем вариантам подсчета прогнозных запасов А. Б. Диаровым [48] оценивается как мелкое месторождение пригодное для старательской добычи в ближайшее время. Запасы 80 кг (5 м), 230 кг (10 м), 2,025 т (20 м) золота соответственно вариантам подсчета не могут вызывать сомнения.

На данной стадии изученности перспективная площадь Сымбыл однозначно соответствует крупнообъемным месторождениям с убогими рудами, разрабатываемых открытым способом с использованием новых технологий (кучное, чановое выщелачивание и др.) для извлечения золота. Даже при не очень больших запасах разработка подобных месторождений считается рентабельной во всем мире [10, 36 и др.].

Несомненно благоприятным фактором в пользу разворота на площади поисково-разведочных работ является кучное расположение выделяемых перспективных участков, что в дальнейшем

позволит организовать единую промплощадку для добычи и кучного выщелачивания Au из руд с убогими содержаниями.

**Перспективная для постановки поисково-оценочных работ золоторудная площадь Кудер-Акгирек [48]** расположена в юго-западном секторе крупной вулcano-купольной кольцевой структуры Кызылтас. В ее пределах находятся: полиметаллическое рудопроявление Акгирек, которое было рекомендовано после проведения ГДП-200 для доизучения на золотое оруденение [44]; варварски отработанное старателями мелкое золоторудное месторождение Кудер; точки минерализации золота Кыра, Ойдай, Косшоки, выделенные по единичным штуфным пробам со значимыми содержаниями Au (от 0,2 до 4,1 г/т) [44].

Ключевыми объектами перспективной золоторудной площади Кудер-Акгирек являются массив вторичных кварцитов Акгирек и одноименное с ним полиметаллическое рудопроявление Акгирек. Вторичные кварциты массива Акгирек развились преимущественно по породам жерловой фации трещинной жерловины, выполненной брекчиевыми образованиями, являющимися основными рудовмещающими породами. Полиметаллическое рудопроявление Акгирек ранее по работам геологов Балхашской ГРЭ (Горбатенко и др. 1972 г.) [11] было оценено как бесперспективное. Позднее (1995) Э.Ю. Сейтмуратовой на участке металлотриемией были выявлены ореолы меди, серебра и в единичных штуфных пробах установлены содержания золота от 0,8 до 2,5 г/т, серебра > 35 г/т, свинца -0,05%, меди 0,04 %; шликотгеохимией (В.Ф. Митрофанский, 1995 г.) зафиксированы единичные знаки золота [44].

Указанная золотоносность в полиметаллическом рудопроявлении, подобно месторождению Жосабай, давно рассматривается авторами рекомендации в качестве дополнительного резерва для выявления золоторудных месторождений в Жонгаро-Балхашской складчатой области, поэтому объекты с уже выявленной золотой минерализацией следует опосковывать и давать оценку их перспективности на золото [8, 23, 44].

Сказанное определило то, что в 2012-2014 гг. были запланированы и проведены полевые работы на описываемой площади Кудер-Акгирек для оценки промышленных перспектив золотоносности, а также для оценки входящих в неё золоторудных проявлений и точек минерализации Косшоки, Кыра и Ойдай.

Для решения поставленной задачи в полевые сезоны 2012-2013 годов были проведены крупномасштабное картирование (1:25 000) Акгирекской площади с полевой корректурой аэрокосмогеологической карты, площадное литохимическое опробование коренных пород и рыхлых отложений в пределах геологических тел и тектонических структур, золотоносность которых была установлена ранее только по единичным пробам. В дальнейшем пробы были переданы в лаборатории ИГН для проведения спектрального (полуколичественного) и количественного атомно-абсорбционного анализов.

В итоге анализа материалов проведенных работ: геологической карты (см. рисунок 8), с которой считываются все факторы рудоносности, характерные для эпитеpmальных вулcanoгенных Au-Ag месторождений: расположение проявления в пределах Балхаш-Илийского вулcano-плутонического пояса, приуроченность Au-Ag оруденения к вулcanoгенным породам, представляющим жерловую фацию, структурная приуроченность к кольцевому разлому крупной вулcano-плутонической структуры Кызылтас [8], широкое развитие обычно рудоносных кварц-серицит-гематит-диккит-каолинитовых вторичных кварцитов, наличие со значимыми содержаниями элементов-спутников золоторудных проявлений, а также схем опробования названных участков, входящих в контур перспективной площади Кудер-Акгирек, и результатов спектрального и атомно-абсорбционных анализов, авторы однозначно относят выявленную золотую минерализацию к эпитеpmальному вулcanoгенному золото-серебряному типу [48].

Учитывая масштабы рудного тела, месторождение в результате проведения поисково-разведочных работ может быть отнесено к классу крупнотоннажных, для которых в статье В. И. Гончарова и др. «Крупнообъемные месторождения золота и серебра вулcanoгенных поясов» [10] отмечается, что «именно с этим типом руд (а не с богатым жильным) возможен серьезный прорыв в решении уже остро стоящей для многих золотодобывающих предприятий проблемы укрепления минерально-сырьевой базы» [10].

Значительная роль месторождений этого типа была отмечена и при анализе динамики открытых золоторудных месторождений в зарубежных сегментах Тихоокеанского пояса (ТП) за последние 35 лет, проведенном сотрудниками ЦНИГРИ (С.Ф. Стружков, В.В. Аристов, В.А. Данильченко, М.В. Наталенко, А.В. Обушков) в 2008 году, показавшим, что общие запасы золота составляют там около 14 000 т, которые примерно в 4 раза превышают запасы ранее известных в Тихоокеанском поясе (ТП) месторождений. Этот колоссальный прирост стал возможным, главным образом, за счет вовлечения в отработку «крупнотоннажников».

В свете изменившихся требований и подходов в оценке промышленной значимости месторождений описываемого типа, авторы рекомендации высоко оценивают перспективы Кудер-Акгирекской площади и, прежде всего, самого массива вторичных кварцитов Акгирек. Утверждаемая оценка, помимо всех геологических факторов, подтверждается также и результатами аналитических исследований, приведенных в таблице 4 [48].

Таблица 4 – Список проб со значимыми содержаниями золота, выявленными количественным атомно-абсорбционным методом по Акгирекской Au-Ag площади

№ пробы	Сод-ние Au г/т	№ пробы	Сод-ние Au г/т	№ пробы	Сод-ние Au г/т	№ пробы	Сод-ние Au г/т
1	2	3	4	5	6	7	8
1032/9	0.54	1034/27	1.80	770/11	0.60	773/6	1.30
1032/10	1.50	1034/9	1.10	770/16	0.80	773/8	0.40
1032/15	10.56	1035/1	0.50	770/17	0.70	773/10	0.30
1032/23	0.84	1035/10	0.60	771/5	19.42	773/12	1.10
1032/25	2.21	1035/3	0.60	771/9	0.80	773/14	0.50
1032/26	0.997	1035/9	10.78	771/32	13.52	773/16	1.40
1032/27	1.39	1036/1	11.66	771/34	0.70	773/17	6.40
1032/3	0.1	3025/3	0.1	771/29	17.30	773/18	1.0
1032/19	2.20	3025/32	0.1	772/1	0.80	773/19	1.0
1032/21	0.50	3343/17	0.15	772/3	0.60	773/7	0.60
1033/8	12.43	3833	0.10	772/15A	2.65	774/5	72.79
1033/12	0.53	3837	0.10	772/15	2.50	773/6A	0.60
1034/1	292.0	3838	0.10	772/28	1.40	773/3A	1.40
1034/4	0.1	3839	0.80	772/32	0.90	773/17A	6.41
1034/11	96.08	3840	0.30	772/33	1.00	773/4	3.0
1034/13	19.49	3841/2	0.30	772/6	0.40	773/5	0.9
1034/14	0.94	3841/3	0.20	772/7	0.30	773/2	2.90
1034/15	4.20	3842	1.20	772/8	1.10	1034/22	0.40
1034/16	2.90	1035/4	0.80	772/19	1.50	1034/23	1.20
1034/17	1.70	1035/6	0.20	772/24	0.60	1034/26	6.41
1034/20	0.50	1035/7	0.90	772/34	19.49		

Итого 86 проб со значимыми содержаниями определяют среднее содержание Au для площади равное 2.7 г/т.

Наличие промышленных содержаний собственно золота в ряде штучных проб (таблица 4), - позволяют подсчитать прогнозные ресурсы Акгирекской площади (P<sub>3</sub>).

В итоге прогнозные ресурсы золота составляют на глубине подсчета до 10 м – 78 т., а глубине до 20 м – 156 т.

Таким образом, проведенные исследования показали высокую перспективность изученных площадей и проявлений эпитермального Au-Ag оруденения ЖБР. Также установлено, что часть из них соответствуют крупнообъемным месторождениям с убогими рудами, успешно разрабатываемыми во многих странах открытым способом с использованием новых технологий извлечения золота (кучное, чановое выщелачивание и др.) [36 и др.]. Проведенные работы первой стадии опоскования эпитермальных Au-Ag проявлений в ЖБСС убедительно обосновывают высокие

перспективы этого геолого-промышленного типа и крайнюю необходимость постановки детальных поисковых и поисково-разведочных работ для выявления новых месторождений этого типа.

*Работа выполнена при поддержке Комитета науки МОН РК за счет фонда грантового финансирования на 2012-2014 гг. 0520/ГФ4 проекта «Анализ эпitherмального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения промышленных месторождений нового типа».*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеева Л. К. Геология и рудоносность Карабас-Борлинской группы массивов вторичных кварцитов, Северо-Западное Прибалхашье // Геология, геохимия и минералогия медно-порфировых месторождений Казахстана. – Алма-Ата, 1969. - С. 135-142.
- [2] Азбель К.А., Борукаева М.Р., Ляпичев Г.Ф. и др. Природа, тектоно-магматические и минералогические особенности эволюции краевых вулканических поясов // Эволюция вулканизма в истории Земли. - М., 1973. С. 101-115.
- [3] Алекторова Е. А. Изучение закономерностей размещения золотого оруденения с составлением металлогенических карт прогноза на золото Центрального Казахстана м-ба 1:50000 и карт прогноза для этой территории м-ба 1:200000 и 1:50000. Отчет. – Караганда, 1974.
- [4] Анализ эпitherмального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашского региона и выделение перспективных площадей для обнаружения крупных месторождений нового типа // Заключительный отчет по грантовому проекту за 2012-2014 гг. Авторы: Сейтмуратова Э.Ю., Диаров А.Б., Горяева В.С., Сайдашева Ф.Ф. и др. Алматы, 2014 г. 178 с.
- [5] Афоничев Н.А. Основные этапы развития Джунгаро-Балхашской системы // Сов. Геология. -1967, №2. – С. 33-53; №3 – С. 61-82.
- [6] Бакенов М.М. Золоторудные формации Казахстана. - Алма-Ата, 1976. - 228 с.
- [7] Бекжанов Г.Р. Золото Казахстана и новый этап его изучения // Геология и разведка недр Казахстана. – Алматы, 1995, № 5. - С. 2-7.
- [8] Геология и металлогения Северного Прибалхашья. Алма-Ата.1972. - 268 с. // Ред.коллегия: Ш.Е. Есенов (отв. ред.), А.К. Каюпов (зам. отв. ред.), В.В. Колесников, И.П.Беневоленский.
- [9] Геологические особенности и металлогения Тасарал-Кызыл-Эспинского антиклинория в СЗ Прибалхашье. Алма-Ата, 1973 г.184 с. Под ред. Т.М. Лаумулина.
- [10] Гончаров В.И., Бурак В.А., Горячев Н.А. Крупнообъемные месторождения золота и серебра вулканогенных поясов // Доклады РАН. – 2002. –Т. 387, №5. – С. 678-680.
- [11] Горбатенко Н. А. и др. Поиски меди в Шетском районе. Отчет ЦКГУ. Караганда. 1972.
- [12] Гребенщиков А. М., Диаров А. Б. Золото-адуляр-кварцевая формация // Сводово-глыбовые структуры и металлогения золота Казахстана. - Алма-Ата, 1982. - С. 149-165.
- [13] Диаров А. Б. О проявлении новой золоторудной формации в Центральном Казахстане // Изв. АН КазССР. Сер.геол. 1966. № 6. - С. 68-70.
- [14] Диаров А. Б. Золотоносность Таскоринского рудного района (Северное Прибалхашье). Автореферат канд. диссер. – Алма-Ата, 1975. -20 с.
- [15] Диаров А. Б. Близповерхностное золотое оруденение Казахстана. Автореферат докторской диссертации. – Алматы, 1997. - 51 с.
- [16] Жуков П. К. О связи рудных концентров с вулcano-тектоническими структурами Токрауской вулканической зоны (Центральный Казахстан) // Палеовулканы и вулcano-тектонические структуры. - Владивосток, 1971. - С. 91-10
- [17] Зейлик Б. С. Золотое оруденение в герцинидах Центрального Казахстана // Вест. АН Каз. ССР. № 2. 1968. - С. 33-40.
- [18] Зейлик Б. С., Ефименко В. А. Ускоренные поиски золота в Центральном Казахстане // Разведка и охраны недр. - М., 1972. № 4. - С. 50-52.
- [19] Зейлик Б. С., Козловская З. А., Сушков В. А. и др. Изучение закономерностей размещения и формирования золоторудных месторождений Северного Прибалхашья, Агадырского и Карагайлинского рудных районов с целью определения наиболее рациональных направлений поисковых работ. Отчет по теме № 202. БГРЭ. – Балхаш. 1971. 340 с.
- [20] Ициксон М. И., Красный Л. И., Матвиенко В. Т. Вулканические пояса Тихоокеанского кольца и их металлогения // Матер.межведомст. совещания по проблеме «Рудоносность вулканогенных формаций». – М., 1963-1965. - С. 181-196.
- [21] Каюпов А. К., Кудайбергенова Н. К. Золотоносность Джунгаро-Балхашской складчатой области // Изв. АН КазССР. Сер.геол. – 1975. № 5. - С. 9-14.
- [22] Коготкова Е. А., Седелникова Г. В., Воларович Г. П. Роль мелких рудников в золотодобывающей промышленности несоциалистических стран // Экон. минер. сырья и геол.-развед. работ. Обзор. - М., 1988. - 52 с.
- [23] Колесников В. В., Жуков П. К. О золотоносности трещинно-жилных полиметаллических месторождений Северного Прибалхашья // Изв. АН КазССР. Сер.геол. 1970. № 5. - С. 76-81.
- [24] Константинов М.М., Варгунина и др. Золото-серебряные месторождения. Сер.: Модели месторождений благородных и цветных металлов. – М.: ЦНИГРИ, 2002. – 192 с.
- [25] Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Струнсков С.Ф. Золоторудные гиганты России и Мира. – М.: Науч. мир, 2006. -272 с.
- [26] Константинов М.М. Металлогения вулcano-плутонических поясов Тихоокеанского кольца // Тихоокеанский рудный пояс. Материалы новых исследований. - Владивосток, 2008. – С.106-120.

- [27] Котляр В.Н. Золото-серебряная рудоносность вулcano-структур Охотско-Чукотского пояса. – М.:Наука, 1986. – 263 с.
- [28] Кошкин В.Я. Геолого-генетические типы и прогнозные ресурсы золотого оруденения центральной части Северного Прибалхашья // Геология и разведка недр Казахстана. – Алматы, 1998. – № 2. – С. 8-13.
- [29] Кудабергенова Н.К. Золоторудные формации Джунгаро-Балхашской складчатой системы // Изв. АН КазССР. Сер.геолог. - Алма-Ата, 1980, №3. – С. 27-39.
- [30] Линдгрэн В. Месторождения золота и платины – М.-Л.: Цветметгиздат, 1932. – 388 с.
- [31] Ляпичев Г.Ф., Сейтмурадова Э. Ю. Структурно-формационное районирование палеозойид Казахстана // Геология Казахстана 1995, №5-6. С. 52-58
- [32] Месторождения золота Казахстана. Справочник. – Алматы, 1996. - 183 с.
- [33] Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота / Гл. ред. А. К. Каюпов. - Алма-Ата, 1980. - 224 с.
- [34] Митчелл А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. - М., 1984. - 496 с.
- [35] Наковник Н. И. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. - 1968. – 335 с.
- [36] Нарсеев В.А., Шашкин В.М. Стратиграфическое направление развития добычи благородных металлов. Проблема крупнообъемных месторождений // Геология и охрана недр. №1, 2012, - С. 2-5.
- [37] Нарсеев В. А., Левин Г. Б. Брекчиевые образования золоторудных месторождений // Рудоносн. брекчии и их поисковое значение. – А-Ата. 1977. С. 189-203.
- [38] Некрасов Е. М. Зарубежные эндогенные месторождения золота. - М.: Недра. 1988. - 286 с.
- [39] Рафаилович М.С. Эпитермальные месторождения золота Казахстана // Геол. и разв. недр Казахстана. - № 5-6. - 1997. - С. 12-18.
- [40] Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана. Геология, металлогения. Прогнозно-поисковые модели. – Алматы, 2009. – 304 с.
- [41] Сайдашева Ф.Ф. Эпитермальное золото-серебряное оруденение Акшатау-Коныратского рудного района // Автореферат канд. диссерт.-Алматы, 2010. - 28 с.
- [42] Сейтмурадова Э. Ю., Тюгай О. М. К проблеме металлогении золота Прибалхашско-Илийского вулканического пояса (состояние, новые аспекты постановки проблемы) // Геология Казахстана. – 1994. № 4 - С. 27-35.
- [43] Сейтмурадова Э.Ю. Золотоносность позднепалеозойских вулcano-тектонических поясов Джунгаро-Балхашской провинции (проблемы ее изучения и освоения) // Геол. и разв. недр Казахстана. - № 2. 1998. -С. 13-24.
- [44] Сейтмурадова Э.Ю., Ляпичев Г. Ф., Жуков П.К. и др. Геологическое доизучение Коунрад-Акчатауского рудного района масштаба 1:200000 территории листов L-43-III, IV, IX, X. Отчет. Фонды ИГН. – Алматы. 2000. Т. 1-5. 900 с.
- [45] Сейтмурадова Э.Ю., Сайдашева Ф.Ф. Закономерности размещения полезных ископаемых Акшатау-Коныратского рудного района (Ц.Казахстан). М-алы Межд. конф. – Ташкент, 2006. - С. 87-92.
- [46] Сейтмурадова Э.Ю., Рафаилович М.С., Диаров А.Б. и др. К постановке поисков крупнообъемных вулcanoгенных золото-серебряных месторождений Казахстана // Геология и охрана недр. – Алматы, 2007, №4. – С. 17-27.
- [47] Сейтмурадова Э.Ю. Поздний палеозой Жонгаро-Балхашской складчатой области. – Алматы, 2011. – 279 с.
- [48] Составление крупномасштабных прогнозных карт перспективных золоторудных площадей Ц. Казахстана с целью выбора конкретных участков для производства поисково-оценочных работ // Закл. отчет по целевому финансированию за 2012-2014 гг. Авторы – Сейтмурадова Э.Ю., Горяева В.С., Баратов Р.Т и др. Алматы, 2014 г. 72 с.
- [49] Хомич В.Г. О металлогении золота и серебра Охотского-Чукотского вулканического пояса // Тихоокеанская геология. - 2008. – Т. 27, №1. –С.119-126.
- [50] Шер С. Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания). - М. 1972. - 296 с.
- [51] Шер С. Д. Металлогения золота (Евразия, Африка, Ю. Америка). М., 1977 г. 256 .
- [52] Шило Н.А. Золото-серебряное оруденение вулcanoгенных поясов Тихоокеанского обрамления. – Магадан: СВНИЦДВО РАН, 1999. – 70 с.

## REFERENCES

- [1] Alekseeva L. K. Geologija i rudonosnost' Karabas-Borlinskoj gruppy massivov vtorichnykhkvarcitov, Severo-ZapadnoePribalhash'e //Geologija, geohimijaimineralogijamedno-porfirovyhmestorozhdenijKazahstana. – Alma-Ata, 1969. - S. 135-142.
- [2] Azbel' K.A., Borukaeva M.R., Ljapichev G.F. i dr. Priroda, tektono-magmaticheskie i mineralogicheskie osobennosti jevoljucii kraevykh vulkanicheskikh pojasov // Jevoljucija vulkanizma v istorii Zemli. - M., 1973. S. 101-115.
- [3] Alektorova E. A. Izuchenie zakonomernostej razmeshhenija zolotogo orudenenija s sostavljeniem metallogenicheskikh kart prognoza na zoloto Central'nogo Kazahstana m-ba 1:50000 i kart prognoza dlja jetoj territorii m-ba 1:200000 i 1:50000. Otchet. – Karaganda, 1974.
- [4] Analiz jepitermal'nogo zoloto-serebrjanogo orudenenija Zhongaro-Balhashskogo regiona i vydelenie perspektivnykh ploshhadej dlja obnaruzhenija krupnykh mestorozhdenij novogo tipa // Zakljuchitel'nyj otchet po grantovomu proektu za 2012-2014 gg. Avtory: Sejtмуратова Je.Ju., Diarov A.B, Gorjaeva V.S., Sajdashева F.F. i dr. Almaty, 2014 g. 178 s.
- [5] Afonichev N.A. Osnovnye jetapy razvitija Dzhungaro-Balhashskoj sistemy // Sov. Geologija. -1967, №2. – S. 33-53; №3 – S. 61-82.
- [6] Bakenov M.M. Zolotorudnye formacii Kazahstana. - Alma-Ata, 1976. - 228 s.
- [7] Bekzhanov G.R. Zoloto Kazahstana i novyj jetap ego izuchenija // Geologija i razvedka neдр Kazahstana. – Almaty, 1995, № 5. - S. 2-7.

- [8] Geologija i metallogenija Severnogo Pribalhash'ja. Alma-Ata.1972. - 268 s. // Red.kollegija: Sh.E. Esenov (otv. red.), A.K. Kajupov (zam. otv. red.), V.V. Kolesnikov, I.P.Benevolenskij.
- [9] Geologicheskie osobennosti i metallogenija Tasaral–Kyzyl-Jespinskogo antiklinorija v SZ Pribalhash'e. Alma-Ata, 1973 g.184 s. Pod red. T.M. Laumulina.
- [10] Goncharov V.I., Burjak V.A., Gorjachev N.A. Krupnoobemnye mestorozhdenija zolota i srebra vulkanogennyh pojasov // Doklady RAN. – 2002. –T. 387, №5. – S. 678-680.
- [11] Gorbatenko N. A. i dr. Poiski medi v Shetskom rajone. Otchet CKGU. Karaganda. 1972.
- [12] Grebenshnikov A. M., Diarov A. B. Zoloto-aduljar-kvarcevaja formacija // Svodovo-glybovyje struktury i metallogenija zolota Kazahstana. - Alma-Ata, 1982. - S. 149-165.
- [13] Diarov A. B. O projavlenii novoj zolotorudnoj formacii v Central'nom Kazahstane // Izv. AN KazSSR. Ser. geol. 1966. № 6. - S. 68-70.
- [14] Diarov A. B. Zolotonosnost' Taskorinskogo rudnogo rajona (Severnoe Pribalhash'e). Avtoreferat kand. disser. – Alma-Ata, 1975. -20 s.
- [15] Diarov A. B. Blizpoverhnostnoe zolotoe orudnenie Kazahstana. Avtoreferat doktorskoj dissertacii. – Almaty, 1997. - 51 s.
- [16] Zhukov P. K. O svyazi rudnyh koncentrov s vulkano-tektonicheskimi strukturami Tokrauskoj vulkanicheskoj zony (Central'nyj Kazahstan) // Paleovulkany i vulkano-tektonicheskie struktury. - Vladivostok, 1971. - S. 91-10
- [17] Zejlik B. S. Zolotoe orudnenie v gercinidah Central'nogo Kazahstana // Vest. AN Kaz. SSR. № 2. 1968. - S. 33-40.
- [18] Zejlik B. S., Efimenko V. A. Uskorennyje poiski zolota v Central'nom Kazahstane // Razvedka i ohrany nedr. - M., 1972. № 4. - S. 50-52.
- [19] Zejlik B. S., Kozlovskaja Z. A., Sushkov V. A. i dr. Izuchenie zakonornostej razmeshhenija i formirovanija zolotorudnyh mestorozhdenij Severnogo Pribalhash'ja, Agadyrskogo i Karagajlinskogo rudnyh rajonov s cel'ju opredelenija naibolee racional'nyh napravlenij poiskovyh rabot. Otchet po teme № 202. BGRJe. – Balhash. 1971. 340 s.
- [20] Icikson M. I., Krasnyj L. I., Matvienko V. T. Vulkanicheskie pojasa Tihookeanskogo kol'ca i ih metallogenija // Mater. mezhdzvodst. soveshhanija po probleme «Rudonosnost' vulkanogennyh formacij». – M., 1963-1965. - S. 181-196.
- [21] Kajupov A. K., Kudajbergenova N. K. Zolotonosnost' Dzhungaro-Balhashskoj skladchatoj oblasti // Izv. AN KazSSR. Ser. geol. – 1975. № 5. - S. 9-14.
- [22] Kogotkova E. A., Sedelnikova G. V., Volarovich G. P. Rol' melkih rudnikov v zolotodobyvajushhej promyshlennosti nesocialisticheskix stran // Jekon. miner. syr'ja i geol.-razved. rabot. Obzor. - M., 1988. - 52 s.
- [23] Kolesnikov V. V., Zhukov P. K. O zolotonosnosti treshhinno-zhil'nyh polimetallicheskix mestorozhdenij Severnogo Pribalhash'ja //Izv. AN KazSSR. Ser. geol. 1970. № 5. - S. 76-81.
- [24] Konstantinov M.M., Vargunina i dr. Zoloto-serebrjanye mestorozhdenija. Ser.: Modeli mestorozhdenij blagorodnyh i cvetnyh metallov. – M.: CNIGRI, 2002. – 192 s.
- [25] Konstantinov M.M., Nekrasov E.M., Sidorov A.A., Strunskov S.F. Zolotorudnye giganty Rossii i Mira. – M.: Nauch. mir, 2006. -272 s.
- [26] Konstantinov M.M. Metallogenija vulkano-plutonicheskix pojasov Tihookeanskogo kol'ca // Tihookeanskij rudnyj pojas. Materialy novyx issledovanij. - Vladivostok, 2008. – S.106-120.
- [27] Kotljars V.N. Zoloto-serebrjanaja rudonosnost' vulkano-struktur Ohotsko-Chukotskogo pojas. – M.:Nauka, 1986. – 263 s.
- [28] Koshkin V.Ja. Geologo-geneticheskie tipy i prognoznye resursy zolotoe orudnenija central'noj chasti Severnogo Pribalhash'ja // Geologija i razvedka nedr Kazahstana. – Almaty, 1998. – - № 2. – S. 8-13.
- [29] Kudajbergenova N.K. Zolotorudnye formacii Dzhungaro-Balhashskoj skladchatoj sistemy // Izv. AN Kaz SSR. Ser. geolog. - Alma-Ata, 1980, №3. – S. 27-39.
- [30] Lindgren V. Mestorozhdenija zolota i platiny – M.-L.: Cvetmetizdat, 1932. – 388 s.
- [31] Ljapichev G.F., Sejtmuratova Je. Ju. Strukturno-formacionnoe rajonirovanie paleozoid Kazahstana // Geologija Kazahstana 1995, №5-6. S. 52-58
- [32] Mestorozhdenija zolota Kazahstana. Spravochnik. – Almaty, 1996. - 183 s.
- [33] Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii. Mestorozhdenija rud zolota / Gl. red. A. K. Kajupov. - Alma-Ata, 1980. - 224 s.
- [34] Mitchell A., Garson M. Global'naja tektonicheskaja pozicija mineral'nyh mestorozhdenij. - M., 1984. - 496 s.
- [35] Nakovnik N. I. Vtorichnye kvarcity SSSR i svjazannye s nimi mestorozhdenija poleznyh iskopaemyh. - 1968. – 335 s.
- [36] Narseev V.A., Shashkin V.M. Stratigraficheskoe napravlenie razvitija dobychi blagorodnyh metallov. Problema krupnoobemnyh mestorozhdenij // Geologija i ohrana nedr. №1, 2012, - S. 2-5.
- [37] Narseev V. A., Levin G. B. Brekchievyje obrazovanija zolotorudnyh mestorozhdenij // Rudonosn. brekchii i ih poiskovoe znachenie. – A-Ata. 1977. S. 189-203.
- [38] Nekrasov E. M. Zarubezhnye jendogennye mestorozhdenija zolota. - M.: Nedra. 1988. - 286 s.
- [39] Rafailovich M.S. Jepitermal'nye mestorozhdenija zolota Kazahstana // Geol. i razv. nedr Kazahstana. - № 5-6. - 1997. - S. 12-18.
- [40] Rafailovich M.S. Zoloto nedr Kazahstana. Geologija, metallogenija. Prognozno-poiskovyje modeli. – Almaty, 2009. – 304 s.
- [41] Sajdasheva F.F. Jepitermal'noe zoloto-serebrjanoe orudnenie Akshatau-Konyratskogo rudnogo rajona //Avtoreferat kand. dissert.-Almaty, 2010. - 28 s.
- [42] Sejtmuratova Je. Ju., Tjugaj O. M. K probleme metallogenii zolota Pribalhashsko-Ilijskogo vulkanicheskogo pojas (sostojanie, novye aspekty postanovki problemy) // Geologija Kazahstana. – 1994. № 4 - S. 27-35.

- [43] Sejtmuratova Je.Ju. Zolotonosnost' pozdnepaleozojskih vulkano-tektonicheskikh pojasov Dzhungaro-Balhashskoj provincii (problemy ee izuchenija i osvoenija) // Geol. i razv. nedr Kazahstana. - № 2. 1998. -S. 13-24.
- [44] Sejtmuratova Je.Ju., Ljapichev G. F., Zhukov P.K. i dr. Geologicheskoe doizuchenie Kounrad-Akchatauskogo rudnogo rajona masshtaba 1:200000 territorii listov L-43-III, IV, IX, X. Otchet. Fondy IGN. – Almaty. 2000. T. 1-5. 900 s.
- [45] Sejtmuratova Je.Ju., Sajdasheva F.F. Zakonomernosti razmeshhenija poleznyh iskopaemyh Akshatau-Konyratskogo rudnogo rajona (С. Kazahstan). M-aly Mezhd. konf. – Tashkent, 2006. - S. 87-92.
- [46] Sejtmuratova Je.Ju., Rafailovich M.S., Diarov A.B. i dr. K postanovke poiskov krupnoob#emnyh vulkanogennyh zoloto-serebrjanyh mestorozhdenij Kazahstana // Geologija i ohrana nedr. – Almaty, 2007, №4. – S. 17-27.
- [47] Sejtmuratova Je.Ju. Pozdnij paleozoj Zhongaro-Balhashskoj skladchatoj oblasti. – Almaty, 2011. – 279 s.
- [48] Sostavlenie krupnomasshtabnyh prognoznyh kart perspektivnyh zolotorudnyh ploshhadej С. Kazahstana s cel'ju vybora konkretnyh uchastkov dlja proizvodstva poiskovo-ocenочnyh rabot // Zakl. otchet po celevomu finansirovaniju za 2012-2014 gg. Avtory – Sejtmuratova Je.Ju., Gorjaeva V.S., Baratov R.T i dr. Almaty, 2014 g. 72 s.
- [49] Homich V.G. O metallogenii zolota i serebra Ohotskogo-Chukotskogo vulkanicheskogo pojasa // Tihookeanskaja geologija. - 2008. – T. 27, №1. –S.119-126.
- [50] Sher S. D. Metallogeniya zolota (Severnaja Amerika, Avstralija i Okeanija). - M. 1972. - 296 s.
- [51] Sher S. D. Metallogeniya zolota (Evrazija, Afrika, Ju. Amerika). M., 1977 g. 256 .
- [52] Shilo N.A. Zoloto-serebrjanoe orudnenie vulkanogennyh pojasov Tihookeanskogo obramlenija. – Magadan: SVNCDVO RAN, 1999. – 70 s.

### **ЖОҢҒАР-БАЛХАШ ҚАТПАРЛЫ БЕЛДЕМІНДЕ ЭПИТЕРМАЛДЫ АЛТЫН-КЕНДІ КЕНДЕНУДІ ҚАЙТА ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ БОЙЫНША БАҒЫТТЫ ЖҰМЫСТАРДЫҢ АЛҒАШҚЫ НӘТИЖЕЛЕРУ ЖАЙЛЫ**

**Э. Ю. Сейтмұратова, В. С. Горяева, А. Б. Диаров, Я. К. Аршамов,  
Р. Т. Баратов, Д. О. Даутбеков, Л. П. Парфенова, Ш. А. Жақупова**

Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** жанартаулық-плутондық белдеулер, жанартаулық құрылымдар, метасоматиты, эпитеpмалды алтын-күмісті кендену, литогеохимиялық сынамау, кендену факторлары, болжамдық қорлары, болжамдық карта.

**Аннотация.** Мақалада Жоңғар-Балқаш аймағында (ЖБА) эпитеpмалды алтын-күмісті кенденуді қайта зерттеу және бағалау бойынша үш жылдық зерттеулер нәтижелері қарастырылған. Эпитеpмалды геологиялық-өнеркәсіптік типті зерттеудің жоғары перспективасы айқындалады, себебі Әлемнің көптеген елдерінде алтынның минералды-шикізат базасының ұлғаюын, әсіресе жанартаулық-плутондық белдемдерде, дәл осы типті кенденумен байланыстырылады. Жұмыс кезінде авторлармен ЖБА-ның геологиясы және алтындылығы бойынша үлкен мәліметтер қоры жинақталынып жүйеленген, эпитеpмалды алтын-күмісті кендену үшін іздеу критерийлері толықтырылған, кейбір объектілердің геологиялық құрылысы нақтыланып-толықтырылған және де әр түрлі рангті 48 объектіде далалық зерттеу жұмыстары жүргізілген. Зерттелінген объектілердің көбісі кешенді кенденумен (мысты-порфирлі алтынмен, полиметалды алтынмен және басқа) сипатталады. Далалық жұмыстармен зерттелінген барлық білінімдер үшін элементтердің концентрация және белдемділік коэффициенттері саналып, геохимиялық ореолдар сұлбалары құрастырылған. Жалпы, ЖБА-ның эпитеpмалды алтын-күмісті білінімдерінде жүргізілген іздеу жұмыстарының бірінші сатысы бұл геологиялық-өнеркәсіптік типтің жоғары перспективасын сенімді дәлелдейді және кедей кенді ірі көлемді айқындайды.

*Поступила 21.07.2015 г.*

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 64 – 75

**PREDICTED ZONING SOUTHERN FLANK OF WEST SIBERIAN  
PETROLEUM BASIN (NORTHERN KAZAKHSTAN) TO SEARCH  
FOR NEW HYDROCARBON DEPOSITS AND ORE MINERAL OBJECTS**

**B. S. Zeilik**

Institute of the Geological Sciences named after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** forecast of mineral deposits, remote sensing, ring cosmogenic structures concentric zones stretching-tension and compression of the crust.

**Abstract.** A new technology of regional and local (large-scale) prediction of mineral deposits on the basis of the shock-explosive tectonics (SET) and data of remote sensing (RS). The concept of SET proposed and developed in Kazakhstan.

As shown by recent studies, remote sensing data are important in forecasting the constructions of different scales. The forecast of mineral deposits should be carried out using remote sensing data in conjunction with the vast information on the deployment in the geological area known and explored hydrocarbon deposits, deposits of metallic and other solid minerals.

Confirmation of this technology as an innovation patents are obtained on ways to predict mineral deposits that make this technology: Kazakhstan and the Eurasian. It refers to primarily hydrocarbon deposits of metallic minerals and diamond.

Recent studies show that mineral deposits are often associated with ring structures, both endogenous and cosmogenic. Years of research reveal the association of the overwhelming mass of mineral deposits to concentric zones stretch-tension the earth's crust, accompanying cosmogenic ring structures of different sizes. American researcher Robert Dietz suggested calling cosmogenic ring structures astrobleme (stellar wounds). Their diameters are measured in kilometers and tens of kilometers. To indicate the ring structures with diameters of hundreds of kilometers author suggested the name - giant astrobleme - (giablems).

Blocks overlap zones stretch-decompaction the earth's crust, and neighboring astroblemsgiablem, represent space, the most promising for the localization of mineral deposits. Stretch zones, decompaction of the crust separated by zones of compression, devoid or nearly devoid of mineral clusters.

With the new technology, which received said Kazakhstan and Eurasian patents may be the most perspective for hydrocarbons in the area of any of the oil and gas basins of the world. Comparison of the new and traditional technology forecast, made on the territory of the Caspian basin, reveals the multiple advantages of the first on the second.

In accordance with fluid dynamic concept of formation of mineral deposits, and advanced B.A. Sokolov V.I. Starostin, it could be assumed that the structural control set for hydrocarbon deposits, should appear in the spatial distribution of deposits of both metallic and non-metallic minerals one way or another associated with hydrothermal activity, that is, with fluid dynamic processes.

Analysis of the spatial distribution of solid mineral deposits confirmed this idea. On the basis of the forecast of the proposed technology can be allocated new local prospective areas within the area of mining and metallurgical enterprises, raw material base which is exhausted and in need of replenishment.

## ПРОГНОЗНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЮЖНОГО ФЛАНГА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН) С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ НОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Б. С. Зейлик

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

**Ключевые слова:** прогноз месторождений полезных ископаемых, дистанционное зондирование Земли, кольцевые космогенные структуры, концентрические зоны растяжения-разуплотнения и сжатия земной коры.

**Аннотация.** Предлагается новая технология регионального и локального (крупномасштабного) прогнозирования месторождений полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники (УВТ) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Концепция УВТ выдвинута и разработана в Казахстане.

Как показали исследования последних лет, данные ДЗЗ имеют большое значение при прогнозных построениях разных масштабов. Прогноз месторождений полезных ископаемых следует осуществлять, используя данные ДЗЗ в совокупности с огромной информацией о размещении в геологическом пространстве известных и разведанных месторождений углеводородов, месторождений металлических и других твердых полезных ископаемых.

Подтверждением данной технологии как инновации являются патенты, полученные на способы прогнозирования месторождений полезных ископаемых, составляющие эту технологию: Казахстанские и Евразийский. Имеются в виду, прежде всего, месторождения углеводородов, металлических полезных ископаемых, а также алмазов.

Исследования последних лет показывают, что месторождения полезных ископаемых часто связаны с кольцевыми структурами, как эндогенными, так и космогенными. Многолетние исследования выявляют приуроченность подавляющей массы месторождений полезных ископаемых к концентрическим зонам растяжения-разуплотнения земной коры, сопровождающим космогенные кольцевые структуры различных размеров. Американский исследователь Роберт Дитц предложил называть космогенные кольцевые структуры астроблемами (звездными ранами). Их диаметры измеряются километрами и десятками километров. Для обозначения кольцевых структур с диаметрами в сотни километров автор предложил название - гигантские астроблемы – (гиаблемы).

Блоки взаимного наложения зон растяжения-разуплотнения земной коры, соседствующих астроблем и гиаблем, представляют собою пространства, наиболее перспективные для локализации месторождений полезных ископаемых. Зоны растяжения-разуплотнения земной коры разделяются зонами сжатия, лишенными или почти лишенными скоплениями полезных ископаемых.

С помощью новой технологии, на которую получены упомянутые Евразийский и Казахстанский патенты, могут быть выделены наиболее перспективные на углеводородное сырье площади в любом из нефтегазоносных бассейнов Мира. Сравнение новой и традиционной технологий прогноза, выполненное на территории Прикаспийского бассейна, обнаруживает многократное преимущество первой над второй.

В соответствии с флюидодинамической концепцией образования месторождений полезных ископаемых, выдвинутой Б. А. Соколовым и В. И. Старостиным, можно было предположить, что структурный контроль, установленный для месторождений углеводородов, должен проявиться в пространственном размещении месторождений как металлических, так и неметаллических полезных ископаемых, так или иначе связанных с гидротермальной деятельностью, то есть с флюидодинамическими процессами.

Анализ пространственного размещения месторождений твердых полезных ископаемых подтвердил эту мысль. На основе предлагаемой технологии прогноза могут быть выделены новые локальные перспективные площади в районах действующих горно-металлургических предприятий, сырьевая база которых истощена и нуждается в восполнении.

Прогнозное районирование Северо-Казахстанского региона, являющегося южной окраиной гигантского Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, осуществляется на основе новой технологии прогноза месторождений полезных ископаемых.

Новая технология прогноза месторождений полезных ископаемых, включающая как месторождения углеводородов, так и твердые полезные ископаемые, опирается на новейшие данные

дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Технология изложена в патентах и ряде публикаций автора [6-11, 13, 14, 18-23].

**В связи с новизной технологии необходимо дать ее краткую характеристику на примере крупного Прикаспийского нефтегазоносного региона, где она была разработана.**

На церемонии инаугурации во Дворце независимости в Астане Президент Республики Казахстан **Нурсултан Абишевич Назарбаев предложил приступить к поиску ста инновационных проектов, чтобы воплотить их в жизнь.**

Это указание позволяет предложить **новую технологию прогноза месторождений полезных ископаемых.** Новизна предлагаемой технологии подтверждается патентами, полученными на способы прогнозирования месторождений полезных ископаемых: Казахстанскими и Евразийским. Патентные статьи автора излагают, подтверждают и закрепляют способы прогнозирования месторождений углеводородов [6, 7, 9-11, 20, 22, 23], металлических полезных ископаемых [8, 18, 22, 23], а также алмазов. **Патенты подтверждают инновационную сущность** предлагаемой технологии.

Значение минерально-сырьевых ресурсов в экономике любого государства очевидно. Это особенно важно для таких огромных по площади государств, как Россия и Казахстан, которые по размерам территории занимают в Море соответственно первое и девятое места. В силу этих особенностей Россия и Казахстан обладают уникальными запасами многих видов минерального сырья.

Специалисты утверждают, что в XXI веке продолжится интенсивный рост потребления практически всех видов минерального сырья. По прогнозам **в предстоящие 50 лет мировое потребление нефти увеличится в 2-2,2, природного газа в 3-3,2, железной руды в 1,4-1,6, первичного алюминия в 1,5-2, меди в 1,5-1,7, никеля в 2,6-2,8, цинка в 1,2-1,4 и других видов минерального сырья в 2,2-3,5 раза. В связи с этим, в ближайшие 50 лет, объем горно-добычных работ должен возрасти более, чем в пять раз, главным образом, за счет разведки и эксплуатации новых месторождений в пределах континентальной суши [23].**

Скорейшее и малозатратное выявление этих ресурсов - важнейшая проблема геологии и геофизики. Это возможно только на основе новых методов прогноза и поисков.

Новая технология регионального и локального (крупномасштабного) прогнозирования месторождений полезных ископаемых опирается на принципы ударно-взрывной тектоники и данные дистанционного зондирования Земли [13-17, 22, 23].

**Прогноз месторождений полезных ископаемых предлагается осуществлять, используя новейшую информацию, предоставляемую космическими снимками, в совокупности с материалами о размещении в геологическом пространстве известных и разведанных месторождений углеводородов, месторождений металлических и других твердых полезных ископаемых.**

Научная значимость предлагаемой технологии освещена в многочисленных республиканских и российских (московских) публикациях, указанных в списке литературы, и закреплена в упомянутых патентах.

**Предлагаемая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых опирается на важнейший структурный поисковый фактор, который ранее не учитывался, или учитывался весьма ограниченно. Этим фактором являются кольцевые структуры.**

Проблема кольцевых структур привлекает внимание автора на протяжении многих лет. В шестидесятых годах прошлого столетия, при проведении крупномасштабных геологических съемок в Центральном Казахстане, автору удалось выявить реликты крупных палеозойских вулканов – крупные кольцевые структуры эндогенной природы. Два крупных вулкана с поперечниками оснований конусов в 50-55 км были детально исследованы автором на протяжении ряда лет. Результаты этих исследований были защищены в качестве кандидатской диссертации в Ленинградском Горном Институте. Для выявления подобных крупных кольцевых структур автор предложил высотную, то есть мелкомасштабную, аэрофотосъемку.

Первые в СССР высотные аэрофотосъемки были выполнены по договору между Агадырской Геологоразведочной Экспедицией (АГРЭ) Центрально-Казахстанского Территориального Геологического Управления (ЦКТГУ), сотрудником которой являлся автор, и Ленинградской лабора-

торией Аэрометодов (ЛАЭМ) с целью реконструкции упомянутых крупных палеозойских вулканов, подвергшихся мощной эрозии. Позднее ЛАЭМ была преобразована во Всесоюзный Научно-Исследовательский Институт Космоаэрогеологических Методов Исследования (ВНИИКАМ). Контакт продолжался.

В дальнейшем высотные аэрофотосъемки были распространены на другие районы Казахстана и обширные регионы СССР. Высотные аэрофотосъемки явились предпосылкой для развертывания съемок земной поверхности из Космоса, в том числе, и в геологических целях. Исполнитель первых высотных аэрофотосъемок, – сотрудник ЛАЭМ Г. Б. Гонин, присутствовал в Центре Управления Полетами (ЦУП) и консультировал космонавтов при проведении первых космических фотосъемок поверхности Земли (Д33). Так было положено начало Дистанционному Зондированию Земли (ДЗЗ).

Исследования последних лет показывают, что месторождения полезных ископаемых часто связаны с кольцевыми структурами, как эндогенными, так и экзогенными [21]. Представляется, что кольцевые структуры, с которыми связаны многие месторождения полезных ископаемых, в большинстве своем - результат бомбардировки Земли метеоритами, астероидами и кометами, то есть, это структуры космогенной, импактной природы - астроблемы (звездные раны) и гигантские астроблемы - гиаблемы [1-4, 9-20, 22, 23].

Предлагаемая технология в связи с выдвинутой членом-корреспондентом РАН Б. А. Соколовым и заведующим кафедрой полезных ископаемых геологического факультета МГУ, профессором В. И. Старостиным, флюидодинамической концепцией образования месторождений полезных ископаемых [27], может быть привлечена, как при прогнозировании месторождений [27] углеводородов, так и при прогнозировании месторождений твердых полезных ископаемых.

**Прогнозные построения для поисков месторождений углеводородов.** В Западной Казахстане выявлено несколько кольцевых структур, рассматриваемых как гигантские астроблемы. Рассмотрим три из них [11]:

**Северокаспийско-Горномангистауская, Актюбинская и Бузашинская кольцевые структуры.** Северокаспийско-Горномангистауская структура была выделена, как предполагаемая гигантская астроблема (гиаблема) в 1975 году. Проведенные исследования подтвердили ее космогенную природу. Предполагается, что структура является следствием «косого» удара космического тела, летевшего под пологим углом к земной поверхности в запад-северо-западном направлении [11].

Зона влияния Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры простирается до размеров с диаметром порядка 1650–1750 км. Объяснение происхождения этой структуры в наиболее полной степени удовлетворяется концепцией, в основу которой положена космогенная бомбардировка Земли, то есть в рамках парадигмы ударно-взрывной тектоники [2, 4].

Основная идея новой концепции прогноза состоит в том, что мощные космогенные бомбардировки Земли астероидами и кометами вызывают обширные радиально-кольцевые возмущения в земной коре, возникающие в результате распространения во все стороны от точки взрыва продольных и поперечных волн. Первые ответственны за возникновение концентрических зон растяжения и сжатия, вторые создают концентрические антиклинали и синклинали. Так возникают ударно-взрывные кольцевые и радиально-кольцевые структуры - астроблемы. Гигантские астроблемы предложено называть **гиаблемами** [2-4].

Астероидные структуры представляют собою гигантские, крупные, средние и малые по размерам кратеры - депрессии, окруженные валами в виде горно-складчатых кольцевых, полукольцевых, дугообразных сооружений и кольцевых валов. В зонах соударений происходит «всплеск» земной коры, формирующий характерное для астроблем центральное поднятие.

Кометные структуры не имеют депрессий. Напротив, они выступают в виде поднятий рельефа.

Последующее осадконакопление приводит к захоронению астероидных гигантских и крупных депрессий и кратеров и окружающих их валов. Данный процесс сопровождается формированием нефтегазоносных бассейнов, приуроченных к этим погребенным или полупогребенным структурам.

Северокаспийско-Горномангистауская кольцевая структура имеет явную астероидную природу, поскольку главным ее элементом является дугообразная кратерная депрессия, являющаяся акваторией Северного Каспия.

Актюбинская и Бузашинская кольцевые структуры наложены на Северокаспийско-Горномангистаускую кольцевую структуру. Будучи выраженными на космических снимках и показанными на некоторых изданных картах (В.Ф.Беспалов и др., 1990; В.Н.Брюханов, Н.А.Еременко, 1978), эти две структуры не обладают отчетливыми кратерными депрессиями, что позволяет предполагать их кометную природу. Однако их роль в пространственном размещении месторождений углеводородов подобна роли астероидной Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры.

Основные особенности кометных кольцевых структур ранее были охарактеризованы в работах [15, 16]. Это освобождает от необходимости приводить характеристику кометных кольцевых структур в данной статье. Описываемые структуры расположены в Западном Казахстане, в южной части Торгайского прогиба. Они весьма выразительно проявлены на мелкомасштабной модели рельефа, построенной по данным радиолокационных космических снимков.

Наибольшая из этих структур (западная) - Чалкар-Аральская с диаметром внешнего ограничения порядка 400–420 км, меньшая (восточная) - Байконурская имеет поперечник 160–170 км. В пределах этой структуры находится космодром Байконур. На всех изданных геологических картах Байконурская кольцевая структура привлекает внимание как круглый выход на дневную поверхность горных пород мелового возраста. Иными словами, это круг зеленого цвета (породы мелового возраста) с диаметром 160–170 км, среди светлых по окраске более молодых отложений (породы палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов).

**Волновая закономерность распределения месторождений.** Наиболее важным элементом Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры являются концентрические кольцевые площади-зоны, их 18 [11]. Они опоясывают подобно волнам на воде, расходящимся из одного центра - точки удара, небольшой центральный эллипс, в срединной части которого находится место пересечения радиальных линейных зон разломов, контролирующих определенные участки русел рек Волга, Урал, Эмба, Кума, восточного берега залива Кара-Богаз-Гол и некоторые элементы дна Северного Каспия.

Контуры центрального эллипса и концентрической площади-зоны I выявлены с помощью дешифрирования цветной фотосхемы, составленной из космических снимков Ландсат. Как показывает специально проведенный анализ, именно эти концентрические площади-зоны играют важную роль в размещении месторождений углеводородов в границах кратера Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры, а также за его пределами, в границах Прикаспийской впадины, в зоне влияния рассматриваемой кольцевой структуры. Концентрические площади-зоны представляют собой чередующиеся полосы растяжения - разуплотнения и сжатия горных пород.

Академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии Республики Казахстан Н. К. Надиров, обратив внимание на работы автора и проанализировав их, подчеркнул, «что все ранее открытые 200 месторождений за 110 лет нефтяной промышленности Казахстана, сосредоточены, в основном, в концентрических зонах растяжения (разуплотнения) ударно-взрывных кольцевых структур» [21].

Иными словами, анализ данных, полученных за более, чем столетний период, показал приуроченность большей части месторождений углеводородов и подавляющей массы их геологических запасов именно к зонам растяжения-разуплотнения земной коры в космогенных кольцевых структурах. Это установлено в пределах Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры (таблица 1), в Актюбинской (таблица 2) и Бузашинской (таблица 3) [11, 20, 28] кольцевых структурах.

Концентрические зоны растяжения-разуплотнения чередуются с разделяющими их зонами сжатия с невысокими запасами углеводородов, несмотря на то, что иногда в них находится значительное число месторождений. Однако, масштабы этих месторождений невелики. Это мелкие месторождения.

Факты таковы: масштабы месторождений, размещающихся в концентрических зонах растяжения-разуплотнения - с одной стороны, и зонах сжатия - с другой, резко различаются. Предлагаемые инновационные прогнозные построения подчеркивают это резкое различие именно в масштабах месторождений. Эта особенность в территориальном распределении запасов углеводородов, при традиционных, классических прогнозных построениях и анализе, никак себя не обнаруживает.

Таблица 1 – Северокаспийско-Горномангистауская кольцевая структура

Нечётные концентрические площади – зоны растяжения-разуплотнения геологической среды			Чётные концентрические площади – зоны сжатия-уплотнения геологической среды		
Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов	Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов
122	16247	96,5	58	597	3,5

Таблица 2 – Актюбинская кольцевая структура

Нечётные концентрические площади – зоны растяжения-разуплотнения геологической среды			Чётные концентрические площади – зоны сжатия-уплотнения геологической среды		
Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов	Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов
78	13539,3	98,8	41	170,3	1,2

Таблица 3 – Бузашинская кольцевая структура

Нечётные концентрические площади – зоны растяжения-разуплотнения геологической среды			Чётные концентрические площади – зоны сжатия-уплотнения геологической среды		
Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов	Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов
63	11493,3	97,2	43	334,1	2,8

Академик Н. К. Надиров считает, что у автора «достаточно, проверенного практикой научного материала, чтобы заявить о научном открытии: **«Закономерность выявления залежей углеводородов в многокольцевых структурах космогенной природы»** [21]. «Профессор Зейлик Б.С. зря скромничает, на сегодня у него есть все теоретические и практические основания по указанной теме подать заявку на научное открытие. Это будет еще более убедительным доказательством объективной верности более эффективного поиска полезных ископаемых, в частности, углеводородов» [21].

Но наибольшая концентрация запасов углеводородов выявляется в блоках взаимного наложения зон растяжения-разуплотнения названных кольцевых структур: Северокаспийско-Горномангистауской и Актюбинской (см. таблица 4), Северокаспийско-Горномангистауской, Актюбинской и Бузашинской (в контуре последней) (см. таблица 5).

Таблица 4 – Территориальные блоки взаимного наложения Актюбинской и Северокаспийско-Горномангистауской кольцевых структур

Территориальные блоки двойного растяжения-разуплотнения геологической среды			Территориальные блоки двойного сжатия геологической среды		
Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов	Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов
48	13108,0	99,7	17	41,1	0,3

Таблица 5 – Территориальные блоки, вычлняемые в зонах взаимного наложения Бузашинской, Северокаспийско-Горномангистауской и Актюбинской кольцевых структур (в контуре Бузашинской кольцевой структуры)

Территориальные блоки взаимного наложения зон растяжения-разуплотнения геологической среды			Прочие земли		
Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов	Количество месторождений	Запасы, млн т	В % от общего количества запасов
51	11369,0	96,1	55	457,4	3,9

Особого упоминания заслуживает территориальный блок взаимного наложения зон разуплотнения трех рассматриваемых крупных кольцевых структур. Этот район, на данный момент, является территорией с наивысшими перспективами на углеводородное сырье в пределах всей огромной площади, охватываемой Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структурой. Видимо, неслучайно именно в этом блоке находятся гигантские нефтяные месторождения Тенгиз и Кашаган. Кстати, размещение структуры Кашаган в пределах наиболее перспективных на нефть и газ земель было известно до получения положительного результата по первой глубокой нефтеразведочной скважине, пройденной на структуре. Об этом свидетельствует соответствующая публикация [9], появившаяся до завершения бурения этой успешной скважины [28]. Отметим, Кашаган является одним из самых крупных месторождений в Мире, открытых за последние 40 лет, а также крупнейшим нефтяным месторождением на море.

Следует особо подчеркнуть концентрическую кольцевую или, в некоторой мере, эллипсоидную форму границ площадей-зон. Этот феномен находит подтверждение в реакции вязких жидкостей на внешние воздействия [26].

Границы и ширина концентрических площадей-зон сжатия и разуплотнения находят подтверждение в двумерных скоростных моделях земной коры, построенных В. И. Шацкиным и коллегами для территории Западного Казахстана в результате переинтерпретации данных ГСЗ и КМПВ (Шацкий В.И., Горбунов П.Н., Фремд А.Г. и др., 1993). В качестве примера в [11] приведен скоростной разрез Чалкар-Макад, пересекающий Прикаспийскую впадину в северо-северо-западном направлении, что близко к радиальному направлению для Северокаспийско-Горномангистауской кольцевой структуры.

Очевидно, что выделение блоков взаимного наложения концентрических зон растяжения, соседствующих кольцевых структур, - это перспективный способ выявления площадей, наиболее предпочтительных для постановки в их пределах поисковых работ на нефть и газ.

Иными словами, построения, вытекающие из соображений, диктуемых концепцией ударно-взрывной тектоники, и опирающиеся на данные дешифрирования космических снимков, т.е. на новейшую информацию, наступившей космической эры, позволяют выделить площади, как с наибольшей, так и с наименьшей концентрацией углеводородов.

С учетом всех охарактеризованных прогнозных построений, общая оценка площадных размеров перспективных на углеводородное сырье земель, показывает, что их размеры не превышают 20-25% территории Западного Казахстана.

Дополнительное выделение кольцевых структур меньших размеров на основе детального дешифрирования космических снимков, позволяет уверенно говорить о возможности дальнейшего сокращения размеров перспективных земель, подлежащих первоочередному опосредованному поиску.

Следует подчеркнуть, что подобные закономерности в размещении месторождений углеводородов намечаются в Западно-Сибирском (Россия), Джунгарском, Таримском и Шаньдунском бассейнах (Китай), в Зондско-Марианской гиаблеме, в Паннонской впадине или Динарско-Карпатской гиаблеме, в Хайнаньской гиаблеме, в Мексиканском заливе и на территориях, прилегающих к его береговой линии [20, 22], а также во многих других гиаблемах Мира, на что было обращено внимание еще в 1999 г. в патентах [6, 7], а также в статье, опубликованной в 2004 г., в Московском журнале «Геология нефти и газа» [11].

Весьма существенно, что к выводу о космогенной природе такого гигантского нефтегазодного бассейна, как Прикаспийская впадина, независимо от автора, написавшего об этом в 1978 и 1999 гг. [2, 6, 7], позднее пришел молодой японский геолог Takanori Naito [31].

Существенно, что и китайский геолог Huang Yujin [30] выделил, как космогенную, кольцевую структуру - Shandong. Конкретно, Huang Yujin в 1996 г., на XXX Международном Геологическом Конгрессе, проходившем в Китае, распространил в виде препринта описание выявленной им гигантской космогенной кольцевой структуры Shandong. Название препринта: «Метеоритный удар - очень веский аргумент в пользу формирования кольцевого ландшафта в Восточном Китае».

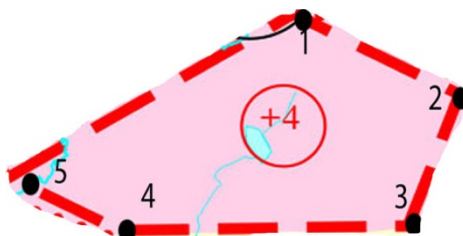
Эта структура, как и Прикаспийская впадина, были показаны на «Схеме размещения предполагаемых и установленных космогенных структур на Земле», приведенной в краткой монографии автора «О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника)», опубликованной в Москве в 1978 г. [2].



На приведенном фрагменте «Карты закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана», масштаба 1:2 000 000, показаны блоки-земли, испытавшие различную степень растяжения-разуплотнения и сжатия.

Высокой перспективностью для выявления новых месторождений углеводородов и месторождений твердых полезных ископаемых должны обладать площади с наиболее высокой разуплотненностью горных пород. В осадочном чехле они будут представлять собою хороший, идеальный коллектор. В породах фундамента - мощные трещиноватые зоны – потенциальные вместилища твердых полезных ископаемых.

Приведенные выше соображения и построения, основанные на региональных мелкомасштабных данных, позволили выделить на рассматриваемой территории Северного Казахстана многочисленные блоки-земли различной степени растяжения–разуплотнения и сжатия. С интересующей нас точки зрения наибольший интерес представляет блок четырехкратного растяжения, расположенный в южной части выделенного фрагмента карты. Правда, поскольку он находится в зоне наименьшей мощности осадочного чехла, постольку его объемные характеристики невелики, если иметь в виду углеводороды.. Приводим контуры этого блока четырехкратного растяжения с указанием координат его угловых точек (рисунок 2).



X, Y точек	Координаты	
1	68,5538834467	54,144342886
2	69,0982085084	53,9518743566
3	68,9147619401	53,6661788833
4	67,9554266143	53,6601642418
5	67,6020664247	53,7849680538

Рисунок 2 – Блок четырехкратного растяжение, в пределах которого находятся земли наивысшей перспективности, как в осадочном чехле, так и в фундаменте

Очевидно, что не следует оставлять без внимания блоки-земли трехкратного растяжения и одинарного сжатия. Четыре таких блока примыкают к указанному блоку четырехкратного растяжения. Помимо этого выделяются еще 2 подобных блока трехкратного растяжения и одинарного сжатия: один в северной части приведенного фрагмента карты, второй в западной его части. Наибольшая мощность осадочного чехла устанавливается в пределах северного блока, если иметь в виду углеводороды..

Следует подчеркнуть, что все упомянутые блоки находятся в пределах Северо-Казахстанского осадочного бассейна (**обращаем на это внимание повторно**), расположенного, по данным «Карты прогноза нефтегазоносности Казахстана», масштаба 1:2 500 000, 2000 г., **в пределах малоперспективных земель и земель с неясными перспективами**, если иметь, опять таки, в виду углеводороды.

Необходимо при этом учитывать (**еще раз подчеркиваем данное обстоятельство**), что в соответствии с упомянутой выше флюидодинамической концепцией образования месторождений полезных ископаемых, выдвинутой профессорами Б. А. Соколовым и В. И. Старостиним [27], во всех перечисленных блоках под осадочным чехлом, в фундаменте, можно ожидать выявления месторождений твердых, в том числе, металлических полезных ископаемых.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зейлик Б.С. Космогенные структуры Казахстана и интерпретация кольцевых структур, выраженных в аномальном магнитном поле на территории СССР. Алма-Ата // Изв. АН Каз ССР. Сер.геол. 1976. № 3. С.69–75.
- [2] Зейлик Б.С.О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). Москва: ВИЭМС. Геоинформ. 1978. 56 с.
- [3] Зейлик Б.С. Кольцевые структуры Казахстана. Специальность 04.00.01 – Общая и региональная геология. Диссертация на соискание ученой степени докт. геол. минер.наук. Москва. МГРИ. 1987.
- [4] Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. Алма-Ата: «Гылым», 1991. 120 с.
- [5] Зейлик Б.С. Патент № 5369.Способ поиска богатых и традиционных коренных месторождений ювелирных и технических алмазов и сопутствующих им россыпей. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 16.07.2001, бюл. № 7. KZ(A) №000585, бюл. № 4. 15.10.1997.
- [6] Зейлик Б.С. Евразийский патент №000585. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов / Бюллетень Евразийского патентного ведомства. Изобретения (евразийские заявки и патенты). Москва. 1999. № 6. С. 155.
- [7] Зейлик Б.С. Казахстанский патент №7242. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов // Официальный бюллетень Патентного ведомства Республики Казахстан «Промышленная собственность». Алматы. 1999. № 2-1 (33). 120.
- [8] Зейлик Б.С. Патент №12039 на изобретение: Способ Зейлика прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений металлических полезных ископаемых. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 05.07.2002.
- [9] Зейлик Б.С., Сыдыков К.Ж. Взгляд из космоса ведет к месторождениям нефти и газа // Нефть и газ Казахстана. Алматы. 1999. № 6. С. 38–46.
- [10] Зейлик Б.С. Астроблема – ключ к нефти и газу // Нефтегазовая вертикаль. Москва. 1999. № 8. С. 58–63.
- [11] Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж. Гигантские астроблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах Мира // Геология нефти и газа. Москва. 2004. № 2. С. 48-55.
- [12] Зейлик Б.С., Кузовков Г.Н. Проблема формирования платформенных депрессий, взрывных кольцевых структур и космическая защита Земли для сохранения жизни на планете // Отечественная геология. Москва. 2006. № 1. С. 78-82.
- [13] Зейлик Б.С. Новая идея прогнозирования месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле».2007. Доклады. Т. 5. Москва. С. 97–100.
- [14] Зейлик Б.С. Современные методы регионального прогнозирования нефтегазоносности // Нефть и газ. Алматы. 2009. № 2(50). С. 23–38.
- [15] Зейлик Б.С. Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле (кольцевые структуры – геологическое свидетельство вулканизма и космогенных катастроф) // Отечественная геология. Москва, 2009. № 2. С. 61-71.
- [16] Зейлик Б.С. Кольцевые структуры – геологическое свидетельство космогенных катастроф и вулканизма (в связи с проблемой космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле) // Известия НАН РК. Сер. геол. Алматы, 2009. № 4. С. 51-66.
- [17] Зейлик Б.С., Подколзин В.Ф. Трансплатформенный глубинный разлом - рифт и прогноз месторождений нефти и газа в его обрамлении // Нефть и газ. Алматы. 2009. № 6. С. 9-21.
- [18] Зейлик Б.С. Новая методика регионального и локального прогнозирования месторождений металлических полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники и данных ДЗЗ // Геология и охрана недр. Алматы. 2009. № 1(30). С. 75–84.
- [19] Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и новый метод прогноза месторождений полезных ископаемых на основе широкого использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Науки о Земле в Казахстане. Докл. казахстанских геологов. 2012. С. 359–376.
- [20] Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Сыдыков К.Ж. Новая технология прогноза нефтегазоносности и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле // Нефть и газ. Алматы. 2013. № 2 (74). С. 51–81.
- [21] Надиров Н.К. Краткие комментарии к научно-теоретическим исследованиям Б.С. Зейлика по разработке инновационной методики поисков месторождений углеводородов на базе дистанционного зондирования Земли и ударно-взрывной тектоники // Известия НАН РК. Сер.геол. и техн. наук. Алматы. 2014. № 1(403). С. 83–88.
- [22] Б.С.Зейлик, О.М. Тюгай. Новая технология прогноза месторождений полезных ископаемых (на основе концепции ударно-взрывной тектоники и данных дистанционного зондирования Земли)// Известия НАН РК. Сер.геол. и техн. наук. Алматы. 2015. № 3(411). С. 12–35.
- [23] Зейлик Б.С., Баратов Р.Т. Новая комплексная технология прогноза месторождений углеводородов и других полезных ископаемых в Прикаспии // Нефть и газ. Алматы. 2015. № 4 (76). С. 59-69.
- [24] Козловский Е.А.// Промышленные ведомости. Москва.2012.№ 9-10.
- [25] Космогеологическая карта СССР. Масштаб 1: 2 500 000. Под.ред. Е.А.Козловского. Москва. 1982.
- [26] Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. // Теоретическая физика. Т. VII. Теория упругости. Москва. 1987.С.188.
- [27] Соколов Б.А., Старостин В.И. Флюидодинамическая концепция образования месторождений полезных ископаемых (углеводородных, металлических и неметаллических). Смирновский сборник–97. Москва: Фонд им. акад. В.И.Смирнова. 1997. С. 99-147.
- [28] Червинский О.Ч. Большая нефть. // Новое поколение. Алматы, Астана, Актобе и Караганда. 07.07.2000. № 27(111).

[29] Шлыгин Е.Д. О сходстве тектонического рисунка Центрально-Казахстанской и Яно-Колымской складчатых областей // Изв. АН КазССР. Сер.геол. Алма-Ата. 1976. № 3. С. 1-12.

[30] HuangYujin. Meteorite impact is the huge motive power forming the ringlandform in East China // For 30<sup>th</sup> International Geological Congress. Tianjin Petroleum Chemical Industry Company. Post code 300271. Dagang, Tianjin, China. 1996.

[31] Takanori Naito. A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspian Basin // Inpex Corporation, г. Джакарта, Индонезия. Нефть и газ. Алматы. 2011. №6(66). С. 121-134.

## REFERENCES

[1] Zejlik B.S. KosmogennyestrukturyKazahstana i interpretacijakol'cevyhstruktur, vyrazhennyh v anomal'nommagnitnom pole naterritorii SSSR. Alma-Ata // Izv. ANKaz SSR. Ser. geol. 1976. № 3. S.69–75.

[2] Zejlik B.S. O proishozhdeniidugoobraznyh i kol'cevyhstrukturnaZemle i drugihplanetah (udarno-vzryvnajatektonika). Moskva: VIJeMS. Geoinform. 1978. 56 S.

[3] Zejlik B.S. Kol'cevyestrukturyKazahstana. Special'nost' 04.00.01 – Obsbhaja i regional'najageologija. Dissertacija na soiskanieuchenostepenidokt. geol. miner. nauk. Moskva. MGRI. 1987.

[4] Zejlik B.S. Udarno-vzryvnajatektonika i kratkijocherktekonikiplit. Alma-Ata: «Gylm», 1991. 120 s.

[5] Zejlik B.S. Patent № 5369.Sposob poiskabogatyh i tradicionnyhkorenyhmestorozhdenijjuvelirnyh i tehniceskikhalmazov i soputstvujushhihimrossypej. Zaregistririvan v GosudarstvennomreestreizobretenijRespublikiKazahstan 16.07.2001, bjul. № 7. KZ(A) №5369, bjul. № 4. 15.10.1997.

[6] Zejlik B.S. Evrazijskij patent №000585. Sposob prognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenijuglevodorodov / Bjulleten' Evrazijskogopatentnogovedomstva. Izobrenenija (evrazijskiezajavki i patenty). Moskva. 1999. № 6. S. 155.

[7] Zejlik B.S. Kazhastanskij patent №7242. Sposob prognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenijuglevodorodov // Oficial'nyjbulleten' PatentnogovedomstvaRespublikiKazahstan «Promyshlennajasobstvennost». Almaty. 1999. № 2-1 (33). 120.

[8] Zejlik B.S. Patent №12039 naizobrenenie: Sposob Zejlikaprognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenij metallicheskihpoleznyhiskopaemyh. Zaregistririvan v GosudarstvennomreestreizobretenijRespublikiKazahstan 05.07.2002.

[9] Zejlik B.S., SydykovK.Zh. Vzgljadizkosmosavedet k mestorozhdenijamnefti i gaza // Neft' i gazKazahstana. Almaty. 1999. № 6. S. 38–46.

[10] Zejlik B.S. Astroblema – ključ k nefti i gazu // Neftegazovajavertikal'. Moskva. 1999. № 8. S. 58–63.

[11] Zejlik B.S., Tjugaj O.M., Gurevich D.V., SydykovK.Zh. GigantskieastroblemyZapadnogoKazahstana i novyj sposob prognozaneftegazonosnosti v osadochnyhbasejnah Mira // Geologijanefti i gaza. Moskva. 2004. № 2. S. 48-55.

[12] Zejlik B.S., Kuzovkov G.N. Problemaformirovanijaplatformennyhdepressij, vzryvnyhkol'cevyhstruktur i kosmicheskaja zashhitaZemlidljjasohranenijazhizninaplanete // Otechestvennajageologija. Moskva. 2006. № 1. S. 78-82.

[13] Zejlik B.S. Novajaidejaprognozirovanijamestorozhdenijpoleznyhiskopaemyh i problema kosmicheskoi ohrany planety dlja sohranenijazhizninaZemle // VIII Mezhdunarodnajakonferencija «Novyeidei v naukah o Zemle». 2007. Doklady. T. 5. Moskva. S. 97–100.

[14] Zejlik B.S. Sovremennyemetodyregional'nogoprognozirovanijaneftegazonosnosti // Neft' i gaz. Almaty. 2009. № 2(50). S. 23–38.

[15] Zejlik B.S. Problema kosmicheskoi ohrany planety dlja sohranenija zhizni na Zemle (kol'cevyje struktury – geologicheskoe svidetel'stvo vulkanizma i kosmogennyh katastrof) // Otechestvennaja geologija. Moskva, 2009. № 2. S. 61-71.

[16] Zejlik B.S. Kol'cevyje struktury – geologicheskoe svidetel'stvo kosmogennyh katastrof i vulkanizma (v svjazi s problemoj kosmicheskoi ohrany planety dlja sohranenija zhizni na Zemle) // Izvestija NAN RK. Ser. geol. Almaty, 2009. № 4. S. 51-66.

[17] Zejlik B.S., Podkolzin V.F. Transplatformennyjglubinnyjrazlom - rift i prognozmestorozhdenijnefti i gaza v ego obramlenii // Neft' i gaz. Almaty. 2009. № 6. S. 9-21.

[18] Zejlik B.S. Novajametodikaregional'nogo i lokal'nogo prognozirovanija mestorozhdenij metallicheskih poleznyh iskopaemyh na osnoveprincipovudarno-vzryvnojtektoniki i dannyh DZZ // Geologija i ohrananedr. Almaty. 2009. № 1(30). S. 75–84.

[19] Zejlik B.S. Udarno-vzryvnajatektonika i novyj metod prognoza mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh na osnove shirokogoispolzovanijadannyhdistancionnogozondirovanijaZemli (DZZ). Nauki o Zemle v Kazahstane. Dokl. Kazhastanskikh geologov. 2012. S. 359–376.

[20] Zejlik B.S., Nadirov N.K., SydykovK.Zh. Novajatehnologijaprognozaneftegazonosnosti i problema kosmicheskoi ohrany planetydljasohranenijazhizninaZemle // Neft' i gaz. Almaty. 2013. № 2 (74). S. 51–81.

[21] Nadirov N.K. Kratiekomentarii k nauchno-teoreticheskimissledovanijam B.S. Zejljka po razrabotke innovacionnoj metodikipoiskovmestorozhdenijuglevodorodovnabazedistancionnogozondirovanijaZemli i udarno-vzryvnojtektoniki // Izvestija NAN RK. Ser. geol. i tehn. nauk. Almaty. 2014. № 1(403). S. 83–88.

[22] B.S.Zejlik, O.M. Tjugaj. Novajatehnologijaprognozamestorozhdenijpoleznyhiskopaemyh (naosnovekonceptiiudarno-vzryvnojtektoniki i dannyhdistancionnogozondirovanijaZemli) // Izvestija NAN RK. Ser. geol. i tehn. nauk. Almaty. 2015. № 3(411). S. 12–35.

[23] Zejlik B.S., Baratov R.T. Novajakompleksnajatehnologijaprognozamestorozhdenijuglevodorodov i drugih poleznyh iskopaemyh v Prikaspii // Neft' i gaz. Almaty. 2015. № 4 (76). S. 59-69.

[24] Kozlovskij E.A. // Promyshlennyevedomosti. Moskva.2012.№ 9-10.

[25] Kosmogologicheskajakarta SSSR. Masshtab 1: 2 500 000. Pod. red. E.A.Kozlovskogo. Moskva. 1982.

[26] Landau L.D., Livshic E.M. // Teoreticheskajafizika. T. VII. Teorijauprugosti. Moskva. 1987. S.188.

[27] Sokolov B.A., Starostin V.I. Fluidodinamicheskaja koncepcija obrazovanija mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh (uglevodorodnyh, metallicheskih i nemetallicheskih). Smirnovskij sbornik-97. Moskva: Fond im. akad. V.I. Smirnova. 1997. S. 99-147.

[28] Chervinskij O.Ch. Bol'shajaneft'. // Novopokolenie. Almaty, Astana, Aktobe i Karaganda. 07.07.2000. № 27(111).

[29] Shlygin E.D. O shodstvetehtonicheskogoriska Central'no-Kazahstanskoj i Jano-Kolymskoj skladchaty hoblastej // Izv. ANKaz SSR. Ser. geol. Alma-Ata. 1976. № 3. S. 1-12.

[30] Huang Yujin. Meteorite impact is the huge motive power forming the ringlandform in East China // For 30<sup>th</sup> International Geological Congress. Tianjin Petroleum Chemical Industry Company. Post code 300271. Dagang, Tianjin, China. 1996.

[31] Takanori Naito. A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspian Basin // Inpex Corporation, g. Dzhakarta, Indonezija. Neft'igaz. Almaty. 2011. № 6(66). S. 121-134.

## ЖАҢА КӨМІРСҮТЕК КЕНОРЫНДАРЫН МҮМКІН КЕНДІ ОБЪЕКТИЛЕРДІ ІЗДЕУ МАҚСАТЫМЕН БАТЫС СІБІР МҰНАЙГАЗДЫ БАССЕЙІНІНІҢ (СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН) ОҢТҮСТІК БӨЛІГІНЕ БОЛЖАМДЫҚ АУДАНДАСТЫРУ

Б. С. Зейлик

Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** пайдалы қазба кенорындарын болжау, Жерді қашықтықтан зерделеу, сақиналы космогенді құрылымдар, жер қыртысының концентрлі созылу-тығыздығының кемуі және сығылу белдемдері.

**Аннотация.** Пайдалы қазбалар кенорындарын соққылы-жарылысты тектоника (СЖТ) принциптері және жерді қашықтықтан зерделеу (ЖҚЗ) мәліметтері негізінде аймақтық және жергілікті (ірімасштабты) болжамдаудың жаңа технологиясы ұсынылады. СЖТ концепциясы Қазақстанда құрастырылып және ұсынылған.

Соңғы жылдары зерттеулері көрсеткендей ЖҚЗ мәліметтері әр түрлі масштабты жобалық тұрғызуларды жасау кезінде үлкен мәнге ие. Пайдалы қазбалар кенорындарын болжауды ЖҚЗ мәліметтеріне көмірсутектер кенорындарының, металды және басқа қатты пайдалы қазбалардың белгілі және барланған кенорындарының геологиялық кеңістікте орналасуы жайлы кең ауқымды ақпараттарымен қоса қолдануға сүйене жүргізу қажет.

Бұл технологияның инновация ретінде дәлелі – пайдалы қазбалар кенорындарын болжаудың әдісіне алынған патенттер болып табылады: Қазақстандық және Еуразиялық.

Соңғы жылдары зерттеулері пайдалы қазбалар кенорындарының эндогенді және космогенді сақиналы құрылымдармен көп жағдайда байланысты екенін көрсетеді. Көпжылдық зерттеулер пайдалы қазбалардың басым бөлігінің әр түрлі мөлшерлі космогенді сақиналы құрылымдармен қоса жүретін жер қыртысының созылу-тығыздығының кемуі концентрлі белдемдеріне тиістілігін көрсетеді. Америкалық зертеуші Роберт Дитц космогенді сақиналы құрылымдарды – астроблемалар (жұлдызды жаракат) деп атауды ұсынған. Олардың диаметрлері километрлер және ондаған километрлермен өлшенеді. Диаметрлері жүздеген километрден асатын сақиналы құрылымдарды атау үшін автор – алып астроблемалар (гиаблемалар) атауын ұсынған.

Еуразиялық және Қазақстандық патенттер алынған жаңа технология көмегімен Әлемнің қалайда бір мұнайгазды бассейнінде көмірсутек шикізатына ең перспективті дерлік аумақтары бөлінуі мүмкін. Каспий-маңы бассейні территориясында жасалынған болжаудың жаңа және дәстүрлі технологияларын салыстыру біріншінің екіншісінен әлдеқайда басымдылығын көрсетеді.

Пайдалы қазбалар кенорындарының жаралуының Б. А. Соколов және В. И. Старостинмен ұсынылған флюидинамикалық концепциясымен сәйкес, көмірсутектер кенорындары үшін анықалынған құрылымдық бақылау мүмкін металды және бейметалды пайдалы қазбалар кенорындарының кеңістіктік орналасуымен айқындалуы тиіс, ол қалай болғанда да гидротермалдық әрекетпен, яғни флюидинамикалық процестермен байланысты. Қатты пайдалы қазбалардың кеңістікте орналасуы талдау бұл ойды дәлелдеді. Ұсынылатын болжаудың технология негізінде шикізат базасы жұқарған және толықтыруды қажет ететін, жұмыс істеп тұрған тау-кен металлургиялық өнеркәсіптер ауданында жаңа жергілікті перспективті аумақтар бөлінуі мүмкін.

Поступила 21.07.2015 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 76 – 79

## NEW SPECIES OF BISMUTH'S SULFOTELLURIT $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$

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

Institute of geological sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

**Key words:** new mineral, sulfotellurites of bismuth, Varvarinsk occurrence, multipurpose cuprum-gold mining of mineralization, association of gold-tellurium-bismuth mineral.

**Abstract.** New species of bismuth's sulfotellurite  $\text{BiTeS}$  establish in multipurpose cuprum-gold mining on Varvarinsk occurrence (N-W Kazakhstan). Previously we have found 13 species of 19 sulfotellurites of bismuth known in nature and 3 new unidentified mineral. They all differ in the quantitative ratio of bismuth to  $\text{Te} + \text{S}$  ( $\text{Bi}_2\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{A}_2$ ,  $\text{Bi}_4\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_3\text{A}_2$ ), where A is the sum of anions and relative  $\text{Te}:\text{S}$  (2: 1 to 1:16).

Further study of samples, we found another previously unknown species with ratios  $\text{Bi}:\text{A} = 3:4$  and  $\text{Te}:\text{S} = 1:3$ .

There are all sulfotellurites of bismuth mostly in low-sulfide arsenopyrite-quartz veinlets among diorite. Their microinclusions observed in the edge zones of arsenopyrite in quartz sulfide precipitates on the periphery and cracks in pyrite. All of them are part of the Au-Te-Bi mineral association imposed on arsenopyrite and sulfides.

УДК 546.87

## НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ СУЛЬФОТЕЛЛУРИДА ВИСМУТА $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$

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

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

**Ключевые слова:** новый минерал, сульфотеллуриды висмута, месторождение Варваринское, комплексный медно-золоторудный тип оруденения, золото-теллуридо-висмутовая минеральная ассоциация.

**Аннотация.** Новый сульфотеллурид висмута  $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$  установлен в рудах комплексного медно-золоторудного месторождения Варваринское (С-З Казахстан). Ранее здесь нами было установлено 13 разновидностей сульфотеллуридов висмута из 19 известных в природе и еще 3 новых неназванных минерала. Все они различаются по количественным соотношениям висмута к  $\text{Te}+\text{S}$  ( $\text{Bi}_2\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{A}_2$ ,  $\text{Bi}_4\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_3\text{A}_2$ ), где А равно сумме анионов, и по отношению  $\text{Te}:\text{S}$  (от 2:1 до 1:16).

При дополнительном изучении образцов нами была обнаружена еще одна ранее неизвестная разновидность с соотношениями  $\text{Bi}:\text{A} = 3:4$  и  $\text{Te}:\text{S} = 1:3$ .

Встречаются все сульфотеллуриды висмута в основном в малосульфидных арсенопирит-кварцевых прожилках среди диоритов. Их микровключения наблюдались в краевых зонах арсенопирита, в кварце, по периферии выделений сульфидов и по трещинкам в пирите. Все они входят в состав Au-Te-Bi минеральной ассоциации, наложенной на арсенопирит и сульфиды.

**Введение.** Новый сульфотеллурид висмута обнаружен на медно-золоторудном месторождении Варваринское (С-3 Казахстан). Месторождение является уникальным по разнообразию типов руд, что обусловлено разнообразием вмещающих пород (эффузивы основного, реже среднего состава, известняки, алевролиты, диориты, серпентиниты, иногда габбро), характером их изменений (от контактовых до гидротермальных), а также длительностью и многостадийностью рудного процесса [1].

При изучении руд месторождения нами ранее было установлено 13 разновидностей сульфотеллуридов висмута из 19 известных в природе и еще три новых неназванных минерала [2].

Составы сульфотеллуридов висмута варьируют как в катионной, так и в анионной части. С учетом именно этой особенности построены систематики сульфотеллуридов висмута [3-5].

На изученном месторождении присутствует большая часть известных типов природных соединений системы Bi-Te-S, соответствующих классификации Э. М. Спиридонова:  $Bi_2A_3$ ,  $Bi_2A_2$ ,  $Bi_4A_3$ ,  $Bi_3A_2$ , где А равно сумме анионов. Отношение Te:S( $\pm$ Se) в каждом из этих типов соединений также варьирует от 2:1 до 1:4 (таблица 1). Наиболее распространены минералы двух рядов -  $Bi_4A_3$  и  $Bi_3A_2$ .

Таблица 1 – Положение нового минерала  $Bi_3TeS_3$  в схеме группировки сульфотеллуридов висмута Варваринского месторождения

Te:S	Bi: (Te,S)						
	2:3(0,66)	3:4(0,75)	1:1 (1,0)	4:3(1,3)	3:2(1,5)	8:5-7:4(1,6-1,8)	2:1(2,0)
2:1	Тетрадимит $Bi_2Te_2S$		Сульфоцумоит $Bi_3Te_2S$	Жозеит В $Bi_4Te_2S$	Минерал К $Bi_3Te_{1,33}S_{0,65}$		
1,5:1				Жозеит В-Д $Bi_{4+x}Te_{2-x}S_{1+x}$	Сульфотеллурид 1 $Bi_{15}Te_6S_4$		
1:1			Ингодит $Bi_2TeS$	Жозеит Д $Bi_4Te_{1,5}S_{1,5}$	Протожозеит $Bi_3TeS$		
1:1,5						Неизвестный-1 $Bi_8Te_2S_3$	
1:2				Жозеит А $Bi_4TeS_2$			
1:3		Новый н.н. $Bi_3TeS_3$	Грюнлингит $Bi_2Te_{0,5}S_{1,5}$	Жозеит С $Bi_4Te_{0,8}S_{2,2}$			Неизвестный-3 $Bi_2Te_{0,3}S_{0,7}$
1:4					Минерал Р $Bi_3Te_{0,4}S_{1,6}$		
1:16						Неизвестный-2 $Bi_7Te_{0,23}S_{3,77}$	

Минералы ряда  $Bi_4A_3$  представлены жозеитами А, В, С, D [6]. Имеется также разновидность, которая по отношению Te:S = 1:1, занимает промежуточное положение между жозеитом В с Te:S = 2:1 и жозеитом Д с Te:S = 1:1, то-есть может быть названа жозеитом В-Д.

Среди сульфотеллуридов висмута ряда  $Bi_3A_2$  по отношению Te:S выделяются минерал К (Te:S = 2:1), сульфотеллурид-1 (Te:S = 1,5:1), протожозеит (Te:S = 1:1) и минерал Р (Te:S = 1:4).

Имеются также единичные находки ингодита  $Bi_2TeS$ , грюнлингита  $Bi_2Te_{0,5}S_{1,5}$ , тетрадимита  $Bi_2Te_2S$  и сульфоцумоита  $Bi_3Te_2S$ .

Неизвестные минеральные фазы дополняют схему группировки природных сульфотеллуридов висмута в той ее части, где отношения Bi:(Te+S) наиболее высоки (1,6-2,0). В этой области был известен единственный минерал – оруэтит  $Bi_8TeS_4$  [7].

При дополнительном изучении образцов нами была обнаружена еще одна ранее неизвестная разновидность сульфотеллурида висмута –  $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$  с соотношениями  $\text{Bi:A} = 3:4$  и  $\text{Te:S} = 1:3$  (таблица 1). Новый минерал по составу относится к группе с низким содержанием висмута и максимальным содержанием серы (таблица 2).

Таблица 2 – Составы сульфотеллуридов висмута Варваринского месторождения (вес. %)\*

№ п/п	Минерал	Формула	Bi	Te	S	Примеси
1	Минерал Р	$\text{Bi}_3\text{Te}_{0,5}\text{S}_{1,5}$	83-86,7	6,3-6,6	6,3-6,8	
2	Жозеит С	$\text{Bi}_4\text{Te}_{0,75}\text{S}_{2,25}$	83-83,7	8,85	7,22	
3	Жозеит А	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$	80,5-81,8	9,86-11,9	6,2-6,7	Pb 0,2-0,7; Se 0,95-1,49
4	Жозеит Д	$\text{Bi}_4\text{Te}_{1,5}\text{S}_{1,5}$	79,3-82,7	12,0	6,0	
5	Неназван.-1	$\text{Bi}_8\text{Te}_2\text{S}_3$	79,15	13,08	4,55	Fe 0,99; Se 0,41
6	Протожозеит-1	$\text{Bi}_3\text{TeS}$	78,4-80,1	15,4-15,9	3,1-4,5	
7	Неназванн.-3	$\text{Bi}_2\text{Te}_{0,3}\text{S}_{0,7}$	78,8-79,5	7,5	5,2-5,4	Pb 6,0-7,4
8	Грюнлингит	$\text{Bi}_4\text{TeS}_3$	78-79	12-13	8-9	
9	Жозеит В-Д	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x}\text{S}_{1+x}$	76,14-77,75	18,47-19,5	3,3-3,5	Fe 0,27
10	Неназванн.-2	$\text{Bi}_7\text{Te}_{0,23}\text{S}_{3,77}$	76,1-76,5	1,73-2,11	7,5-7,7	Pb 11,3
11	Сульфотеллурид-1	$\text{Bi}_3\text{Te}_{1,2}\text{S}_{0,8}$	74,58-77,6	18,5-18,7	2,1-2,9	
12	Жозеит-В	$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x}\text{S}$	73-75	22-23	2,6-3,1	
13	Минерал К	$\text{Bi}_3\text{Te}_{1,33}\text{S}_{0,65}$	73,8-74	19,28	2,84	
14	Новый неназван.	$\text{Bi}_3\text{TeS}_3$	72,96	14,61	11,10	Se 1,33
15	Ингодит	$\text{Bi}_2\text{TeS}$	68,8-73,3	19,3-25,3	5,1-6,3	
16	Тетрадимит	$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	56-57	33-34	1,5-2,9	Fe 0,1; Ni 1,4; Se 4,8; As 3,0
17	Сульфоцумоит	$\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$	57,5	22,75	3,15	Fe 0,66; Cu0,21; Se 0,76; Sb 0,39

\*Анализы выполнены на микрозонде JCXA-733. Аналитики: В. Л. Левин, П. Е. Котельников.

Размеры выделений всех разновидностей сульфотеллуридов висмута составляют в основном сотые доли мм и лишь в единичных случаях достигают 0,1 мм. Форма зерен большей частью неправильная, но иногда отмечаются одиночные удлинённые кристаллы.

Все разновидности сульфотеллуридов висмута сходны между собой по оптическим свойствам. Они имеют высокое отражение, белый цвет со слабыми цветовыми оттенками (голубоватым, желтоватым, розоватым) или без них. Двуотражение отчетливое, анизотропия сильная с изменением цвета от желтоватого до синевато-черного. У малосернистых разновидностей двуотражение проявлено значительно сильнее, чем у высокосернистых.

Распространены сульфотеллуриды висмута довольно широко. Встречаются они в основном в малосульфидных арсенопирит-кварцевых прожилках среди диоритов в виде включений в кварце, в краевых зонах кристаллов арсенопирита, иногда в халькопирите, галените, висмутине, но чаще располагаются по периферии выделений сульфидов и в промежутках между их зёрнами. Отмечались они также по трещинкам в пирите и арсенопирите. Иногда в самих сульфотеллуридах висмута имеются мельчайшие включения галенита, самородного висмута, золота.

По времени образования минералы этой группы относятся к наиболее поздним. Они входят в состав золото-теллуру-висмутовой минеральной ассоциации, наложенной на арсенопирит и сульфиды и завершающей рудный процесс.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жуков Н.М., Павлова З.Н., Аубакирова Р.Б., Костеров Е.И., Гачкевич И.В. – Новый комбинированный тип золотого оруденения в Казахстане // Изв. АН КазССР. Сер.геолог. 1984. №5. Стр.1-5.
- [2] Павлова З.Н., Абулгазина С.Д., Котельников П.Е. – Сульфотеллуриды висмута из медго-золоторудного месторождения северо-западного Казахстана. // Изв. АН РК. Сер.геолог. 1992. №3. Стр. 47-58.

- [3] Годовиков А.А., Кочеткова К.В., Лаврентьев Ю.Г. – Изучение сульфотеллуридов висмута месторождения Сохондо. // Геол. и геофиз. 1970. №11.
- [4] Годовиков А.А., Кочеткова К.В., Лаврентьев Ю.Г. – О систематике сульфотеллуридов и теллуридов висмута. // Зап. Всес. минерал. об-ва. 1971. Вып. 4. Стр. 417-428.
- [5] Спиридонов Э.М. – О связи химического состава и некоторых рентгеновских характеристик теллуридов висмута. // Минералог. журнал. 1981. Т.3.№4. Стр. 76-80.
- [6] Павлова З.Н., Котельников П.Е. – Формы нахождения серебра, висмута, теллура, селена, кобальта и сурьмы в медно-золоторудном месторождении Казахстана. //Изв. АН КазССР. Сер.геол. 1988. №2. Стр. 13-23.
- [7] Онтоев Д.О., Тронева Н.В., Цепин А.И. и др. – Первая находка оруэтиты в СССР. // Зап. Всес. минер. об-ва. 1974. Вып.3. Стр.346-352.

#### REFERENCES

- [1] Zhukov N.M., Pavlova Z.N., Aubakirova R.B., Kosterov R.B., Gachkevish I.V.– New combined type of gold mineralization in Kazakhstan. //News of KazSSR. Ser.geol.. 1984. №5. p.1-5.
- [2] Pavlova Z.N., Abulgazina S.D., Kotelnikov P.E. – Sulfotelluridy bismuth copper-gold deposit in northwestern Kazakhstan. // News of AS RK. Ser.geol. 1992. №3. p.47-58.
- [3] Godovikov A.A., Kochetkova K.V., Lavrientev Y.G. – Study sulfotelluridov bismuth deposit Sokhondo. // Geol. and geof. 1970. №11.
- [4] Godovikov A.A., Kochetkova K.V., Lavrientev Y.G. – Sistematics sulfotelluridov and bismuth tellurides. // St. Un.miner.soc. 1971. Iss. 4. p.417-428.
- [5] Spiridonov E.M. – The relationship of chemical composition and x-ray characteristics of some of bismuth telluride. // Miner. magazine. 1981. Т.3.№4. p.76-80.
- [6] Pavlova Z.N., Kotelnikov P.E.– Mode occurrence of silver, bismuth, tellurium, selenium, cobalt and antimony in copper-gold deposit in Kazakhstan. //News of AS KazSSR. Ser.geol. 1988. №2. p.13-23.
- [7] Ontoev D.O., Troneva N.V., Cepin A.I. и др. – The first finding in the USSR oruetita.// St. Un.miner.soc. 1974. Iss.3. p.346-352.

### ВИСМУТ СУЛЬФОТЕЛЛУРИДТЕРІНІҢ ЖАҢА ТҮРЛЕРІ ( $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$ )

**З. Н. Павлова, А. Е. Омарбекова, В. Л. Левин, П. Е. Котельников**

Қ. И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** жаңа минерал, висмуттың сульфотеллуридтері, Варварин кенорны, кенденудің кешенді мысты-алтынкенді түрі, алтын-теллуру-висмутты минералды ассоциация.

**Аннотация.** Жаңа висмут сульфотеллуридін  $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$  Варварин кенорнының кешенді мысты-алтынкенді кендерде анықталған (С-Ш Қазақстан). Алғаш бұл жерде біз 13 түрлі висмут сульфотеллуридтерін анықтадық, оның ішінде 19 табиғатта белгілі және 3 жаңа аты анықталмаған минерал. Олардың барлығы висмуттың  $\text{Te+S}$  ( $\text{Bi}_2\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{A}_2$ ,  $\text{Bi}_4\text{A}_3$ ,  $\text{Bi}_3\text{A}_2$ ) мөлшерлі қатынасы бойынша ажыратылады, мұнда  $\text{Te:S}$  қатынасы бойынша, А аниондар мөлшеріне тең. (2:1-ден 1:16-ға дейін).

Қосымша үлгілерді зерттеу барысында біз тағы бір алғаш белгісіз жаңа түрді  $\text{Bi:A} = 3:4$  және  $\text{Te:S} = 1:3$  қатынасы бойынша анықтадық.

Барлық висмут сульфотеллуридтер диориттер арасындағы азсульфидті арсенопирит-кварцты өзегінде негізінен кездеседі. Олардың микроқосылымдары арсенопириттің шеткі аймақтарында, кварцта, сульфидтердің шеткі бөліктерінде және пириттің жарықшақтарында бақыланды. Олардың барлығы арсенопирит және сульфидтерге салынған  $\text{Au-Te-Bi}$  минералды ассоциациясы құрамына кіреді.

Поступила 21.07.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 80 – 89

**CRONSTEDTITE FROM KARAOKA DEPOSIT  
(CENTRAL KAZAKHSTAN)**

**G. K. Bekenova<sup>1</sup>, Zh.Zh. Kusainov, A.P. Slyusarev<sup>1</sup>, V.L. Levin<sup>1</sup>, I.B. Samatov<sup>1</sup>,  
D.B. Zheksembekova<sup>1</sup>, A.S. Kusenova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Satpaev Institute of Geological Sciences, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: bekenova@mail.ru

**Key words:** mineral, chemical composition, unit cell parameters, Mossbauer' characteristics, IR-spectroscopy data, thermal analyses data, Karaoka deposit, Kazakhstan.

**Abstract.** Cronstedtite, ideally  $(\text{Fe}^{2+}_{3-x}\text{Fe}^{3+}_x)(\text{Si}_{2-x}\text{Fe}^{3+}_x)\text{O}_5(\text{OH})_4$ , where  $x \sim 0,5$  up to 1,0, is a first find in Kazakhstan discovered in geode (size 10x15 cm) of the granite massif in mine (depth 300 m) in the Karaoka deposit, Central Kazakhstan. Cronstedtite occurs as the druse of brilliant cone-shaped crystals with shading parallel to lengthening. The top part of column crystals is put from the flat interstratifying accruing triangular concave plates (to 4 mm) with a Mohs hardness of 6.4. Brittle. Fracture likes as fluorite. Mineral is marsh-green to black and a vitreous luster. Measured density is 3.57 g/cm<sup>3</sup>; calculated – 3.544 g/cm<sup>3</sup>. Cronstedtite is hexagonal, space group  $P31m(157)$ ,  $a$  5.4954(22) Å,  $c$  7.1004(30) Å,  $V$  185.700(227) Å<sup>3</sup>,  $Z=1$ ,  $c/a = 1.2921(11)$ . The seven strongest lines in the X-ray powder-diffraction pattern [ $d(\text{Å})(hkl)$ ] are: 7.105(100)(001), 3.552(74)(002), 2.564(16)( $\bar{1}\bar{1}1$ ), 2.366(17)(003), 2.173(15)( $\bar{1}\bar{1}2$ ), 1.792(15)( $\bar{1}\bar{1}3$ ), 1.776(15)(004). Chemical analysis by electron microprobe gave Si 8.52, Fe 51.31, O 24.41, sum 84.24 wt.%, valence of Fe was determined by Mossbauer spectroscopy [ $\text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}) = 0.46$ ]. The empirical formula was calculated on the basis of 5 cations (Si+Fe) per formula unit and is as follows:  $(\text{Fe}^{2+}_{2,04}\text{Fe}^{3+}_{0,96})_{3,00}(\text{Si}_{1,23}\text{Fe}^{3+}_{0,77})_{2,00}\text{O}_{5,00}(\text{OH})_{3,81}\text{O}_{0,19})_{4,00}$ . Silicon is replaced with trivalent iron in tetrahedrons, in octahedral positions the ratio  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} \approx 2/1$ . In recalculation by Brindly:  $(\text{Fe}^{2+}_{2,04}\text{Fe}^{3+}_{0,87})_{2,91}(\text{Si}_{1,23}\text{Fe}^{3+}_{0,86})_{2,09}\text{O}_5(\text{OH})_{3,81}\text{O}_{0,19})_{4,00}$ . The infrared spectrum of the mineral contains the following absorption bands: 452.0, 571.5, 633.9, 685.9, 753.4 and 930.2 with shoulder at 1028.9 cm<sup>-1</sup>. The absorption bands (cm<sup>-1</sup>): 3253.5, 3466.6 cm<sup>-1</sup> show crystal structural water in the mineral.

The description of unique sample of cronstedtite from Karaoka deposit with physical and optical properties are presented. Chemical composition, unit cell parameters, Mossbauer' characteristics, IR-spectroscopy and thermal analyses data are obtained.

УДК 549.623.7(574.3)

**КРОНШТЕДТИТ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАОБА  
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)**

**Г. К. Бекенова<sup>1</sup>, Ж. Ж. Кусаинов, А. П. Слюсарев<sup>1</sup>, В. Л. Левин<sup>1</sup>, И. Б. Саматов<sup>1</sup>,  
Д. Б. Жексембекова<sup>1</sup>, А. С. Кусенова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

**Ключевые слова:** минерал, химический состав, параметры элементарной ячейки, мессбауэровские характеристики, ИК-спектроскопические данные, данные термического анализа, месторождение Караоба, Казахстан.

**Аннотация.** Дано описание физических и оптических свойств уникального образца кронштедтита из месторождения Караоба. Приведены химический состав, параметры элементарной ячейки, мессбауэровские характеристики, ИК-спектроскопические и термические данные минерала.

**Введение.** По данным Дж. Бриндли кроншtedтит (кронстедтит)  $(\text{Fe}^{2+}_{3-x}\text{Fe}^{3+}_x)(\text{Si}_{2-x}\text{Fe}^{3+}_x)\text{O}_5(\text{OH})_4$ , где  $x \sim 0,5$  до 1,0 был найден в виде черных удлиненных кристаллов со стекляннм блеском в низкотемпературных гидротермальных сульфидных жилах [1]. Кристаллохимической особенностью минерала является необычный состав тетраэдрической позиции  $\text{Si}:\text{Fe}^{3+} \cong 1:1$  с почти полным заполнением октаэдрической позиции Fe. Неясно, каково реальное соотношение  $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}$  в октаэдрических позициях (или при каком соотношении эта структура осуществима) и каким образом рассчитать катион-анионный баланс зарядов. Hendricks (1939a) предложил структурную формулу, рассчитанную по анализам Kisbanya (Румыния) кроншtedтита Gossner (1935), в которой октаэдрическое Fe является первоначальным и тетраэдрическое замещение  $\text{Fe}^{3+}$  скомпенсировано путем замещения апикального кислорода (ОН)-группой для каждого  $\text{Fe}^{3+}$  тетраэдра. Brindley (1961) предпочитает сбалансировать тетраэдрический  $\text{Fe}^{3+}$  с эквивалентным количеством октаэдрического  $\text{Fe}^{3+}$  и установить нормальный анионный состав 1:1 слоистого силиката  $\text{O}_5(\text{OH})_4$ .

Оба Gossner (1935) и Hendricks (1939a) согласны, что у кроншtedтита 1:1 тип слоев. Более детальные изучения Frondel (1962) и Steadman и Nuttall (1963, 1964) показали экстраординарное количество вариаций слоевых последовательностей. Frondel (1962) выделил структуры с периодичностью 1, 2, 3 и 9 слоев, а также и разупорядоченное переслаивание. Steadman и Nuttall (1963, 1964) нашли 8 различных последовательностей при проверке около 200 кристаллов из 9 мест отбора. Они могут быть скоррелированы с идеальными политипами 1Т, 1М, 2Т, 2Н, 2Н<sub>2</sub>, 2М и 3Т, а также с той же гибридной 6R<sub>2</sub> структурой, найденной в амезите, в которой межслоевой сдвиг в  $b/3$  вдоль Y происходит с переменной регулярностью.

Steadman и Nuttall (1963) уточнили атомные позиции 1Т, 3Т и 6-слойных структур ближнего порядка с помощью диаграмм электронной плотности и методом проб и ошибок уточнений индивидуальных атомных параметров. Они определили, что большие продольные размеры тетраэдрического слоя из-за присутствия 50%  $\text{Fe}^{3+}$  получаются путем тетраэдрических разворотов в угловом интервале 2-8°, чтобы скомпенсировать небольшую разницу в размерах Fe – обогащенных октаэдрических слоев. Направление поворота было определено путем взаимодействия базальных тетраэдрических кислородов одного слоя с октаэдрическими катионами слоя ниже скорее, чем с катионами в этом же самом слое или с ОН-группам в слое сразу под указанным. Это направление поворота проявляется как увеличение О-ОН межслоевого промежутка в 1- и 6-слойных структурах или по уменьшению его в 3-слойной структуре. Для уточненных структур симметрия идеальных пространственных групп позволяет упорядочение октаэдрических и тетраэдрических катионов только в 3- и 6-слойных структурах, но нет доказательств такого упорядочения в реальных структурах этих кристаллов.

Henry (1974) представил доказательство для упорядочения тетраэдрических Si и  $\text{Fe}^{3+}$  в кроншtedтите-2Н<sub>2</sub> путем наблюдения 06l, l нечетные рефлексы (как индексированные на ортогональной ячейке). Radoslovich и Norrish (1962) показали что эти рефлексы имеют нулевую интенсивность в действительно гексагональной структуре, в которой тетрагональные катионы имеют у координаты точно кратные  $b/12$  и дезориентированы. В гексагональном кроншtedтите расчеты показывают, что наблюдаемые интенсивности обусловлены разницей рентгеновской рассеивающей способности упорядоченных тетрагональных Si и  $\text{Fe}^{3+}$  и разницей в позициях их координированных атомов кислорода. Henry и Bailey подтверждают тетраэдрическое упорядочение для кроншtedтита-2Н<sub>2</sub> путем установления двух совершенно различных тетраэдрических значений длин связей в уточненной структуре. В этой структуре направление тетраэдрического разворота происходит так, чтобы двигать базальные атомы кислорода от октаэдрических катионов смежного слоя в сторону октаэдрических катионов в этом же слое и поверхностные ОН-группы в смежном слое. Многообразие вариаций разворотов тетраэдрического слоя и смещение относительно октаэдрических слоев приводит к существованию многочисленных политипных модификаций кроншtedтита.

В настоящее время известно 19 структурных разновидностей кроншtedтита (таблица 1).

Уникальные образцы минералов месторождения Караоба, среди которых находился кроншtedтит, были предоставлены бывшим проходчиком рудника им. Джембула – Кусаиновым Жанбулатом. Но первое упоминание о кроншtedтите в перечне минералов из месторождения Караоба в 2002 г. было приведено геологом-коллекционером В. Ермоленко [2]. К сожалению, в журнале Lapis не дано описание этого железистого силиката группы серпентинов. В частной переписке (не

Таблица 1 – Структурные модификации кроншtedтита

Гексагональная сингония						
Пространственная группа	Параметры ячейки, Å		Формула	№ карточка PDF		
	<i>a</i>	<i>c</i>				
<i>P</i> (O)	5,486	7,095	Fe <sub>3</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	52-1564		
<i>P31m</i> (157)	5,512	7,106	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>1,23</sub> Fe <sub>0,77</sub> )O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	70-3535		
<i>P31m</i> (157)	5,503	7,104	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>1,40</sub> Fe <sub>0,60</sub> )O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	70-3536		
<i>P31m</i> (157)	5,49	7,085	Fe <sub>3</sub> FeSiO <sub>4</sub> (OH) <sub>5</sub>	72-1672		
<i>P63cm</i> (185)	5,49	14,17	Fe <sub>3</sub> FeSiO <sub>4</sub> (OH) <sub>5</sub>	72-1673		
<i>P31</i> (144)	5,49	21,21	Fe <sub>3</sub> FeSiO <sub>4</sub> (OH) <sub>5</sub>	72-1674		
<i>P63</i> (173)	5,5	14,163	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>1,44</sub> Fe <sub>0,56</sub> )O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	72-6095		
<i>P63</i> (173)	5,493	14,148	Fe <sub>3</sub> (Si <sub>1,32</sub> Fe <sub>0,68</sub> )O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	72-6096		
<i>P31m</i> (157)	5,494	7,09	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>0,685</sub> Fe <sub>0,315</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	76-2688		
<i>P31m</i> (157)	5,495	7,09	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>0,711</sub> Fe <sub>0,289</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	76-2689		
<i>P31m</i> (157)	5,501	7,106	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>0,78</sub> Fe <sub>0,22</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	76-2690		
<i>P31m</i> (157)	5,49	7,086	Fe <sub>3</sub> ((Si <sub>0,74</sub> Fe <sub>0,26</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	76-2691		
<i>P31</i> (144)	5,497	21,355	Fe <sub>3,12</sub> ((Si <sub>1,51</sub> Fe <sub>0,49</sub> )O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	82-2238		
Ромбоэдрическая сингония						
Пространственная группа	<i>a</i>	<i>c</i>	Формула	№ карточка PDF		
<i>R3</i> (146)	5,49	42,5	Fe <sub>3</sub> ((FeSi)O <sub>4</sub> (OH) <sub>5</sub> )	72-1675		
<i>R3</i> (146)	3,16	21,25	Fe <sub>2,7</sub> (FeSiO <sub>4</sub> (OH) <sub>5</sub> )	76-8382		
Орторомбическая сингония						
Пространственная группа	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	Формула	№ карточка PDF	
<i>C</i> (O)	5,486	9,501	14,200	Fe <sub>3</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	52-1565	
<i>C</i> (O)	5,488	9,502	14,186	Fe <sub>3</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	52-1566	
Моноклиная сингония						
Пространственная группа	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	$\beta^\circ$	Формула	№ карточка PDF
<i>C</i> (O)	5,486	9,500	7,313	104,468	Fe <sub>3</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	52-1567
<i>Cm</i> (8)	5,49	9,51	7,32	104,5	Fe <sub>3</sub> (Si,Fe) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	17-0470

опубликованной) В. Ермоленко сообщает об истории выявления минерала на руднике им. Джамбула. В 1998 г. он описывает размеры образцов, морфологию, физические свойства минерала и минеральную ассоциацию. Первые определения минерала с помощью рентгеноструктурного анализа, выполненные на кафедре минералогии Уральского горного университета Н. Г. Сапожниковой, показали, что исследуемый минерал относится к железистым силикатам группы серпентина – каолинита. Дополнительно В. Ермоленко сообщает о местах нахождения кроншtedтита в мире.

**Местонахождение и ассоциация.** Образцы кроншtedтита, представленные Ж. Кусаиновым, были отобраны, по его данным, в жеоде размером 10x15 см гранитного массива между жилами №31 и №40 в шахте (5-ый горизонт, глубина 300 м). Один образец является чистым кроншtedтитом; второй - кроншtedтитом, покрытым желтоватыми почками (до 2 мм) сидерита (рисунок 1). Третий образец размером 7,5x3,5 см представляет собой цельный кристалл вольфрамита, на котором находятся: агрегат размером 4x3 см кроншtedтита, марказит в виде почек (до 5 мм) и кристаллы родохозита (до 3 мм).

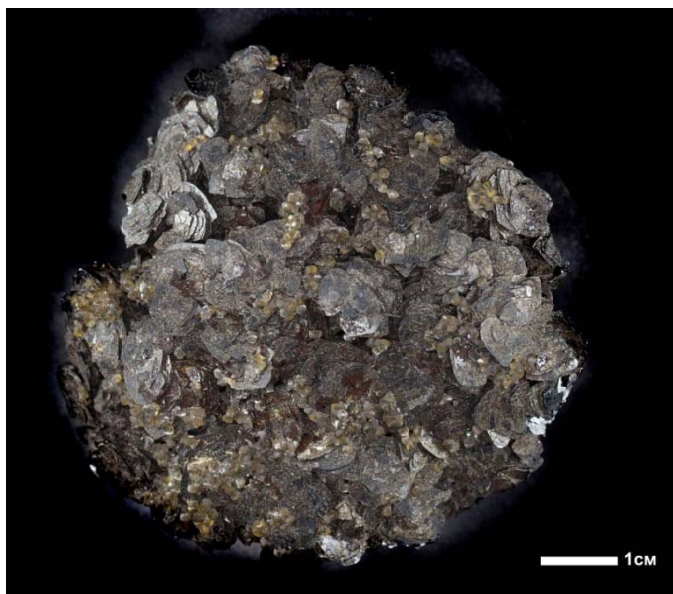


Рисунок 1 – Агрегат кроншtedтита с почками сидерита.  
Вид сверху. Верхняя часть столбчатых кристаллов сложена  
в виде розочек



Рисунок 2 – Друза кроншtedтита. Вид сбоку.  
Блестящие конусообразные кристаллы  
со штриховкой параллельно удлинению

Изученный нами агрегат кроншtedтита (образец 2) представляет собой друзу блестящих конусообразных кристаллов со штриховкой параллельно удлинению (рисунок 2). Верхняя часть столбчатых кристаллов сложена в виде розочек из плоских переслаивающихся нарастающих треугольных вогнутых пластинок до 4 мм (рисунок 3).

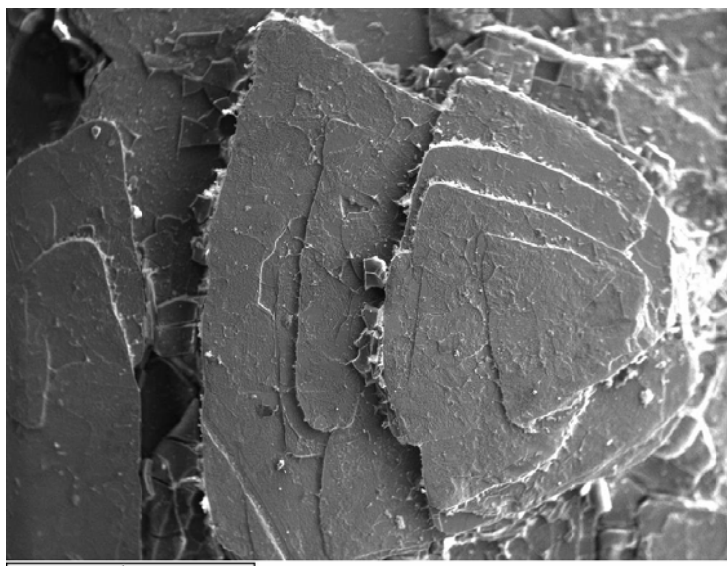


Рисунок 3 – Изображение во вторичных электронах.  
Нарастающие треугольные в основании пластинки кроншtedтита

Цвет кроншtedтита болотно-зеленый до черного. Блеск стеклянный. Твердость – 6,4. Хрупкий. Излом под флюорит. Измеренная плотность  $3,57 \text{ г/см}^3$ ; вычисленная -  $3,544 \text{ г/см}^3$ .

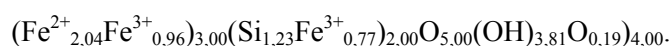
**Химический состав.** Анализы проводились на электроннозондовом микроанализаторе Superprobe JСХА-733 с использованием энергодисперсионного спектрометра при ускоряющем напряжении 15 кВ, токе зонда 25 нА, диаметре зонда 1-2 мкм (таблица 2). В качестве образцов сравнения были использованы:  $\text{SiO}_2$  (Si);  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}$  (Fe).

Таблица 2 – Химический состав (мас.%) кроншtedтита к (по 15 точкам)

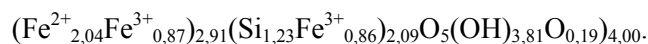
№ анализа	Si	Fe	O	Σ*
1	8,63	50,95	24,43	84,01
2	8,82	51,87	24,91	85,60
3	8,20	51,29	24,03	83,52
4	8,49	51,56	24,44	84,48
5	8,47	52,29	24,63	85,39
6	8,71	51,80	24,77	85,28
7	8,64	50,19	24,22	83,04
8	8,57	50,84	24,33	83,74
9	8,35	49,97	23,83	82,14
10	8,60	51,77	24,63	84,99
11	8,39	51,90	24,43	84,72
12	8,61	51,33	24,52	84,47
13	8,50	52,23	24,64	85,37
14	8,34	50,59	24,00	82,93
15	8,52	51,08	24,34	83,93
Среднее	8,52	51,31	24,41	84,24

*Примечание.* Пористая рыхлая поверхность кроншtedтита и вхождение в структуру минерала кристаллизационной воды объясняет пониженное значение суммы элементов.  
По данным химического анализа  $H_2O^-$  0,30%;  $H_2O^+$  14,97%.

Кристаллохимическая формула кроншtedтита (расчёт по катионам  $Si+Fe=5$ ) с учетом данных ЯГР-спектроскопии имеет вид:



Здесь в тетраэдрах кремний замещается трехвалентным железом, в октаэдрических позициях соотношение  $Fe^{2+}/Fe^{3+} \approx 2/1$ . В пересчете по Бриндли:



**ЯГР-спектроскопия.** Определение валентности железа и относительное содержание  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  в образце минерала выполнено на мессбауэровском спектрометре MS-1104 (таблицы 3, 4, рисунок 4).

Таблица 3 – Мессбауэровские характеристики кроншtedтита

№	Имя	$I_s$ , мм/с	$Q_s$ , мм/с	S отн., %	G, мм/с
1	D Doublet_1	0,43	0,89	17	0,49
2	D Doublet_3	0,24	0,50	29	0,49
3	D Doublet_4	0,86	1,04	9	0,49
4	D Doublet_5	1,12	2,26	31	0,49
5	D Doublet_6	1,05	1,56	14	0,49

*Примечание.*  $I_s$  – изомерный сдвиг;  $Q_s$  – квадрупольное расщепление; S – относительное содержание; G – ширина линии.  
Дублеты 1, 2 относятся к состоянию  $Fe^{3+}$  (46%), а дублеты 3–5 – к состоянию  $Fe^{2+}$  (54%).

Таблица 4 – Мессбауэровские параметры кроншtedтита

$I_s$ , мм/с	$Q_s$ , мм/с	Степень окисления
1,21	2,23	$Fe^{2+}$
0,23	0,52	$Fe^{3+}$
0,69	0,79	$Fe^{2+}$
1,16	1,70	$Fe^{2+}$
0,36	0,90	$Fe^{3+}$
0,36	0,60	$Fe^{3+}$

*Примечание.*  $I_s$  – изомерный сдвиг;  $Q_s$  – квадрупольное расщепление.

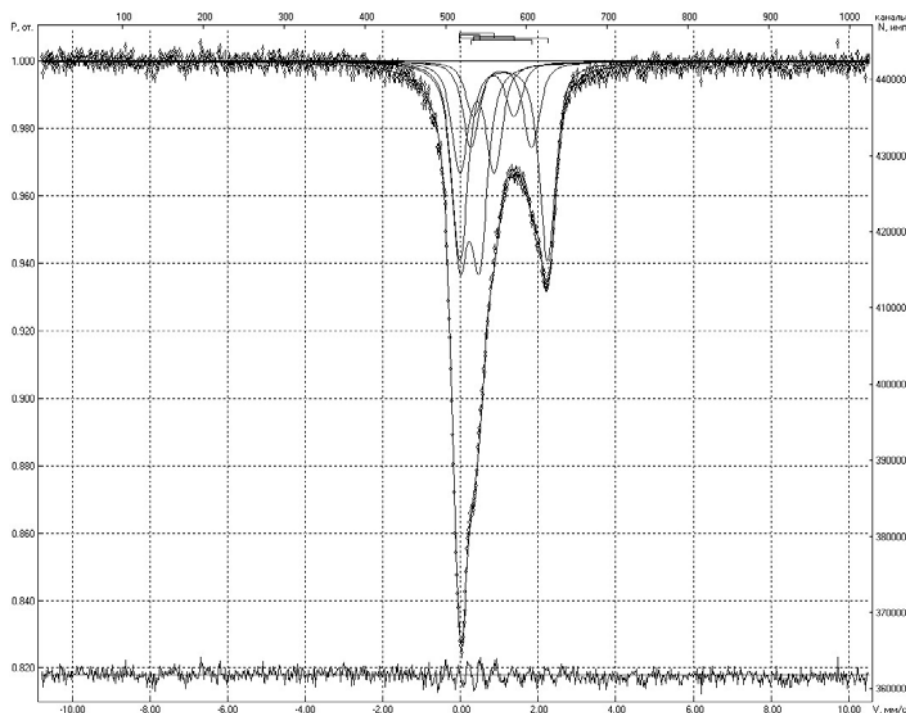


Рисунок 4 – Мессбауэровский спектр кронштедтита (аналитик А. Р. Бродский)

Наблюдаемые параметры мессбауэровского спектра кронштедтита позволяют сделать предположение, что структура образца близка к Cronstedtita (ASTM 17-0470).

По данным ЯГР-спектроскопии установлено соотношение  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} = 27/23$ .

В ИК-спектре поглощения кронштедтита, полученном А.Р. Бродским в режиме «на просвет» на ИК-Фурье спектрометре ИМПАКТ 410, NICOLET, USA в диапазоне  $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$  (рисунок 5), присутствуют полосы с максимумами ( $\text{см}^{-1}$ ): 452,0; 571,5; 633,9; 685,9; 753,4; сильной полосой 930,2 и 1028,9 (в виде плеча).

Наличие кристаллизационной воды в минерале подтверждается полосами в области  $3600 - 3200 \text{ (см}^{-1}\text{)}$ : 3253,5; 3466,6  $\text{см}^{-1}$ .

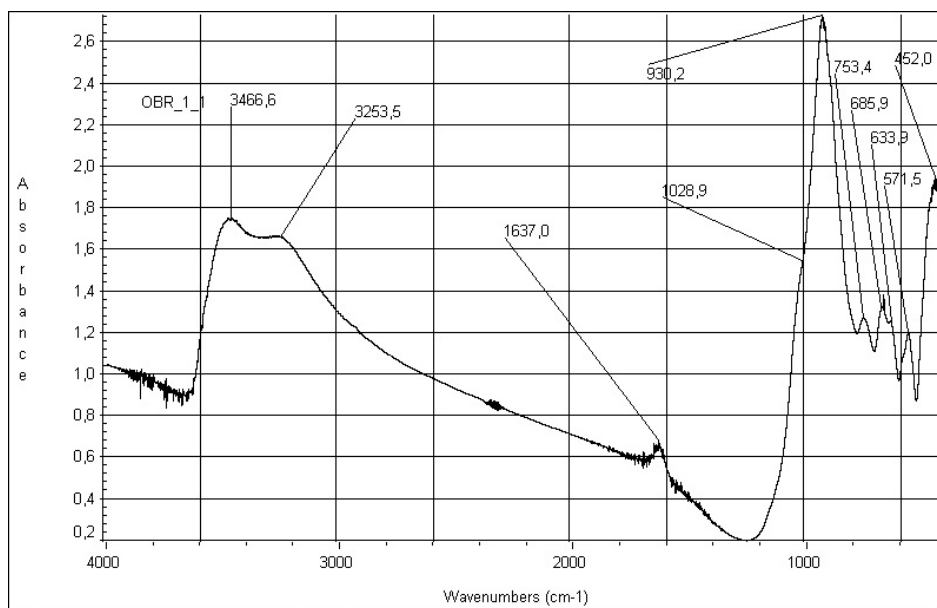


Рисунок 5 – ИК-спектр кронштедтита

**Рентгеновская дифракция.** Рентгенодифрактометрический анализ проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-4 с использованием  $CuK\alpha$  – излучения и  $\beta$ -фильтра. Условия съемки дифрактограмм: напряжение 35 кВ, сила тока 20 мА. На рисунке 6 представлена первичная дифрактограмма кроншtedтита. Из-за весьма совершенной плоскости (001) спайности и текстурируемости порошковых препаратов пробоподготовка и съемка образцов потребовала специальных методических приемов (набивка в кювету без прессовки порошка пробы; использование спиртовой суспензии; просыпка через сито на подложку, смазанную вазелином; боковая загрузка пробы и т.д.) для уменьшения влияния ориентированности частиц минерала.

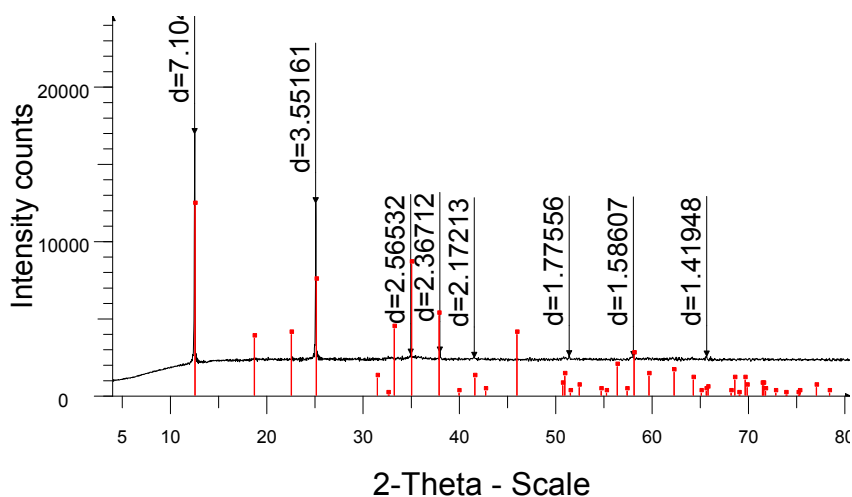


Рисунок 6 – Дифрактограмма кроншtedтита.

Квадратный маркер соответствует межплоскостным расстояниям кроншtedтита (Pattern PDF 76-2690)

Таблица 5 – Межплоскостные расстояния и фазовый состав кроншtedтита

$2\theta^\circ$	$d, \text{Å}$	$I$ , импульс	$I$ , %	Минерал
12,449	7,10453	17001	100,0	Кроншtedтит
25,053	3,55161	12505	73,6	То же
34,948	2,56532	2667	15,7	«
37,982	2,36712	2803	16,5	«
41,541	2,17213	2465	14,5	«
50,875	1,79338	2527	14,9	«
51,422	1,77556	2558	15,0	«
58,112	1,58607	2512	14,8	«
65,730	1,41948	2543	15,0	«

Первоначально записывалась дифрактограмма пробы в обычном режиме регистрации в угловом интервале  $4 - 90^\circ 2\theta$ , шаг  $0,02^\circ 2\theta$  со временем измерения 1 с (таблица 5). Обработка полученных данных проводилась с помощью EVA-programm. Дифрактограммы каждого образца обрабатывались по следующей схеме:

- первичная цифровая обработка включала в себя построение модельной дифрактограммы с применением Фурье – преобразования; уровень аппроксимации подбирался таким образом, чтобы не происходило снижения интенсивности и увеличения ширины отражений компонентов дублета  $K_{\alpha 1} - K_{\alpha 2}$  рефлексов при заметном снижении флуктуаций фона;
- вычитание  $K_{\alpha 2}$  – компоненты дублета;
- определение положения дифракционных максимумов и их интенсивностей;
- определение дифрактометрических характеристик установленных фаз в образцах: полной ширины на половине максимума рефлекса (FWHM); интегральной ширины рефлексов (I. Breadth);

положение центра тяжести рефлекса (Gravity C.) и соответствующего межплоскостного расстояния  $d$  (Gravity C.); площадь рефлекса (Net Area) с вычетом интенсивности фона.

Далее проводилось многократное сканирование выбранных угловых диапазонов в режиме накопления дифракционного сигнала. С учетом записи первичной дифрактограммы и результатов сканирования выбранных угловых диапазонов для определения положения диагностических рефлексов, составлена сводная таблица 6 угловых положений рефлексов, межплоскостных расстояний, интенсивностей рефлексов (отсчет в импульсах и в относительных %),  $hkl$  рефлексов, расчетное угловое положение и расхождений между измеренным и расчетным углами ( $\Delta$ ), изучаемого образца кроншtedтита.

Таблица 6 – Сводная таблица межплоскостных расстояний кроншtedтита

$2\theta^\circ$	$d, \text{Å}$	$I$ , импульс	$I$ , %	$hkl$	$2\theta_{\text{расч.}}^\circ$	$\Delta$ отклонение
12,449	7,10453	17001	100,0	001	12,455	-0,006
18,642	4,75591	19287s	<1	100	18,628	0,014
25,053	3,55161	12505	73,6	002	25,061	-0,008
32,615	2,74335	14928s	<1	110	32,559	0,056
33,048	2,70835	15048s	<1	гематит?		
34,971	2,56373	2667	15,7	$\bar{1} \bar{1} 1$	34,985	-0,014
37,996	2,36624	2803	16,5	003	37,985	0,011
41,53	2,1727	2465	14,5	$\bar{1} \bar{1} 2$	41,523	0,007
50,918	1,79195	2527	14,9	$\bar{1} \bar{1} 3$	50,875	0,043
51,419	1,77566	2558	15,0	004	51,433	-0,014
58,034	1,58803	2512	14,8	300	58,096	-0,062
59,61	1,54975	22180s	<1	301	59,671	-0,061
62,205	1,49118	22121s	<1	$\bar{1} \bar{1} 4$	62,208	-0,003
64,339	1,44678	21812s	<1	302	64,256	0,083
65,676	1,42052	2543	15,0	005	65,695	-0,019

*Примечание.* s – отсчет интенсивности после сканирования.

Дифрактометрические данные указывают на присутствие следов гематита. Приведенные результаты получены после записи порошковых дифрактограмм 4-х препаратов образца кроншtedтита с применением различных режимов регистрации и обработки измеренных дифрактометрических данных. По набору и положению дифракционных рефлексов структура исследуемого образца близка к данным кроншtedтита, приведенным в PDF 76-2690: Cronstedtite-1T из месторождения Roznava (Словакия). Кристаллы гексагональной сингонии с пространственной группой  $P31m(157)$  и химической формулой:  $\text{Fe}_3(\text{Si}_{1,56}\text{Fe}_{0,44})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  [3].

Рассчитанные по измеренной порошковой дифрактограмме параметры гексагональной кристаллической ячейки кроншtedтита:  $a = 5,4954(22) \text{Å}$ ;  $c = 7,1004(30) \text{Å}$ ;  $V = 185,700(227) \text{Å}^3$ ;  $c/a = 1,2921(11)$ . Близкие значения параметров элементарной ячейки вышеупомянутого Cronstedtite-1T (PDF 76-2690) были определены для монокристалла:  $a = 5,501 \text{Å}$ ;  $c = 7,106 \text{Å}$ ;  $V = 186,23 \text{Å}^3$ ;  $c/a = 1,29177$ .

Несколько уменьшенные значения параметров элементарной ячейки исследуемого кроншtedтита из Караобы согласуются с особенностями его кристаллохимического строения – частичным заполнением октаэдрических позиций атомами  $\text{Fe}^{3+}$ , причем величина  $x = 0,87$ , тогда как у Cronstedtite-1T (PDF 76-2690) значение  $x = 0,44$ .

Отжиг образца при температуре  $1000^\circ\text{C}$  приводит к разложению структуры кроншtedтита с образованием гематита. Остающаяся в пробе окись кремнезема  $\text{SiO}_2$  находится в аморфном состоянии.

**Термический анализ.** Термический анализ образца на дериватографе Q-1000/D системы F.Paulik, J.Paulik и L.Erdey фирмы «МOM» (Будапешт). Съемка осуществлялась в воздушной среде, в диапазоне температур 20-1000°C, режим нагрева - динамический ( $dT/dt = 10$  град/мин), эталонное вещество – прокаленный  $Al_2O_3$ . Идентифицирование компонентов порошковых проб проводилось по морфологиям термических кривых и численных значений интенсивностей эндо- и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG-линий.

Термический анализ образца кронштедтита показал наличие в разных интервалах температур серий эндотермических эффектов, вызванных выходом из системы разноразвязанной воды, и выявил ряд проявлений экзотермической направленности, связанных с процессами окисления Fe-содержащего минерала и механической примеси углеродистого вещества.

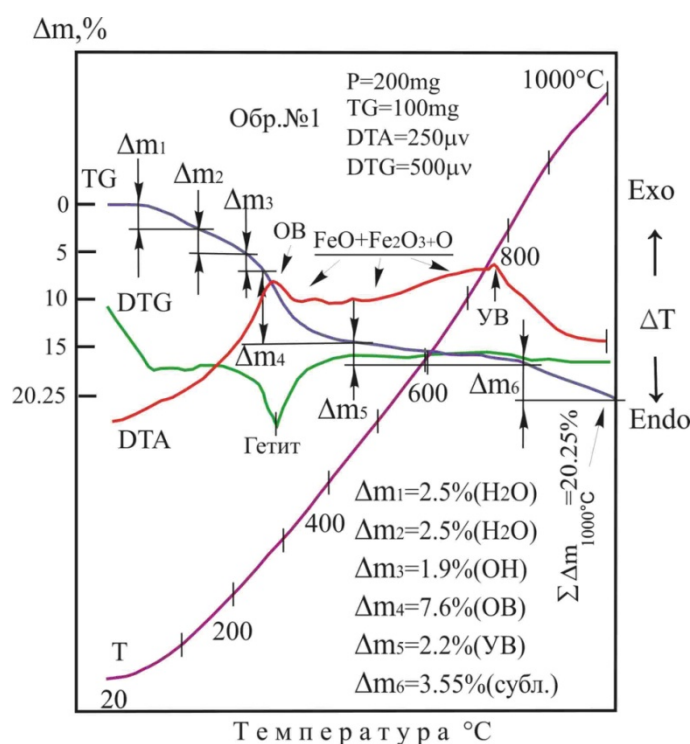


Рисунок 7 – Дериватограмма кронштедтита

Дегидратация минерала протекает в три этапа. Первый из них (50-130°C), связан с выходом из системы молекулярной формы воды (2,5%), второй (130-220°C) – вызван выбросом в атмосферу соединения  $H_2O$  (2,5%), обладавшего в структуре более жесткой связью, а третья ступень обезвоживания ( $\Delta m(\text{OH}) \sim 1.9\%$ ), обнаруженная в пределах 220-440°C, принадлежит диссоциации кронштедтита (рисунок 7).

Вода в образце минерала удерживалась за счет избытка положительного заряда, что свидетельствует о потенциальной возможности системы принять в свой состав еще некоторую долю атмосферного кислорода.

Присутствие OH-группы в системе было обнаружено лишь при температуре выше 220°C. В кристаллической решетке минерала указанный гидрат скреплен более сильными связями, чем молекулы  $H_2O$ , что и определило завышенную температуру дегидроксилизации. В пределах 220-440°C система регистрирует на

DTA-кривой четко выраженный экзотермический эффект. Здесь совместно с деструкцией и окислением кронштедтита одновременно сгорает часть механической примеси углеродистого вещества. К такому заключению приводят факты, указывающие на совпадение времени, при котором наблюдается убыль веса системы (в промежутке 220-445°C) с хронологией прироста в ней теплоты формирования диоксида углерода из низших уровней его окисления.

Экзотермическое проявление, фиксируемое DTA-кривой в пределах 200-850°C, является главным фактором, определяющим наличие в системе значительного количества окисных форм железа, которые принадлежат к кронштедтиту. Такой широкий диапазон температур, внутри которого атмосферный кислород внедряется в структуру анализируемого минерала, указывает на существование в кристаллической структуре ряда акцепторных центров, стремящихся нивелировать избыток положительного заряда путем привлечения к себе молекул  $O_2$ .

Здесь начальная стадия развития экзотермического эффекта (250-375°C), по-видимому, связана окислением лишь отдельной части железа в зернах кронштедтита. Переход в верхнюю ступень окисления железа протекает по поверхностям частиц с образованием защитной пленки вокруг не окисленной внутренней части зерна [4]. Дальнейшее (~400-850°C) привнесение тепла в систему обусловлено окислением оставшегося  $Fe^{2+}$  в зернах минерала.

Таким образом, поведение исследуемого образца кроншtedтита в условиях его динамического нагрева во многом сходно с процессом преобразования магнетита в гематит, что подтверждает рентгеновский анализ вещества после отжига при 1000°C. Путь такого перехода в силу наличия разных соотношений атомных весов железа и кислорода в стехиометрии минерала, должен быть не единственным. Подтверждение тому служит изменчивый рельеф ДТА-линии, описавшую траекторию экзотермического проявления между точками в 300 и в 750°C.

**Заклучение.** Приведенные результаты минералогического исследования первой находки кроншtedтита в рудах месторождения Караоба (Центральный Казахстан) с привлечением комплекса физических методов анализа (электроннозондовый микроанализ, ЯГР-спектроскопия, ИК-спектроскопия, рентгенодифрактометрический анализ, дифференциальный термический анализ) показали, что исследуемый минерал относится к 1:1 слоистым железистым силикатам, и дополнили минералогические, физические, химические и структурные характеристики. Полученная эмпирическая кристаллохимическая формула минерала указывает на частичное вхождение  $Fe^{3+}$  в позиции октаэдрического и тетраэдрического слоев, причем величина  $x$  равна 0,87 (по Бриндли), тогда как у близкого по значениям параметров элементарной ячейки, определенным для монокристалла Cronstedtite-1T (PDF #76-2690), значение  $x = 0,44$ .

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность В. Ермоленко за консультации при подготовке статьи, А. Р. Бродскому и В. В. Яскевичу за проведение ЯГР- и ИК-исследований.

*Работа проведена по гранту № 0514/ГФ-14-ОТ «Открытие новых минералов в Казахстане для глубокой переработки природного сырья» при финансовой поддержке комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кристаллические структуры глиняных минералов и их идентификации рентгена. Отредактирован Г.В. Бриндли и Г.Б. Брауном. 1980. - С.27-28.
- [2] Jeremolenko, V. (2002): Kara-Oba: Mineralogische Perle der Betpak-Ebene bei Dzhambul, Kasachstan. Lapis 27 (4), 13-34 + 50.
- [3] Хиблер Дж. // Eur. J. Mineral. (2006). .18. P.197.
- [4] Иванова В.П. и др. Термический анализ минералов и горных пород. Ленинград. 1974. 398 с.

#### REFERENCES

- [1] Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Edited by G.W. Brindley and G.B. Brown. 1980. P.27-28.
- [2] Jeremolenko, V. (2002): Kara-Oba: Mineralogische Perle der Betpak-Ebene bei Dzhambul, Kasachstan. Lapis 27 (4), 13-34 + 50.
- [3] Hybler J. //Eur. J. Mineral. (2006). Vol.18. P.197.
- [4] Ivanova V. P. and others. Thermal analysis of minerals and rocks. Leningrad. 1974. P.398.

#### ҚАРАОБА КЕНОРНЫНДАҒЫ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН) КРОНШТЕДТИТ

Г. К. Бекенова<sup>1</sup>, Ж. Ж. Кусаинов, А. П. Слюсарев<sup>1</sup>, В. Л. Левин<sup>1</sup>, И. Б. Саматов<sup>1</sup>,  
Д. Б. Жексембекова<sup>1</sup>, А. С. Кусенова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қ. И. Сатпаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қазақстан

**Тірек сөздер:** минерал, химиялық құрамы, элементарлық ұяшықтың параметрлері, мессбауэр сипаттамасы, ИК-спектраскопиялық деректер, термикалық талдаудың деректері Қараоба кенорны, Қазақстан.

**Аннотация.** Қараоба кенорнындағы кроншtedтиттың бірегей үлгісінің физикалық және оптикалық қасиеттеріне сипаттама берілген. Минералдың химиялық құрамы, элементарлық ұяшықтың параметрлері, мессбауэр сипаттамасы, ИК-спектраскопиялық деректері, термикалық талдау мәліметтері келтірілген.

*Поступила 21.07.2015 г.*

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 90 – 95

**MINERALOGY OF ORES OF COPPER-NICKEL  
ORE OCCURRENCES "KARATORGAI"**

**A.B. Baibatsha, K.Sh. Dyusembaeva, E.Zh. Mamanov**

NAO "Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev ", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: baibatsha48@mail.ru; dusembaeva@mail.ru; mj\_erko@mail.ru

**Keywords:** copper, nickel, mineralogy, chalcopyrite, pentlandite, gersdorffite, ultramafic, sill.

**Abstract.** Materials obtained as a result of geological field work and laboratory studies. The results of laboratory studies of mineral formation of copper-nickel ore "Karatorgai", which is localized in a small ultramafic bodies of Ulytau structural-tectonic zone. Intrusive bodies intrude schists of Proterozoic and Lower Paleozoic volcanics. The ore-bearing rocks of ore are presented peridotites. Form ultramafic - sills round, interspersed with volcanic formations. By petrographic data ore host rocks are crystalline schists, granite-gneiss, rhyolite porphyry, gabbro and diabase. Dimensions ore diameter of 0.5 km, the shape of the basin is broken by tectonic fractures. On the surface area of ore occurrence is expressed as a positive form of relief. Mineralization is represented by sulphide disseminated pyrrhotite-pentlandite-chalcopyrite association with the recorded sequence of isolation of these three minerals. Ore inclusions have a size up to 5-8 mm and are easily detected with the naked eye, even for typical mineral assemblage of yellow color. Dimensions sulfide minerals phenocrysts varies over a wide range from 0.05 to 1.0 mm. The elemental composition of sulfides studied polished sections at certain points with a scanning electron microscope and represented as respective plots of chemical elements.

УДК 553.43

**МИНЕРАЛОГИЯ РУД  
МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «КАРАТОРГАЙ»**

**А. Б. Байбатша, К. Ш. Дюсембаева, Е. Ж. Маманов**

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева»,  
Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** медь, никель, минералогия, халькопирит, пентландит, герсдорфит, ультрабазит, силл.

**Аннотация.** Материалы получены в результате полевых геологических работ и лабораторных исследований. Приведены результаты лабораторных исследований минеральных образований медно-никелевого рудопроявления «Караторгай», которое локализовано в малых телах ультрабазитов Улытауской структурно-тектонической зоны. Интрузивные тела прорывают кристаллические сланцы протерозоя и вулканы нижнего палеозоя. Рудоносные породы рудопроявления представлены перидотитами. Форма ультрабазитов – силлы округлой формы, перемежающиеся с вулканическими образованиями. По петрографическим данным вмещающими породами рудопроявления являются кристаллические сланцы, гранито-гнейсы, риолит-порфиры, габбро и диабазы. Размеры рудопроявления в диаметре порядка 0,5 км, форма мульды нарушена тектоническими разрывами. На дневной поверхности площадь рудопроявления выражается в виде положительной формы рельефа. Рудная минерализация представлена сульфидными вкраплениями пирротин-пентландит-халькопиритовой ассоциации с записанной последовательностью выделения этих трех минералов. Рудные вкрапления имеют размеры до 5-8 мм и легко обнаруживаются даже не вооруженным глазом по характерной для минеральной ассоциации желтой окраске. Размеры сульфидных минералов во вкраплениях изменяется в широких пределах от 0,05 до 1,0 мм. Элементный состав сульфидов изучен в определенных точках аншлифов сканирующим электронным микроскопом и представлен в виде соответствующих графиков содержания химических элементов.

**Введение.** Рудопоявление «Караторгай» находится в Северном Улытау на правом берегу р. Караторгай. При проведении полевых геологических исследований нами отобраны образцы вкрапленных медно-никелевых руд из концентрических силлообразных тел ультрабазитов, которые по петрографическому составу соответствуют перидотитам. Места отбора проб показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Космоснимок участка исследования

**Методы и результаты исследований.** Из отобранных образцов в Инновационной геолого-минералогической лаборатории НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева» были изготовлены аншлифы и проведено их микроскопическое описание [1-4]. Исследование проб проведено также с помощью сканирующего электронного микроскопа в лаборатории нашего зарубежного партнера – Адам Мицкевич в университете в г. Познань (Польша).

При описании аншлифов руд была установлена халькопирит-пирротин-пентландитовая парагенетическая ассоциация [4-7]. Ниже приводится описание некоторых характерных аншлифов и сделанные из них рисунки.

#### *Аншлиф Т.Н. 5*

Интрузивная порода темного цвета с единичным выделением, представляющим собой сросток размером 0,7x1,8 мм, в который входит халькопирит, пирротин и пентландит с подчиненным количеством герсдорфита. В этом сростке преобладает халькопирит и вокруг него развиваются пентландитовые и пентландит-пирротинные выделения. Последовательность выделения этих трех минералов следующая: пирротин – пентландит - халькопирит.

*Халькопирит* –  $CuFeS_2$ , преобладающий минерал в халькопирит-пирротин-пентландитовом сростке и в его массе отмечаются редкие зерна и скопления герсдорфита. Кроме того, халькопирит в виде мелких обособлений (размер их от 0,01 до 0,05x0,07 мм), заключенных в карбонате, развивается вокруг крупного халькопирит-пирротинного сростка. Халькопиритовые обособления в карбонате пересекаются нерудным минералом пластинчатой формы. Отмечаются редкие сростки халькопирита в массе карбоната с магнетитом.

*Пирротин* –  $Fe_{1-x}S$ , развивается в краевых частях халькопиритового выделения, проникая в его массу. Размер пирротинных обособлений 0,02-0,35x0,5 мм. Пирротин в сростании в пентландитом наблюдается также в виде неровной каемки вокруг халькопиритового преобладающего выделения. Пентландит замещает пирротин.

*Пентландит* –  $(FeNi)_9S_8$  замещает халькопирит и пирротин. Развивается он по краям халькопиритового выделения и встречается в его массе. Размер выделений – 0,02-0,1x0,2 мм.

*Герсдорфит* –  $NiAsS$  – редкие зерна (размер 0,005-0,025 мм) и скопления (0,07-0,1 мм) минерала отмечаются в массе преобладающего халькопирита и в пирротине.

*Ильменит* –  $FeTiO_3$ , встречается обособленно в виде удлиненной формы (0,05x0,2 мм) в массе породы, а также отмечаются в нем зонально располагающиеся выделения гематита (0,03x0,05 мм; 0,02 мм).

*Титаномагнетит* – встречается в виде неправильной формы в массе породы (0,03x0,3 мм).

*Магнетит* –  $Fe_3O_4$  встречается в виде редкой вкрапленности по трещинкам в массе породы размером 0,01-0,05 мм).

*Гидроксиды железа* развиваются кое-где по трещинкам.

*Аншлиф Т.Н. 6*

Интрузивная порода темного цвета с единичным выделением, представляющим собой сросток размером 2x8 мм, состоящий из нескольких минералов, среди которых преобладает халькопирит с подчиненным количеством герсдорфита и пентландита и наименьшим - пирротина. В разных участках этого сростка наблюдаются различные взаимоотношения этих 4-х минералов. Наблюдаются также отдельные мелкие сростки этих минералов и магнетита вокруг крупного выделения. Последовательность выделения этих трех минералов установлена в следующем порядке: герсдорфит – пирротин – пентландит - халькопирит.

*Халькопирит* –  $CuFeS_2$ , преобладающий минерал в халькопирит-пирротин-пентландит-герсдорфитовом сростке, размер его выделений до 1,5 мм. Вокруг крупного сростка отмечаются также мелкие обособления халькопирита в сростании с магнетитом, пентландитом, герсдорфитом.

*Пирротин* –  $Fe_{1-x}S$  встречается в преобладающей массе халькопирита в сростании с пентландитом. Он замещает пентландит, халькопирит и герсдорфит.

*Пентландит* –  $(FeNi)_9S_8$  находится в преобладающей массе халькопирита в сростании с пирротинном и герсдорфитом. Пирротин замещает пентландит и герсдорфит.

*Герсдорфит* –  $NiAsS$  наблюдается в массе преобладающего халькопирита. Можно наблюдать как халькопирит и пентландит проникают в межзерновые пространства герсдорфита (размер 0,7 мм). В более крупном сростке этих трех минералов (1,5 мм) герсдорфит находится в тесном сростании с халькопиритом и пентландитом и вокруг них развивается пентландит и пентландит в сростании с халькопиритом и пирротинном. В одном месте в нем обнаружены мелкие включения арсенопирита.

*Бравойт* –  $(Fe,Ni,Co)S_2$  развивается в массе пентландита по трещинкам, замещая его.

*Арсенопирит* – удлиненной формы с сильной анизотропией размером 0,01x0,05 мм, он находится в сростании с герсдорфитом (0,02x0,03 мм). Арсенопирит также отмечается в массе пирротина в виде мелких просечек (0,005x0,03 мм).

*Магнетит* –  $Fe_3O_4$  находится в виде мелкой вкрапленности вокруг халькопирит-герсдорфит-пентландит-пирротинного выделения размером 0,01-0,02 мм. В более крупных магнетитовых выделениях (до 0,1x0,35 мм) отмечается халькопирит, герсдорфит и пентландит. Все минералы секутся пластинчатым нерудным минералом.

*Магнетит-ильменитовые* выделения встречаются в подчиненном количестве и размером до 0,1x0,35 мм.

*Аншлиф (т.н. 9)*

Вкрапление изометричной формы размером 1,5 мм, представляющим собой сросток 4-х минералов - халькопирита, пентландита, пирротина и магнетита.

*Магнетит* в тесном сростании с пирротинном находится в массе пентландит-халькопиритового агрегата. По всей массе породы отмечается вкрапленность ильменита и в подчиненном количестве магнетита.

*Аншлиф (т.н. 2, №1а)*

Встречены два вкрапления: одно мелкое изометричной формы размером 0,7 мм и другое – неправильной формы размером до 2 мм. Первое вкрапление представляет собой халькопирит-пирротин-пентландит-магнетитовый сросток, в котором преобладают халькопирит и пирротин, и в подчиненном количестве пентландит. Магнетит в виде прожилковидных выделений находится в тесном сростании с пирротинном. Он сечет пирротин, пентландит и проникает в халькопирит. Встречаются отдельные сростки халькопирита с магнетитом и ильменитом в массе породы размером 0,2 мм. Второе вкрапление также представляет собой сросток из четырех минералов,

состоящий в основном из халькопирита, пентландита и магнетита с подчиненным количеством пирротина. Последнее объясняется замещением пирротина магнетитом, который в виде прожилковидных выделений сечет халькопирит и пентландит. Кроме того в массе породы в виде неравномерных вкраплений встречается ильменит, магнетит и серый минерал. Крайне редко отмечаются мелкие включения пирита размером 0,01 мм в массе породы (рисунок 2). Анализы, сделанные сканирующим электронным микроскопом (SEM) и оформленные в виде графиков содержания химических элементов по точкам на рисунке 2 показаны соответственно на рисунках 3, 4.

Base(78)

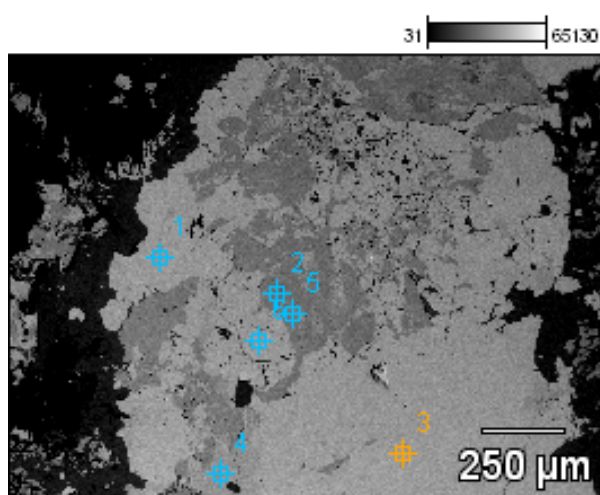


Рисунок 2 – Аншлиф (т.н. 2, № 1а). Анализы сканирующего электронного микроскопа (SEM)

Full scale counts: 1964

Base(78)\_pt1

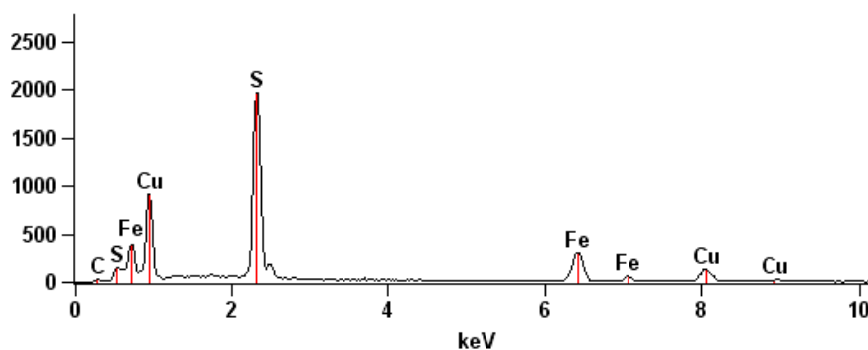


Рисунок 3 – График содержания химических элементов по точке 1 на рисунке 2

Full scale counts: 1776

Base(78)\_pt6

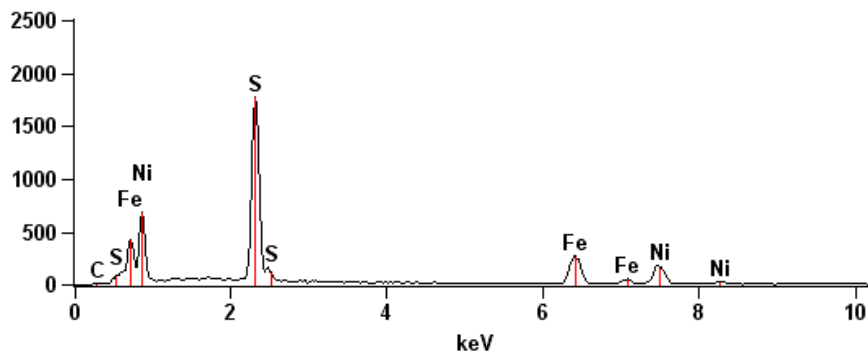


Рисунок 4 – График содержания химических элементов по точке 6 на рисунке 2

*Аншлиф (т.н. 5, 16)*

Рудное вкрапление размером 1х3 мм представляет собой сросток, состоящий в основном из халькопирита с подчиненным количеством пирротина и в еще меньшей степени пентландита и герсдорфита. По пентландиту развивается бравоит, как результат начинающего окисления минерала. Вокруг всего сростка развиваются гидроксиды железа. В гидроксидах железа отмечается ковеллин, который в виде каемки развивается вокруг халькопирита. Кроме того, в массе породы отмечается неравномерная вкрапленность ильменита, титаномагнетита и магнетита (рисунок 5).

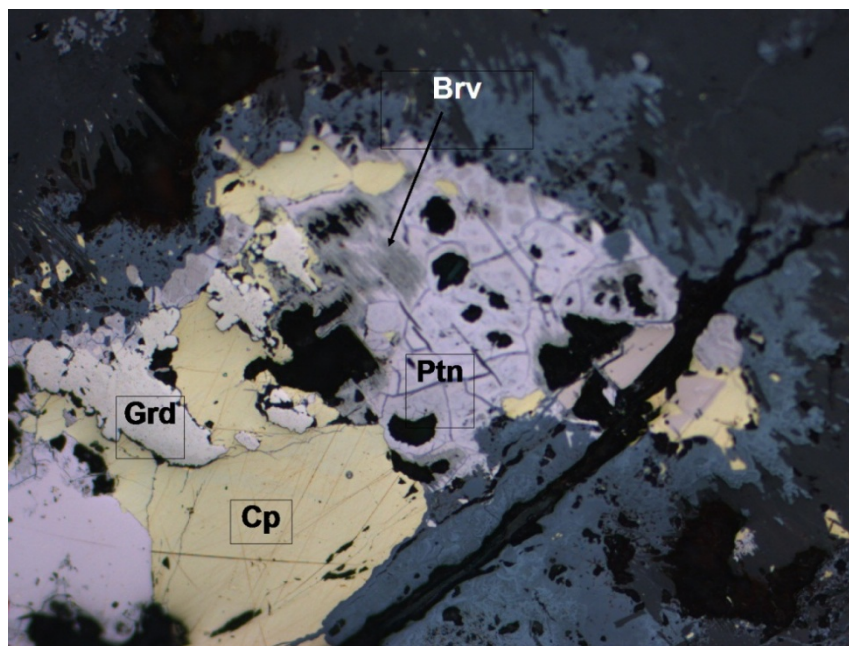


Рисунок 5 – Аншлиф (т.н. 5, 16): халькопирит (cp), герсдорфит (grd), пентландит (ptn), бравоит (brv). Увеличение 10<sup>x</sup>

**Заключение.** Изученное медно-никелевое рудопоявление «Караторгай» можно отнести к ликвационному типу минерализации в ультрабазитах. Оно представляет большой научный и практический интерес для восполнения минерально-сырьевой базы Казахстана.

*Работа выполнена в рамках темы Государственного программно-целевого финансирования «Научное обеспечение геологического изучения недр и геолого-оценочных работ для восполнения ресурсов минерального сырья» на 2015-2017 гг.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A., Mamanov E.Zh. Detection of deep ore-controlling structure using remote sensing. SGEM. – Albena, Bulgaria, 2015. P.P. 113-118.
- [2] Есенов Ш.Е., Зайцев Ю.А. Геология и полезные ископаемые Джезказганского рудного района. – М.: Недра, 1975. – 284 с.
- [3] Сатпаев К.И. Сборник трудов. – Алматы: Ғылым, 1999. – 336 с.
- [4] Байбатша А.Б., Модели месторождений цветных металлов. Алматы, 2012. 448 с
- [5] Рамдор П., Рудные минералы и их сростания. – Издательство иностранной литературы, – М., 1962. 1132 с.
- [6] Schneiderhohn H., Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht. Selbstverlag der Ges. dtsh. Metallhiitten-und Bergleute. – Berlin, 1962. P. 292.
- [7] Baibatsha A.B., Mustapaeva S.N., Mamanov E.Zh., Dyussebayeva K.Sh. Mineralogy of copper-nickel ores in Ulytau zone (Central Kazakhstan). SGEM. –Albena, Bulgaria, 2015. P.P. 307-312.

#### REFERENCES

- [1] Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A., Mamanov E.Zh. Detection of deep ore-controlling structure using remote sensing. SGEM. – Albena, Bulgaria, 2015. P.P. 113-118.
- [2] Esenov, Sh.E., Zaitsev, Y., Geology and minerals of Dzhезказган ore district. – Moscow: Nedra, 1975 P. 284.
- [3] Satpayev, K.I., Collected Works, Vol .3, Almaty, Gylым, 1999. P. 336
- [4] Baibatsha, A.B. Modeli mestorozhdeniy tsvetnykh metallov . Almaty , 2012. 448 s.

[5] Ramdor, P., Ore minerals and their intergrowths. Foreign Literature Publishing House. – Moscow, 1962 P. 1132.

[6] Schneiderhohn H., Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht. Selbstverlag der Ges. dtsh. Metallhiitten-und Bergleute. – Berlin, 1962. P. 292.

[7] Baibatsha A.B., Mustapaeva S.N., Mamanov E.Zh., Dyussebayeva K.Sh. Mineralogy of copper-nickel ores in Ulytau zone (Central Kazakhstan). SGEM. –Albena, Bulgaria, 2015. P.P. 307-312.

## «ҚАРАТОРҒАЙ» МЫС-НИКЕЛЬ КЕНБІЛІНІМІ РУДАСЫНЫҢ МИНЕРАЛОГИЯСЫ

Ә. Б. Байбатша, К. Ш. Дюсембаева, Е. Ж. Маманов

«К. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КЕАК, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** мыс, тiнiке, минералогия, халькопирит, пентландит, герсдорфит, ультрабазит, силл.

**Аннотация.** Материал далалық геологиялық жұмыстар және лабораториялық зерттеулер нәтижесінде алынған. Улытау құрылымдық-тектоникалық зонасындағы шағын ультрабазит денелерінде орналасқан «Қараторғай» мыс-тiнiке кенбiлiнiмiнiң минерал жаралымдарын лабораториялық зерттеу нәтижелерi келтiрiлген. Интрузия денелерi протерозойдың кристалды тақтастары мен палеозойдың вулканиттерiн қиып өткен. Кенбiлiнiмнiң рудалы таужыныстары перидотит болып табылады. Ультрабазиттердiң пішіні – дөңгелек пішіндi силл денелерi, олар жанартау жаралымдарымен аралас жатыр. Петрографиялық деректер бойынша кенбiлiнiмнiң қапталдас таужыныстарына кристалды тақтатастар, гранит-гнейс, риолит-порфир, габбро және диабаз жатады. Кенбiлiнiмнiң диаметрi бойынша өлшемi 0,5 км шамасында, мұльданың пішіні тектоникалық жарылымдармен бүлiген. Жер бетiнде кенбiлiнiм бедердiң оң пішіні түрiнде байқалады. Рудалы минералдану пирротин-пентландит-халькопирит ассоциациясының сульфид сеппелерi түрiнде, осы үш минералдың бөлiну реттiлiгi жазылған түрде. Рудалы сеппелердiң өлшемдерi 5-8 мм шамасына жетiп, олар минералдық ассоциацияның өзiндiк сары түсi бойынша жай көзге де жақсы көрiнедi. Сеппелердегi сульфид руда минералдардың өлшемдерi 0,05 мм-ден 1,0 мм-ге дейiнгi аралықтағы кең ауқымда өзгередi. Сульфидтердiң элементтiк құрамы аншлифтерде белгiленген нүктелерде скандаушы электрондық микроскоппен зерделенiп, әр нүктедегi химиялық құрамы тиiсiнше графиктермен берiлген.

*Поступила 21.07.2015 г.*

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 96 – 104

## PREDICTING WATER INFLOWS IN THE MINE WORKINGS OF AKTOGAY COPPER DEPOSIT (EASTERN KAZAKHSTAN)

Zh. Yerikuly, S. Zhaparkhanov

Kazakh national technical university named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** forecasting hydrogeological conditions, copper ore district mining enterprises, water production, natural resources, the forecast.

**Abstract.** Mining operations play an important strategic role in the economy of Kazakhstan. One of the promising deposits is Aktogay deposit of sulphide ores located in the East Kazakhstan. To estimate ground water inflows to the open pit, together with the earlier work, for the first time we built a mathematical model of hydrogeological conditions at the Aktogay deposit, using the ground water Modeling System (GMS). Based on the calculations, ground water inflows are the following: 2551.6 m<sup>3</sup>/day or 106.3 m<sup>3</sup>/hour given that the pit depth is 100 m, and 6447.3 m<sup>3</sup>/day or 268.6 m<sup>3</sup>/day given that the pit depth is 585 m. The calculations results correspond to the results obtained by the balance method. During water drainage system design it is recommended to use maximum values of water inflows calculated by mathematical modeling.

The research enables us to conclude that it is possible to use methods of mathematical modeling for calculations of ground water inflows to open pits under similar natural and mining conditions. When anisotropy of water-bearing material filtration properties is high in plan and section view, these methods are appeared to be the most efficient.

УДК [556.51:550.855]044

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ АКТОГАЙСКОГО МЕДНОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Ж. Ерікұлы, С. Жапарханов

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** гидрогеологическое прогнозирование, меднорудный район, горнодобывающее предприятие, водопритоки, естественные ресурсы, прогноз.

**Анотация.** Рассмотрены гидрогеологические условия Актогайского меднорудного месторождения. С целью проведения прогнозной оценки водопритоков в карьер были проанализированы ранее выполненные работы, ранее рассчитанные методы и впервые создана математическая модель гидрогеологических условий Актогайского месторождения с использованием системы моделирования подземных вод GMS (Groundwater Modeling System).

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о возможности применения методов математического моделирования для расчета водопритоков в карьеры в аналогичных природно-техногенных условиях.

Как показал опыт разведки и эксплуатации рудных месторождений Республики Казахстан, они нередко оказываются обводненными, требующими специальных исследований и выбора оптимального варианта осушения.

Достоверность прогнозов обычно зависит от степени обводненности объекта, геолого-гидрогеологической сложности, горно-геологических условий эксплуатации, правильности выбора методики прогнозирования водопритоков. Общий водоприток в шахту (карьера) оценивается как суммарный приток воды к водопонижительным и водоотливным установкам. Мы стремились к комплексному подходу в решении поставленных задач. Так, в выборе методов прогнозирования, прежде всего учитывались геолого-гидрогеологическая изученность горнорудного объекта и достоверность полученных по ним гидрогеологических параметров с учетом горнотехнических условий их эксплуатации. Сказанное выше рассмотрим на условиях наших исследований по меднорудному месторождению Актогай в Восточном Казахстане в связи с его промышленной эксплуатацией корпорацией Казахмыс.

*Расчет водопритоков в карьер аналитическим методом.*

Расчет водопритоков в карьер выполнен по методу «большого колодца» с учетом граничных условий месторождения (пласт неограниченный) по формуле:

$$Q = \frac{1,36KH^2}{\lg \frac{R_n}{r_a}}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент фильтрации, м/сут;  $H$  – мощность зоны обводненной трещиноватости, м;  $R_n$  – радиус депрессионной воронки карьерного водоотлива, м.

$r_a$  – радиус «большого колодца», определяется по формуле

$$\Gamma_a = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (2)$$

где  $F$  – площадь карьера по поверхности, равная  $4,86 \cdot 10^6$  м<sup>2</sup>.

$$r_a = \sqrt{\frac{4860000}{3,14}} = 1245 \text{ м.}$$

Результаты расчетов водопритоков для глубин карьера 100 и 585 м сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет водопритоков аналитическим методом

Глубина карьера, м	H, м	K, м/сут	1,36 KH <sup>2</sup>	R <sub>n</sub> , м	r <sub>a</sub> , м	lg = $\frac{R_n}{r_a}$	Водопритоки	
							м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	80	0,17	1480,0	2515	1245	0,3059	4847	202
585	130	0,016	354,9	3600	1245	0,4609	771,5	32,1

Суммарный ожидаемый водоприток в карьер глубиной 585 м, подсчитанный аналитическим методом, составляет 234,1 м<sup>3</sup>/ч.

*Расчет водопритоков в карьер балансовым методом*

Для контроля и сопоставления результатов, полученных аналитическим способом, ожидаемые водопритоки в карьер определены балансовым методом. Баланс подземных вод складывается из естественных ресурсов, формирующихся за счет инфильтрационных атмосферных осадков и расхода подземного потока на участке депрессионной воронки, а также естественных запасов – количества воды в горных породах, развитых в радиусе депрессии:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{е.р.}} + Q_{\text{е.з.}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{е.р.}}$  – естественные ресурсы подземных вод;  $Q_{\text{е.з.}}$  – естественные запасы.

Ежегодно возобновляемые естественные ресурсы подземных вод, формирующиеся за счет инфильтрации атмосферных осадков, вычисляются по формуле

$$Q_{\text{е.р.}} = FM, \quad (4)$$

где  $F$  – площадь развития воронки депрессии (балансового контура), которая составляет 19,86 и 96,43 км<sup>2</sup> для глубины карьера 100 и 585 м соответственно;  $M$  – модуль подземного стока, равный 0,29 дм<sup>3</sup>/сек с 1 км<sup>2</sup>.

Результаты расчета водопритоков за счет естественных ресурсов приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Водоприток за счет естественных ресурсов

Н, м	R <sub>n</sub> , км	R <sub>n</sub> <sup>2</sup> , км <sup>2</sup>	F = πR <sub>n</sub> <sup>2</sup> , км <sup>2</sup>	M, дм <sup>3</sup> /с с 1 км <sup>2</sup>	Водопритоки	
					м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7
80	2,515	6,325	19,86	0,29	498	20,7
210	5,542	30,71	96,43	0,29	2416	100,7

Водопритоки за счет естественных запасов определяются по формуле

$$Q = \frac{V\mu}{T}, \quad (5)$$

где  $\mu$  – водоотдача пород, равная 0,007; T – время, необходимое для отработки карьера, сут; V – объем депрессионной воронки (усеченного конуса), м<sup>3</sup>, который определяется по следующей формуле:

$$V = \frac{\pi H}{3} (R_n^2 + r_a^2 + R_n r_a), \quad (6)$$

где R<sub>n</sub> – прогнозный радиус депрессии, м; H – высота конуса, вычисленная как разность отметок соответствующих мощностей водоносного горизонта, м; r<sub>a</sub> – радиус «большого колодца», м.

Результаты расчета водопритоков в карьер за счет сработки естественных запасов характеризуются цифрами, приведенными в таблице 3.

Таблице 3 – Водоприток за счет естественных запасов

Глубина карьера, м	M	T, сут.	R <sub>n</sub> , м	r <sub>a</sub> , м	V, м <sup>3</sup>	Водопритоки	
						м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
100	0,007	3129	2515	1245	92*10 <sup>7</sup>	2058	85,7
585	0,007	15171	5542	1245	861*10 <sup>7</sup>	3973	165,5

Суммарный водоприток в карьер, определенный балансовым способом, составит:

на глубину 100 м – Q<sub>сум</sub> = 20,7+85,7 = 106,4 м<sup>3</sup>/ч,

на глубину 585 м – Q<sub>сум</sub> = 100,7+165,5 = 266,2 м<sup>3</sup>/ч.

*Расчет водопритоков в карьер методом гидрогеологической аналогии*

Для расчета водопритоков в карьер методом гидрогеологической аналогии в качестве аналога взято меднопорфировое месторождение Коунрад в Северном Прибалхашье, находящееся в сходных с месторождением Актогай геолого-гидрогеологических и климатических условиях.

Расчет водопритоков в проектируемый Актогайский карьер методом гидрогеологической аналогии выполнен по следующей формуле:

$$Q_{\text{прогн.}} = Q_{\text{факт.Коун.}} \sqrt{\frac{S_{\text{пр.Акт.}}}{S_{\text{факт.Коун.}}}}, \quad (7)$$

где Q<sub>факт.Коун.</sub> – фактический максимальный водоприток в Коунрадском карьере, равный 60 м<sup>3</sup>/ч или 1440 м<sup>3</sup>/сут; S<sub>факт.Коун.</sub> – фактическое понижение уровня воды в карьере – аналоге, составляющее 280 м; S<sub>пр.Акт.</sub> – проектное понижение уровня воды в Актогайском карьере, равное 585 м.

Таким образом, можно рассчитать

$$Q_{\text{прогн.}} = 1440 \sqrt{\frac{585}{280}} = 2081 \text{ м}^3/\text{сут или } 86,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

*Расчет водопритоков в карьер методом математического моделирования*

*1. Исходные данные для создания математической модели*

Математическая модель гидрогеологических условий территории Актогайского медного месторождения создана для прогнозной оценки водопритоков в карьер средствами GMS 9.0 [6].

В качестве исходных данных для создания модели использованы материалы ранее выполненных геологических и гидрогеологических работ.

Проектом кондиций предусматривается отработка Актогайского медного месторождения карьером, имеющим максимальные длину – 2750 м, ширину – 2500 м, глубину – 585 м. Площадь карьера по дневной поверхности –  $4,86 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ . Срок отработки карьера – 50 лет или 18 300 сут [8].

В гидрогеологическом отношении площадь месторождения представляет собой бассейн подземных вод зоны открытой трещиноватости в жестких палеозойских породах, находящийся в области очагового питания и транзита подземных вод [14].

Верхняя толща массива характеризуется повышенной водообильностью пород и распространена на глубину 90 м [15]. Коэффициенты фильтрации пород колеблются от 0,025 до 0,41 м/сут. Среднее значение коэффициента фильтрации составляет 0,17 м/сут [9].

Трещиноватость пород с глубиной затухает. Зона развития обводненной трещиноватости пород прослежена на глубину 220 м. Водообильность и фильтрационные свойства пород с глубиной уменьшаются. Среднее значение коэффициента фильтрации в интервале от 90 до 585 м равно 0,016 м/сут.

Среднее значение коэффициента водоотдачи пород составляет 0,007 [9].

Формирование подземных вод на месторождении осуществляется, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков. Многолетняя сумма атмосферных осадков составляет 194 мм. Максимальное количество осадков выпало в 1957 г. – 290 мм. Основную расходную статью водного баланса составляют испарение, подземный сток в прилегающие равнины, в меньшей степени – транспирация растениями [15].

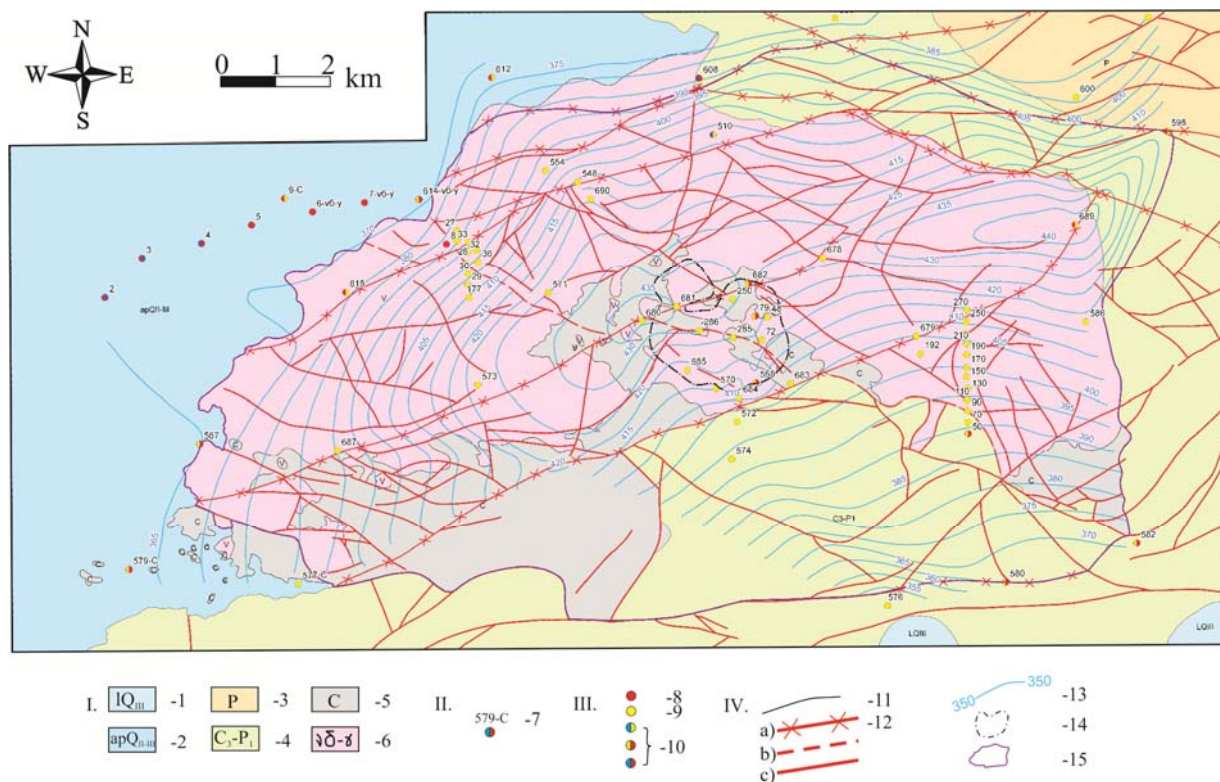


Рисунок 1 – Границы моделируемой области

I. Распространение водоносных горизонтов: 1 - водоносный горизонт верхнечетвертичных озерных отложений, 2 - водоносный горизонт среднечетвертичных-верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений, 3 - подземные воды зоны открытой трещиноватости пермских отложений, 4 - подземные воды зоны открытой трещиноватости нерасчлененных верхнекаменноугольных-нижнепермских отложений, 5 - подземные воды зоны открытой трещиноватости каменноугольных отложений, 6 - подземные воды зоны открытой трещиноватости разновозрастных интрузивных пород кислого и среднего состава. II. Водоупункты: 7 - скважина. Цифры: сверху - номер и индекс. III. Минерализация и химический состав воды в водоупунктах: 8 - воды с преобладанием сульфатного иона, 9 - воды с преобладанием хлоридного иона, 10 - воды смешанные двухкомпонентные. IV. Прочие знаки: 11 - границы водоносных горизонтов, 12 - разломы: а) водоносные; б) безводные; в) гидрогеологические значения которых не выяснено, 13 - гидрозогипсы первого от поверхности водоносного горизонта. Цифры - абсолютные отметки гидрозогипсы, 14 - контур карьера месторождения Актогай, 15 - граница модели.

## 2. Методика моделирования

2.1 Анализ и схематизация природных условий. В качестве границ модели в основном выбраны линии разломов. Внешние границы схематизированы граничными условиями первого рода. Границы модели, проведенные по линиям разломов, и область карьера схематизированы граничными условиями второго рода. В разрезе выделено четыре слоя в соответствии с их обводненностью. Выше на рисунке 1 показана граница моделируемой области.

Для решения задачи прогнозной оценки водопритоков в карьер на Актогайском медном месторождении использовались уравнения фильтрации потока подземных вод в гетерогенной и анизотропной среде.

Для решения уравнений стационарной и нестационарной фильтрации использовался модуль MODFLOW системы моделирования GMS. Для схематизации разломов и области карьера использованы граничные условия *Barrier* и *Drain*, которые являются разновидностями граничных условий второго рода.

2.2 Подготовка исходных данных выполнялась с помощью геоинформационной системы ArcGIS. В ГИС были введены первичные сведения – разломы и скважины, и на их основе проведена граница модели, построена карта коэффициентов фильтрации, заданы границы слоев модели в разрезе. С каждой скважиной связана атрибутивная информация, включающая номер скважины, абсолютную отметку поверхности земли, абсолютные отметки выделенных в разрезе слоев, коэффициенты фильтрации водовмещающих пород, абсолютные отметки уровней подземных вод. На основе этих сведений была проведена граница области моделирования, построены карты коэффициентов фильтрации, карты площадного питания. На рисунке 2 приведена схематическая карта фактического материала.

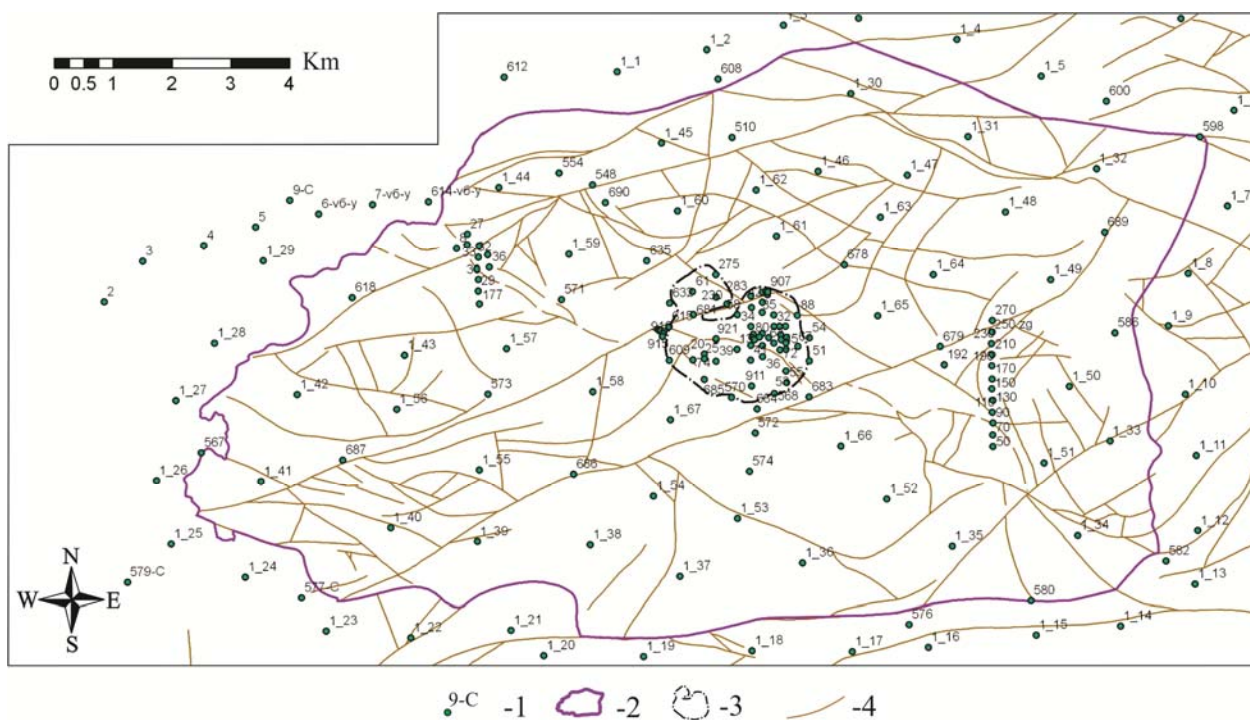


Рисунок 2 – Схематическая карта фактического материала:

1 - скважина, сверху ее номер и индекс; 2 - граница модели; 3 - контур карьера; 4 - разломы

2.3 Создание математической модели осуществлялось средствами системы математического моделирования подземных вод GMS 9.0.

Моделируемая область в разрезе схематизирована в виде 4 слоев. В плане она аппроксимирована равномерной ортогональной сеткой размером 100x100 блоков. Шаг сети по направлению оси  $x$ –192.515 м, по направлению оси  $y$ –110.774 м. Абсолютные отметки поверхности земли и подошв выделенных слоев задавались посредством модуля 2D Scatter Points. Средствами

геоинформационной системы ArcGIS составлялся SQL запрос на выборку данных по отметкам земли и подошв слоев.

Фильтрационные свойства пород меняются по площади крайне неравномерно. Значения коэффициентов фильтрации для первого слоя модели, связанные со скважинами, изменяются от 0,001 до 1,085 м/сут. Среднее значение коэффициента фильтрации составляет 0,17 м/сут. Коэффициент фильтрации для второго и третьего слоев задан 0.016 м/сут [8].

Площадное питание задавалось для верхнего слоя модели. Оно рассчитывалось исходя из значения многолетней суммы атмосферных осадков 194 мм/год или 0.000532 м/сутки. Предполагалось, что на большей площади исследуемой территории в подземные воды попадает от 10 до 30% выпадающих осадков. Кроме того, учитывалось, что каждые несколько лет выпадает значительно большее количество осадков, до 290 мм/год.

2.4 Калибровка математической модели проводилась для доказательства адекватности модели существующим на гидрогеологическом объекте природным условиям. Она заключалась в решении обратной стационарной задачи. Поскольку месторождение не эксплуатировалось и на исследуемой области и прилегающих территориях отсутствуют факторы, оказывающие существенное влияние на изменение гидрогеологических условий во времени, обратная нестационарная (эпигнозная) задача не решалась.

Целью решения обратной стационарной задачи являлось уточнение карт коэффициентов фильтрации и площадного питания. В процессе ее решения на модели воспроизводились гидрогеологические условия на ненарушенный период по состоянию на 1980 г. Граничные условия второго рода *barrier* задавались по линиям крупных разломов. В процессе решения обратной стационарной задачи подбирались значения их гидравлической проводимости.

Для контроля за решением в концептуальной модели было создано покрытие, содержащее точечные объекты с заданными уровнями подземных вод, или обсервационными скважинами.

Рассчитанные на модели уровни подземных вод сравнивались с фактически замеренными уровнями по скважинам. На рисунке 3 приведена копия экрана, сделанная в процессе работы с GMS, отображающая результаты решения обратной стационарной задачи на модели. Изолиниями показаны гидроизогипсы, построенные по результатам моделирования на ненарушенный период. Точечными знаками показаны наблюдательные скважины. Слева у знака скважины – столбчатая диаграмма, величина которой пропорциональна ошибке моделирования, а направление показывает знак ошибки. Зеленый цвет указывает на то, что величина ошибки составляет менее 2,5 м, желтый – от 2,5 до 5 м.

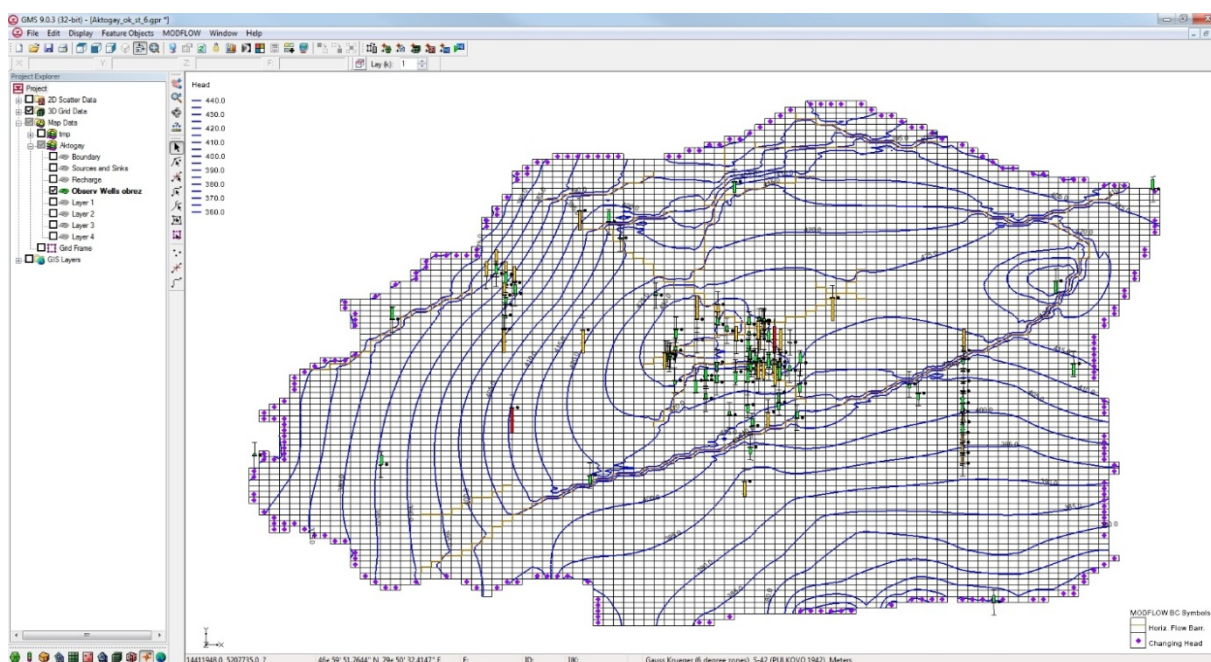


Рисунок 3 – Результаты решения обратной стационарной задачи на модели

Были рассчитаны погрешности решения обратной стационарной задачи: средняя ошибка (*MeanError*) -  $-0,1598$ , средняя ошибка по абсолютной величине (*MeanAbs. Error*) –  $1,9819$  и среднеквадратическая ошибка (*RootMeanSq. Error*) –  $2,4991$ .

По результатам расчетов можно сделать вывод, что для трещиноватых пород с крайне неравномерно распределенными по площади значениями фильтрационных параметров погрешность решения является допустимой. Подобранные по результатам решения обратной стационарной задачи значения коэффициентов фильтрации и площадного питания не противоречат опытным данным. Таким образом, точность решения обратной стационарной задачи соответствует требованиям, предъявляемым к модели.

Как было отмечено выше, калибровка данной модели заключалась только в решении обратной стационарной задачи. Решение эпигнозной задачи не проводилось, поскольку Актогайское месторождение не эксплуатировалось, и исследуемая территория не подвергалась воздействию факторов, влияющих на изменение гидрогеологических условий во времени.

**2.5 Решение на модели прогнозных задач.** Прогнозная оценка водопритоков в карьер выполнялась на период с 01.01.2015 до 01.01.2065. Продолжительность прогнозного периода – 50 лет. Предполагалось, что глубина карьера будет увеличиваться в среднем на 10 м каждый год. Таким образом, проектная глубина карьера 100 м будет достигнута к концу 2025 г., а 585 м – к концу прогнозного периода.

На модели работа карьера имитировалась граничными условиями второго рода *drain(DRN)*.

Весь прогнозный период 01.01.2015 – 01.01.2065 был разделен на стрессовые периоды, в течение которых параметры модели не менялись. Было выделено 50 стрессовых периодов, каждый из которых охватывал один год.

Значения коэффициента упругой водоотдачи задавалось равным  $0.000001$ , гравитационной –  $0.007$ . Начальные распределения уровней подземных вод для каждого слоя модели задавались по результатам расчетов обратной стационарной задачи.

С полигонами типа *drain*, схематизирующими работу карьера, связывались значения проводимости и абсолютных отметок дна карьера, меняющиеся во времени. Площадь аппроксимирующего карьер полигона равна  $4\,798\,272.74\text{ м}^2$ , или  $4.8\text{ км}^2$ , что составляет 225 блоков.

На модели рассчитывались уровни подземных вод на конец каждого прогнозного периода. На рисунке 4 представлены результаты расчетов для глубин карьера 100 и 585 м. Предполагается, что глубина карьера 100 м будет достигнута к концу 2025 г, а 585 м – к концу прогнозного периода (2065 г.).

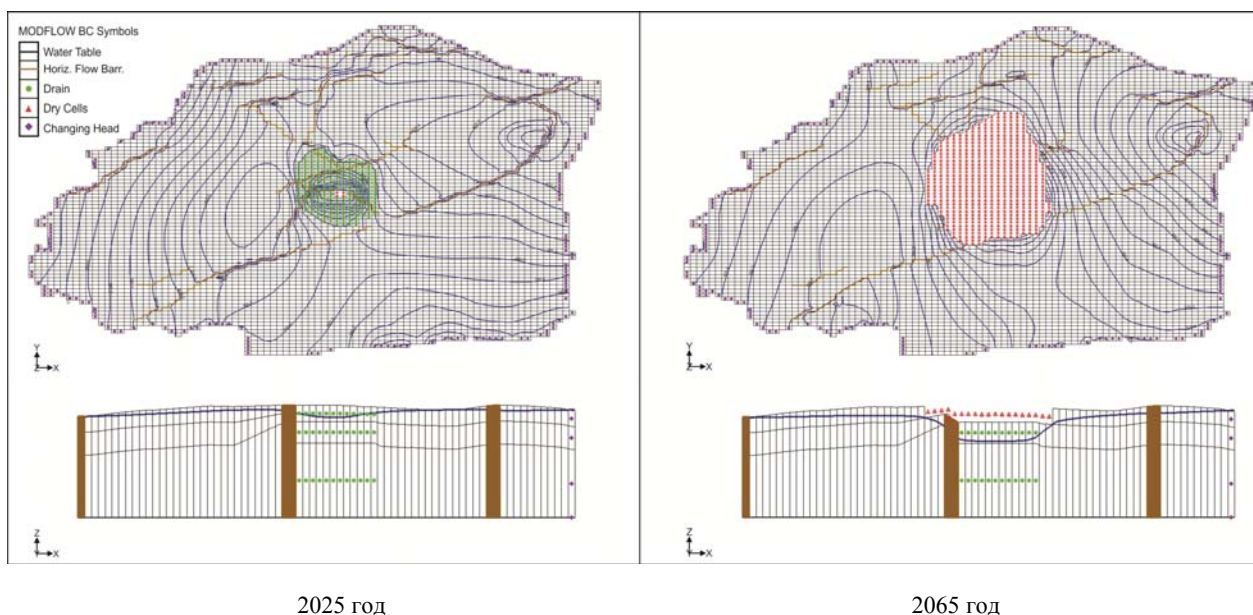


Рисунок 4 – Копии экранов отображающие карту гидроизогипс и разрез на конец 2025 и 2065 гг.

Расчет водопритоков в карьер проводился на основе полученных по результатам решения прогнозной задачи балансовых составляющих потока подземных вод на различные моменты времени. Изменение значений водопритоков в карьер во времени показано на рисунке 5.

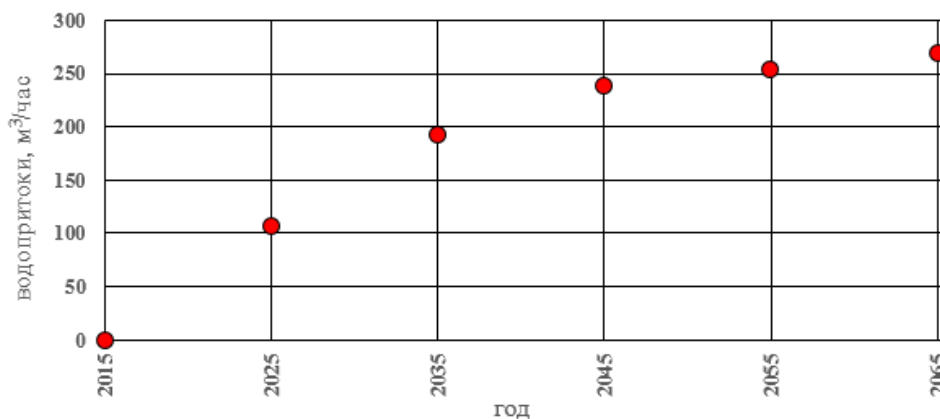


Рисунок 5. График изменения значений водопритоков в карьер во времени

По результатам расчетов значения водопритоков в карьер при глубине карьера 100 м составят  $2551.6 \text{ м}^3/\text{сут} = 106.3 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а при глубине 585 м –  $6447.3 \text{ м}^3/\text{сут} = 268.6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Таблица 4 – Сравнение результатов водопритока четырьмя методами

Глубина отработки	Аналитическим методом		Балансовым способом		Методом гидрогеологической аналогии		Методом математического моделирования	
	м³/ч	л/с	м³/ч	л/с	м³/ч	л/с	м³/ч	л/с
100	202,0	56,1	106,4	29,6	–	–	106,3	29,5
585	62,0	17,2	266,2	73,9	86,7	24,1	268,6	74,6

Полученные методом математического моделирования результаты хорошо согласуются с результатами, полученными балансовым методом (100 м -  $106,4 \text{ м}^3/\text{ч}$  и 585 м –  $266,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Для проектирования системы водоотлива рекомендуется использовать максимальные величины водопритоков, подсчитанные методом математического моделирования.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о возможности применения методов математического моделирования для расчета водопритоков в карьеры в аналогичных природно-техногенных условиях. При высокой степени анизотропии фильтрационных свойств водовмещающих пород в плане и разрезе эти методы представляются наиболее эффективными.

Анализ гидрогеологических условий месторождения позволяет рекомендовать следующие мероприятия по проектированию водоотливного хозяйства.

Максимальные расчетные водопритоки в карьер в количестве  $268.6 \text{ м}^3/\text{ч}$  формируются за счет инфильтрации атмосферных осадков, которые подземным стоком будет поступать в карьер. Для перехвата поверхностного стока необходимо сооружение сети дренажных канав вокруг карьера, а подземный сток дренировать выработками самого карьера.

На борту карьера необходимо устройство накопителя карьерных вод для их механической очистки и использования для технического водоснабжения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ataei M, Bodaghabadi S. (2008). Comprehensive analysis of slope stability and determination of stable slopes in the Chadon-Malu iron ore mine using numerical and limit equilibrium methods. J China Univ Min Technol; 18(4):488–93.
- [2] Абрамов С.К., и др. (1968) Способы, системы и расчеты осушения шахтных и карьерных полей, Москва, Недра
- [3] Бабушкин В.Л., Лебедевская З.П., и др. (1971). Прогноз водопритоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и карстовых породах, Москва, Недра
- [4] Claudia M, Vladimir U. (2010) Use of Numerical Groundwater Modelling for Mine Dewatering Assessment. WIM Santiago, Chile, стр.318-326

- [5] Ерикулы Ж., (2014). Гидрогеологические условия обводнения и прогнозирование водопритоков в горные выработки Актогайского меднорудного месторождения, Proceeding international forum "Engineering education and science in the XXI century: challenges and perspectives" devoted to the 80<sup>th</sup> anniversary of SatpaevKazNTU, vol 1, Almaty, Kazakhstan, стр.317
- [6] Ерикулы Ж., (2012). Гидрогеологические условия Актогайского района, материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе», Алматы, Казахстан, стр.64
- [7] Жапарханов С.Ж., Ерикулы Ж., (2012). Об условиях формирования и режиме подземных вод Актогайского меднорудного района, материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе», Алматы, Казахстан, стр.62
- [8] Кыдырбеков Л.У., Штифанов В.Ф., и др.. (1976). Особенности геологического строения молибденово-медного месторождения Актогай, Изв.АНКазССР, #2, Almaty, Kazakhstan, стр.24
- [9] Скабалаювья И.А., Седенко М.В., и др. (1980). Гидрогеология, инженерная геология и осушение месторождений, Москва, Недра

#### REFERENCES

- [1] Ataei M., Bodaghabadi S. (2008). Comprehensive analysis of slope stability and determination of stable slopes in the Chador-Malu iron ore mine using numerical and limit equilibrium methods. J China Univ Min Technol; 18(4):488–93.
- [2] Abramov S.K. i dr. Sposoby, systemy i rashety osusheniya shahtnyh i kar'ernyh poley, Moscow, Nedra
- [3] Babushkyn V.L., Lebedyanskaya Z.P., i dr. (1971) Prognoz vodoprytokov v gornyy vyrabotki i vodozabory podzemnyh vod v treshynovatyh i karstovyh porodah, Moscow, Nedra
- [4] Claudia M, Vladimir U. (2010) Use of Numerical Groundwater Modelling for Mine Dewatering Assessment. WIM Santiago, Chile, стр.318-326
- [5] Yerikuly Zh. (2014). Gydrogeologicheskiye usloviya obvodneniya i prognosirovaniya vodoprytokov v gornyye vyrabotki Aktogayskogo mednorudnogo mestorozhdeniya, Proceeding international forum "Engineering education and science in the XXI century: challenges and perspectives" devoted to the 80<sup>th</sup> anniversary of SatpaevKazNTU, vol 1, Almaty, Kazakhstan, стр.317
- [6] Yerikuly Zh. Gydrogeologicheskiye usloviya Aktogajskogo rajona. Mezhdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferencii. «Aktual'nye problemy gidrogeologii i inzhenernoj geologii na sovremennom etape», A, KazNTU, 2013, - S. 64-68.
- [7] Zharparhanov S.Zh. Yerikuly Zh., Ob usloviyah formirovaniya i rezhime podzemnyh vod Aktogajskogo mednorudnogo rajona. Trudy Mezhdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy gidrogeologii i inzhenernoj geologii na sovremennom etape», A, KazNTU, 2013, - S.62-64.
- [8] Kydyrbekov L.U., Shtyfanov V.F., i dr., (1976) Osobennosti geologicheskogo stroeniya molybdenovo-mednogo mestorozhdeniya Aktogay, IzvANKazSSR, #2, Almaty, Kazakhstan
- [9] Skabalanovyya I.A., Sedenko M.V., i dr. (1980) Gydrogeologiya, inzhenernaya geology i osusheniya mestorozhdeniya, Moscow, Nedra

### АҚТОҒАЙ МЫС КЕНОРНЫНЫҢ АШЫҚ ҚАЗБА ОРНЫНА СУ АҒЫСЫН БОЛЖАУ (ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН)

Ж. Ерікұлы, С. Жапарханов

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** гидрогеологиялық срсптама, мыс кен ауданы, тауен зауыты, су ағуы, табиғи ресурстар, болжам.

**Аннотация.** Ақтоғай мыс кенорнының гидрогеологиялық жағдай қарастырылған. Карьерге су ағынын болжамды бағалау үшін бұрын жасалған жұмыстар талданды, бұрын есептелген тәсілдер қарастырылды және бірінші рет GMS (Groundwater Modeling System) математикалық модельдеу жүйесі арқылы Ақтоғай кенорнының гидрогеологиялық жағдай құрылды.

Осы зерттеулердің негізінде осыған ұқсас табиғи және техногендік ортада су ағындарын есептеу математикалық модельдеу қолдануға мүмкін екендігіне қорытынды жасауға болады.

Поступила 21.07.2015 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 105 – 109

**SOME FEATURES MODERN STATE OF THERMAL  
MINERAL WATERS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN****O. A. Kalugin, S. M. Kan, Zh. T. Tleuova**

LLP «Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin», Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** thermo-mineral water, modern state, Southern Kazakhstan.

**Abstract.** The article presents a brief description of Almaty, Arys and Zharkent artesian basins: chemical composition of water, potential reserves according to water and heat a different thermo-water carrying complexes from cretaceous to triassic age, drilled wells, extent of their use. It is shown that in the course of operation of wells Arys and Almaty pools (more than 40 years) had been changes - reduced production rate of 1.8 - 25.0 dm<sup>3</sup>/s, piezometric level of 75-120 m and temperature of 0.3 - 14°C. In the wells Zharkent Artesian Basin that data approximately 20-35-year period have not changed. In all wells is observed constancy of chemical composition and mineralization. The little changes are within the accuracy determination. All wells described artesian basins is marked presence silicic acid in the range - 19-42 mg/dm<sup>3</sup>. The content of organic substances in the samples are not detected. The magnitude of permanganate oxidation characterizes these waters as pure.

The main problem when using thermal water for heat supply localities is to fight with corrosion and salt deposition. As shown conducted hydro-geochemical research hydrogen sulfide and oxygen in these waters basically not detected or are present in minor amounts. Conducted research had shown that thermal waters of all artesian basins in relation to the metals belong to the group slightly aggressive.

УДК 553.76; 553.78

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ  
ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА****О. А. Калугин, С. М. Кан, Ж. Т. Тлеуова**

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** термоминеральные воды, современное состояние, Южный Казахстан.

**Аннотация.** В статье приведена краткая характеристика Алматинского, Арыского и Жаркентского артезианских бассейнов: химический состав воды, потенциальные запасы по воде и теплу различных термоводоносных комплексов от мелового до триасового возраста, состояние пробуренных скважин, степень их использования. Показано, что в ходе эксплуатации скважин Арыского и Алматинского бассейнов (более 40 лет) произошли изменения - снижение дебита на 1,8 – 25,0 дм<sup>3</sup>/с, пьезометрического уровня на 75-120 м и температуры на 0,3 – 14°C. В скважинах Жаркентского артезианского бассейна эти данные примерно за 20-35-летний период почти не изменились. Во всех скважинах наблюдается постоянство химического состава и минерализации. Небольшие изменения лежат в пределах точности определения. Во всех скважинах описываемых артезианских бассейнов отмечается присутствие кремниевой кислоты в пределах 19-42 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание органических веществ в пробах не обнаружено. Величина перманганатной окисляемости характеризует эти воды как чистые.

Основной проблемой при использовании термальных вод для теплоснабжения населенных пунктов является борьба с коррозией и солеотложениями. Как показали проведенные гидрогеохимические исследования сероводород и кислород в этих водах в основном не обнаружены или присутствуют в незначительных количествах. Проведенные исследования показали, что термальные воды всех артезианских бассейнов по отношению к металлам относятся к группе слабоагрессивных.

В современных условиях подземные воды, как составная часть водных ресурсов страны и как наиболее ценное полезное ископаемое, представляют важный стратегический ресурс водной безопасности и устойчивого развития Казахстана. Актуальность комплексного освоения подземных вод возрастает при решении проблем острого дефицита воды, глобальной энергетической безопасности и истощаемости природных ресурсов, которые выделены в числе 10 основных глобальных вызовов в Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева «Стратегия «Казахстан-2050 - новый политический курс для нового Казахстана в быстро меняющихся исторических условиях».

В недрах республики выявлены значительные ресурсы термоминеральных подземных вод, которые представляют практический интерес в качестве лечебно-минеральных, теплоэнергетических и промышленных вод.

В период 2012-2013 годы сотрудниками лаборатории термоанамальной гидрогеологии проводились гидродинамические и гидрохимические исследования термоминеральных вод Жаркентского, Алматинского и Арысского артезианских бассейнов.

Алматинский артезианский бассейн занимает западную часть Илийской впадины. В его разрезе вскрыты неогеновый и палеогеновый термоводоносные комплексы, глубины залегания которых в осевой части соответственно до 650 м и 1500-2600 м. Воды пластовые, напорные. Скважины обычно самоизливают с производительностью от 10-500 до 800-2200 м<sup>3</sup>/сут. Минерализация воды от менее 3 до 10-15 и более г/дм<sup>3</sup> при сульфатно-хлоридном и хлоридном натриевом составе. Температура воды на глубине 700-800 м до 40°C, а на глубине до 2600-3000 м - 75-84°C [1-3].

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 50-75°C неогенового термоводоносного комплекса оценены при насосной эксплуатации в 62 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 518 тыс. Гкал/год по теплу (74 тыс. т.у.т./год).

Жаркентский артезианский бассейн приурочен к одноименной депрессии в восточной части Илийской впадины. Термальные подземные воды здесь связаны с образованиями от мелового до триасового возраста.

Меловой термоводоносный комплекс является наиболее перспективным для эксплуатации. Глубина залегания его кровли увеличивается от предгорий к осевой части впадины от 20-150 до 3300 м и более. На предгорной равнине хр. Кетмень (ур. Карадала) термальные воды залегают на глубине 300-600 м. Воды пластовые, напорные. Уровни устанавливаются на 20-70 м выше поверхности земли. Производительность скважин на самоизливе 900-12000 м<sup>3</sup>/сут. Воды обычно пресные (до 1 г/дм<sup>3</sup>), а их химический состав варьирует от гидрокарбонатного кальциевого до смешанного треханионного натриевого и натриево-кальциевого. Пластовая температура воды 20-60 °C.

В центральной части артезианского бассейна термоводоносный комплекс опробован на глубине 1400-2900 м. Воды высоконапорные, пьезометрические уровни устанавливаются на 70-240 м выше поверхности земли, расходы скважин на самоизливе 1900-5200 м<sup>3</sup>/сут. Минерализация воды менее 1 г/дм<sup>3</sup> при гидрокарбонатно-сульфатном и хлоридно-гидрокарбонатном натриевом составе. Температура воды на устье скважины составляет 47-96°C. В наиболее погруженных частях впадины температура воды ожидается 100-125 °C [1-3].

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 40-120°C при фонтанной эксплуатации оценены в 51 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 927 тыс. Гкал/год по теплу (132 тыс. т.у.т./год), а при насосной эксплуатации - 206 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 3,4 млн. Гкал/год по теплу (485 тыс. т.у.т./год). В центральной части бассейна по двум эксплуатационным участкам (Приилийский и Усекский) оперативные эксплуатационные запасы термоминеральных вод утверждены в количестве 4500 м<sup>3</sup>/сут [4].

Триасовый и юрский термоводоносные комплексы опробованы в южной половине Жаркентского бассейна. Глубина их залегания варьирует от 250-400 м в предгорьях до 4000-4500 м в центральной части. Водообильность комплекса довольно изменчива, дебиты скважин на самоизливе изменяются от 110 до 4700 м<sup>3</sup>/сут. Минерализация воды колеблется от менее 1 до 3 г/дм<sup>3</sup>, а химический состав - от гидрокарбонатного кальциевого и хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого до хлоридного натриевого. Температура воды триасового и юрского термоводоносных комплексов на изливе составляет 38-78°C. По расчетам температура по подошве термоводоносных комплексов в зависимости от глубины залегания варьирует от 40-75 до 155-165 °C. Потенциальные запасы термальных вод с температурой 40-150°C при фонтанной эксплуатации оценены в 63 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 1,2 млн. Гкал/год по теплу (171 тыс. т.у.т./год), а при насосной эксплуатации - 247 тыс. м<sup>3</sup>/сут по воде и 4,0 млн. Гкал/год по теплу (576 тыс. т.у.т./год).

Арысское месторождение термальных вод приурочено к Сырдарьинскому артезианскому бассейну. Термальные воды характеризуются как высокотермальные, по подошве сеноманского водоносного комплекса температура  $90^{\circ}\text{C}$ , а на устье скважин -  $75^{\circ}\text{C}$ . Эксплуатационные запасы термальных вод месторождения утверждены в количестве 17,3 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  (353,6 тыс. Гкал/год) по категории  $\text{C}_1$ .

В ходе реализации научных исследований были обобщены и проанализированы результаты ранее проведенных в Казахстане исследований термальных, минеральных и лечебных подземных вод, включая терминологическую экспертизу существующих определений рассматриваемых типов подземных вод. Выполнена каталогизация (инвентаризация) действующих скважин и родников, изливающих термальные, минеральные и лечебные воды с проведением общего анализа соответствующих месторождений подземных вод. Изучены динамические и гидрохимические характеристики действующих скважин и родников с предварительным определением возможных запасов соответствующих типов вод по возможным их параметрическим грациям. Исследованы масштабы потребления и спроса в республике на термальные, минеральные и лечебные подземные воды. Проведена классификация лечебных вод по условиям залегания; определены гидрогеологическая стратификация минеральных вод по условиям распространения, методики подсчета региональных ресурсов и запасов геотермальных, лечебных минеральных и промышленных вод. Рассмотрена комплексная методика обобщения и систематизации фактического материала по подземным минеральным водам Южного Казахстана с обоснованием перспектив их хозяйственного освоения и оценкой прогнозных эксплуатационных ресурсов на основе гидрогеологического районирования, при котором устанавливаются границы расчетных площадей.

В Арысском артезианском бассейне функционируют более 33 скважин, пробуренных на термальные воды, которые имеют температуру на изливе  $36 - 82^{\circ}\text{C}$ , с дебитом до  $27 \text{ дм}^3/\text{с}$ . Перспективность их использования не вызывает сомнений. Однако, термальные воды в настоящее время используются далеко не в полном объеме, и это использование не имеет планомерного характера, а скорее является стихийным. Локальное использование на примитивном технологическом уровне можно отметить лишь по некоторым скважинам города Арысь и районного центра Шаульдер.

Термальные воды Жаркентского артезианского бассейна, исходя из высоких температур на устьях скважин, являются высокопотенциальными. Дебиты скважин, расположенных в центральной части Жаркентской депрессии, составляют порядка  $40-60 \text{ дм}^3/\text{с}$  с температурой выше  $80^{\circ}\text{C}$  [2].

Все эти скважины практически не используются за исключением лишь одной, где функционирует санаторий «Керимагаш», рассчитанный на одновременный прием отдыхающих порядка 200 человек.

Большинство скважин Арысского и Жаркентского артезианских бассейнов эксплуатировать невозможно из-за неудовлетворительного технического состояния их приустьевых сооружений. Термальные воды из них изливаются бесконтрольно, заболачивая окружающую местность.

Термоминеральные воды Алматинского артезианского бассейна используются в основном в бальнеологических целях. На их базе построены и функционируют различные санатории и дома отдыха. Бесхозными являются только две скважины, расположенные в поселках Боралдай и Тургень.

Из всех пробуренных термальных скважин (более 100) только на 13 скважин оформлены контракты на недропользование. Все другие скважины бесхозны и самоизливаются на местность вот уже десятки лет.

За время после ввода в эксплуатацию (около 40 лет назад) в скважинах Арысского и Алматинского бассейнов произошло снижение дебита на  $1,8 - 25,0 \text{ дм}^3/\text{с}$ , пьезометрического уровня на 75-120 метров и температуры на  $0,3 - 14^{\circ}\text{C}$ . Этот фактор объясняется сработкой упругих запасов и естественных ресурсов, а также кольматацией фильтров. В скважинах же Жаркентского артезианского бассейна эти данные примерно за 20-35 летний период почти не изменились. Скважины были пробурены в период 1970-1987 годы.

Во всех скважинах наблюдается постоянство химического состава и минерализации. Отмечаются небольшие изменения, относящиеся к пределам точности определения. Исключением является скважина в поселке Тургень, где минерализация геотермальных вод уменьшилась в два раза от первоначальной величины - с  $112 \text{ г}/\text{дм}^3$  до  $52 \text{ г}/\text{дм}^3$ .

Термоминеральные воды обследованных артезианских бассейнов соответствуют санитарным нормам, что подтверждает возможность их использования в целях горячего и холодного водо-

снабжения, в сельском хозяйстве и др., их сброс в поверхностные водоемы не приведет к изменениям экологической обстановки.

Со времени ввода в эксплуатацию термальных скважин, снижение дебита и температуры наблюдаются почти во всех скважинах Арысского и Алматинского бассейнов. В скважинах Жаркентского артезианского бассейна эти показатели изменились незначительно.

По Арысскому артезианскому бассейну, в качестве первоочередных для исследования и последующей эксплуатации, могут быть рекомендованы Арысское и Шаульдерское месторождения.

В Жаркентском артезианском бассейне интерес представляют действующие скважины термальных вод в центральной части этого бассейна (Панфиловский район Алматинской области), а также скважины, расположенные в урочище Карадала (Уйгурский район Алматинской области).

В целом термоминеральные воды Арысского и Жаркентского артезианских бассейнов характеризуются как мало- и слабоминерализованные, мягкие и умеренно мягкие по содержанию солей жесткости, не образующие осадков даже при длительном состоянии. Минерализация термальных вод Арысского артезианского бассейна колеблется в пределах 0,5 – 1,2 г/дм<sup>3</sup>, по химическому составу воды по анионам трехкомпонентны – сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные натриевые [5].

Термоминеральные воды Алматинского артезианского бассейна считаются наиболее изученными, они признаны минеральными и используются для бальнеологических целей. Здесь ранее проведенными геологоразведочными работами были оценены эксплуатационные запасы термоминеральных вод по 7 участкам: «Коктем», «Тургень», санаторий «Алматы», санаторий МВД, «Верхняя Каменка», «Покровка», и «Пригородный», удаленных друг от друга на расстояния от 12 до 60 км. По химическому составу эти термальные воды характеризуются как слабоминерализованные и минерализованные, за исключением участка «Тургень», где их минерализация первоначально составляла 115-120 г/л, и считаются как йодо-бромные. По результатам химических анализов, выполненных в процессе обследования по настоящему отчету, минерализация скважины № 17/87 участка «Тургень» равна 52 г/л.

Минерализация термальных вод Алматинского артезианского бассейна изменяется от 0,8 до 60 г/дм<sup>3</sup>, а химический состав от хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого до хлоридного натриево-кальциевого [5]. В воде установлены, мг/дм<sup>3</sup>: фтор – 4,07; йод – 6,79; бром – 13,19; бор – 50. Наибольшая минерализация вод характерна для палеогенового водоносного горизонта.

Во всех скважинах описываемых артезианских бассейнов присутствует кремнекислота в пределах – 19-42 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание органических веществ в пробах не обнаружено. Величина перманганатной окисляемости характеризует эти воды как чистые. Сопоставление полученных данных макрокомпонентного и микрокомпонентного состава термальных вод с величиной предельно-допустимой концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов, а также требованиям и СанПиН показывает, что в термальных водах они не превышают нормативных требований. Такое соответствие состава геотермальных вод бассейнов по санитарным нормам указывает на возможность беспрепятственного их сброса в поверхностные водоемы без нарушения экологического режима регионов.

Основной проблемой при использовании термальных вод для теплоснабжения населенных пунктов является борьба с коррозией и солеотложениями. Необходимость решения этой проблемы связана с возможным применением дорогостоящих коррозионностойких материалов или таких способов обработки геотермальных вод, которые улучшили бы их качество.

Практика использования термальных вод показывает, что повышенная коррозионная активность обусловлена наличием как растворенных, так и спонтанных газов – углекислого, сероводорода, а также кислорода, которые попадают в гециркуляционную систему. Как показали проведенные гидрогеохимические исследования сероводород и кислород в этих водах в основном не обнаружены или присутствуют в незначительных количествах. По степени агрессивности по отношению к металлам, термальные воды всех артезианских бассейнов относятся к группе слабоагрессивных.

Химический состав термальных вод с момента их ввода в эксплуатацию практически не изменился.

Анализ состояния практического использования геотермальных вод в Южном Казахстане свидетельствует о крайне незначительной их современной востребованности. Наибольшим интересом геотермальные воды пользуются в бальнеологии – в ряде санаториев, курортов и профилакториев.

В настоящее время в Казахстане есть возможность без больших капитальных затрат начать эксплуатацию существующих геотермальных скважин, изливающих пресную, практически горячую воду. В зависимости от минерализации и химического состава к возможным видам практического использования термальных вод относятся геотермальные электростанции с бинарным циклом, с последующим использованием для отопления, горячего водоснабжения, теплично-парникового хозяйства, бальнеологии, плавательных бассейнов, обогрева почвы, обогрева животноводческих ферм, в прудовых хозяйствах. При переходе республики на рельсы «зеленой экономики» практическая реализация проектов освоения гидрогеотермальных ресурсов на перспективных площадях Южного Казахстана представляет возможность обоснования на конкретных примерах экономической, социальной и экологической эффективности и преимущества комплексного использования термальных вод.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бондаренко Н.М., Жеваго В.С., Кан М.С. и др. Термоаномалии подземных вод Казахстана. - Алма-Ата: Наука. - 1981. - 84 с.
- [2] Подземные термальные воды Казахстана. - Алма-Ата, 1990. - 92 с.
- [3] Месторождения подземных вод Казахстана. Том III. Минеральные лечебные и термальные (теплоэнергетические) подземные воды / Справочник. - Алматы, 1999. - 180 с.
- [4] Тепловой режим и геотермальная энергия недр Южного Казахстана. Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1976. - 168 с.
- [5] Подземные минеральные воды Казахстана. - Алма-Ата: Наука, -1984. - 231 с.

#### REFERENCES

- [1] N.M.Bondarenko, V.S.Zhevago, M.S.Kanand others. Thermal anomaly groundwater of Kazakhstan. - Almaty: Science. - 1981- p. 84
- [2] The underground thermal waters of Kazakhstan. - Almaty, 1990. - p. 92
- [3] Deposits groundwater of Kazakhstan. Volume III. Mineral and thermal treatment (heat and power), groundwater / Reference book. - Almaty, 1999. - p.180
- [4] The heat treatment of mineral resources and geothermal energy in South Kazakhstan. Almaty: "Science" Kazakh SSR, 1976. - p.168
- [5] The underground mineral water of Kazakhstan. - Almaty: Science, -1984. -p. 231.

### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТЕРМОМИНЕРАЛЬДІ СУЛАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫНЫҢ КЕЙБІР ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

О. А. Калугин, С. М. Кан, Ж. Т. Глеуова

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты», ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** термоминеральді сулар, қазіргі жағдайы, Оңтүстік Қазақстан

**Аннотация.** Мақалада Алматы, Арыс және Жаркент артезиан алаптарының қысқаша сипаттамасы: судың химиялық құрамы, бор кезеңінен триасқа дейінгі әр түрлі жылы су сақтағыш кешеннің жылу және су бойынша әлеуетті қоры, бұрғыланған ұңғыманың жағдайы, оларды пайдалану деңгейі көрсетілген. Арыс және Алматы алаптарын қолдану барысында (40 жылдан аса) дебиттің 1,8 – 25,0 дм<sup>3</sup>/с-ге, пьезометриялық деңгейдің 75-120 м-ге және температураның 0,3 – 14°С-қа төмендегені байқалады. Жаркент артезиан алабының ұңғымасында бұл мәліметтер шамамен 20-35 жылдық кезеңде өзгермеген. Барлық ұңғымаларда химиялық құрамы мен минералдылығы бірқалыпты. Дәлме-дәлдік анықтау барысында кейбір ерекшеліктер байқалады. Барлық сипатталған артезиан алаптарының ұңғымаларында кремний қышқылы 19-42 мг/дм<sup>3</sup> шамасында байқалған. Тығындарда органикалық заттың мөлшері анықталмаған. Перманганатты тотығу мөлшері судың таза екенін сипаттайды.

Термальді суларды қолдануда маңызды мәселе елді-мекендерді жылумен қамтамасыз ету үшін коррозия және тұз жиналумен күресу болып табылады. Жүргізілген гидрохимиялық зерттеулер күкіртті сутек пен оттегінің негізінде бұл суларда жоқ екенін немесе аз мөлшерде ғана кездесетінін көрсетеді. Жүргізілген зерттеулер барлық артезиан алаптарындағы термальді сулардың металлға қатысты әлсіз жемір тобына жататынын көрсетті.

Поступила 21.07.2015 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 413 (2015), 110 – 119

## WATER FARM SETTLEMENTS THE STORAGE DEVICE WASTEWATER – LAKE SORBULAK

O. A. Kalugin, G. L. Polumiskov, Sh. G. Kurmangaliyeva

LLC "Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin", Almaty, Kazakhstan

**Keywords:** water supply, water farm settlements, wastewater, storage device Sorbulak, bathygraphic characteristics, filter loss.

**Abstract.** The article presents water farm settlements for determine a possible water reservoirs filter loss for long period exploitation at a predetermined regime and given reliability of water supply. Storage device receives wastewater entering branch ducts of length 45 km, after mechanical and artificial biological treatment. Estimated flow entering drains through the canal is 12 m<sup>3</sup>/s.

The calculation results show a principled acceptability of use existing technology to storage device in general system of water disposal waste water c. Almaty for receiving waste in the winter season with the subsequent use their for irrigation in the vegetation period. The calculations show need conducting soon additional research for reviewing and approval of magnitude the normal water level (NWL) on the mark = 622.00 m.

In this work used a common method of calculate evaporation from the water surface adapted directly to the conditions of the wastewater storage reservoir Sorbulak. Magnitude evaporation from the water surface of storage device was determined on program "NEVA". The program except the quantities adapted to a specific calculation of areas are considered and reservoir, requires the incorporation in the original information ranks average monthly values meteorological data. Bathymetric characteristics of storage device have been received and refined in the process carrying out comprehensive research. In calculation of forecast water balance storage device used data provided by the SCC "Tospa Su." For calculation of water farm used the program "PRAVO", which simulates the operation of the reservoir of long-term regulation by the calendar ranks average monthly values hydrometeorological elements of spring flood runoff, precipitation, evaporation, filtration, receipt of drains from the treatment plants and useful water intake.

УДК 626/627

## ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ НАКОПИТЕЛЯ СТОЧНЫХ ВОД – ОЗЕРА «СОРБУЛАК»

О. А. Калугин, Г. Л. Полумисков, Ш. Г. Курмангалиева

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** водообеспечение, водохозяйственные расчеты, сточные воды, накопитель Сорбулак, батиграфические характеристики, водоотдача.

**Аннотация.** Приведены водохозяйственные расчеты для определения возможной водоотдачи водохранилища за многолетний период эксплуатации при заданном режиме и заданной надежности водообеспечения. Накопитель принимает сточные воды, поступающие по отводящему каналу, длиной 45 км, после

механической и искусственной биологической очистки. Расчетный расход поступления стоков по каналу составляет  $12 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Результаты расчетов показывают принципиальную приемлемость существующей технологии использования накопителя в общей системе водоотведения сточных вод г. Алматы для приема стоков в зимний период года с последующим использованием их на орошение в вегетационный период. Расчеты показывают необходимость проведения в ближайшее время дополнительных исследований для пересмотра и утверждения величины нормального подпорного уровня (НПУ) на отметке = 622.00 м.

В работе использована общепринятая методика расчета испарения с водной поверхности, адаптированная непосредственно к условиям водоема накопителя сточных вод Сорбулак. Величина испарения с водной поверхности накопителя определялась по программе "NEVA". Программа, кроме величин, адаптирующих расчет к конкретной местности и рассматриваемому водоему, требует включения в исходную информацию рядов среднемесячных значений метеорологических данных. Батиметрические характеристики накопителя были получены и уточнены в процессе проведения комплексных исследований. В расчетах прогнозного водного баланса накопителя использованы данные, предоставленные ГКП «Тоспа Су». Для водохозяйственного расчета использована программа "PRAVO", которая моделирует работу водохранилища многолетнего регулирования по календарному ряду среднемесячных значений гидрометеорологических элементов стока весеннего половодья, осадков, испарения, фильтрации, поступления стоков из очистных сооружений и полезного водоотбора.

Накопитель Сорбулак расположен в 80 км к северо-западу от г. Алматы, рядом с трассой автомагистрали М36 Алматы – Астана, предназначен для аккумуляции в зимний период (ноябрь - март) сточных вод г. Алматы с последующим сбросом в вегетационный период (апрель - октябрь) на орошение кормовых с / хозяйственных культур.

Накопитель принимает сточные воды, поступающие по отводящему каналу длиной 45 км, после механической и искусственной биологической очистки. Расчетный расход поступления стоков по каналу составляет  $12 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В 2012-2013 гг. поступление стоков в накопитель Сорбулак не превышало  $4.6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В последние годы водами Сорбулакского накопителя орошается около 3.0 тыс. га (возможности накопителя позволяют орошать не менее 13.0 тыс. га).

Накопитель имеет следующие параметры:

- длина - 13 км;
- ширина - 6 км;
- максимальная глубина - 30,6 м;
- поступление стоков среднее -  $355.0 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$  ( $4.1 \text{ м}^3/\text{с}$ );
- батиграфические параметры при расчетных уровнях накопителя следующие (таблица 1).
- низового откоса  $m_2 = 3$ ;
- крепление верхового откоса общей толщиной  $t = 2.0 \text{ м}$  двухслойное:
  - внутренний слой  $t = 1.0 \text{ м}$  - каменная наброска  $d_{cp} = 0.1 \text{ м}$ ,  $d_{60} / d_{10} < 15$ ;
  - внешний слой  $t = 1.0 \text{ м}$  - каменная наброска  $d_{cp} = 0.35 \text{ м}$ ,  $d_{60} / d_{10} < 2$ .

Таблица 1 – Батиграфические параметры при расчетных уровнях накопителя

Наименование уровня	Обозначение	Отметка, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Объем, млн м <sup>3</sup>
Уровень Мертвого Объема	УМО	616.5	53.95	705.54
Нормальн. Подпорн. Уровень	НПУ	620.5	64.00	941.63
Максимальн. Подпорн. Уровень	МПУ	622.0	68.47	1040.98

Местоположение накопителя представлено на рисунке.

Климат района засушливый, резко-континентальный. Зима нередко малоснежная, с преобладанием облачных дней. Наиболее холодный месяц январь. Средняя температура в это время составляет  $-10^\circ\text{C}$ , а минимальная достигает  $-45^\circ\text{C}$ . Снег ложится в декабре и держится до второй половины марта. При этом снежный покров на возвышенных участках рельефа местности может быть минимальным (до 50 мм) или отсутствовать совсем, в балках и пониженных местах запасы снега могут быть значительны и, при дружной весне, формируют паводки с опасными последствиями.

Лето в районе жаркое и сухое. Средняя температура июля  $+25^{\circ}\text{C}$ , максимальная до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков варьирует от 200 до 350 мм [1].

Для водохозяйственного расчета использована программа "PRAVO" [2], которая моделирует работу водохранилища многолетнего регулирования по календарному ряду среднемесячных значений гидрометеорологических элементов стока весеннего половодья, осадков, испарения, фильтрации, поступления стоков из очистных сооружений и полезного водоотбора.

В общем случае, расчет предназначается для определения основных параметров водохранилища многолетнего регулирования при технико-экономическом обосновании проектных решений. В данном случае водохозяйственный расчет использован для определения возможной водоотдачи водохранилища за многолетний период эксплуатации при заданном режиме и заданной надежности водообеспечения.

Расчет производился при условии варьирования горизонта воды в многолетнем разрезе от УМО до НПУ, причем обе эти величины хотя бы один раз достигались в течение расчетного периода [3].

Исходная информация, прежде всего, включает таблицу значений "испарение минус осадки", которая является результатом предварительного расчета по программе "NEVA" (Расчет испарения с поверхности водоемов) [4].

Программа, кроме величин, адаптирующих расчет к конкретной местности и рассматриваемому водоему требует включения в исходную информацию рядов среднемесячных значений:

- температуры воздуха, град;
- абсолютной влажности воздуха, мб;
- скорости ветра, м/с;
- общей облачности, баллы;
- нижней облачности, баллы;
- осадков, мм.



Общий план накопителя Сорбулак

Эти метеорологические данные принимаются по ближайшей метеостанции, в данном случае - по метеостанции Аксенгер [5].

Результатом работы является таблица среднемесячных значений величин "испарение минус осадки", необходимая для дальнейших расчетов с использованием программы "PRAVO". Исходная информация для программы "PRAVO" включает также:

- среднемесячные расходы поступления стоков в накопитель;
- расходы поступления паводковых вод;
- батиграфическую характеристику накопителя;
- распределение величины годового водопотребления по месяцам в %;
- распределение водопотребления по годам расчетного периода;
- значения УМО и НПУ накопителя;
- потери из накопителя на фильтрацию.

Величины поступления сточных вод в накопитель от очистных сооружений приняты по данным ДГКП «Госпа-Су» [6] (таблица 2). Объемы поквартального поступления в накопитель (тыс.м<sup>3</sup>/квартал переведены в величину соответствующего расхода (м<sup>3</sup>/с).

Таблица 2 – Сравнительный анализ водохозяйственного баланса за 2007-2011 гг.

Год	Пропущено через мехочистку		Поступило на биоочистку, тыс. м <sup>3</sup>	Поступило к делителю, тыс. м <sup>3</sup>	Накопитель Сорбулак			Накопители ПСК			Сброс в реку Или
	квар-тал	тыс. м <sup>3</sup>			поступление		на полив	поступление		на полив	
					тыс. м <sup>3</sup>	отметка		тыс. м <sup>3</sup>	полный объем		
2007	1	35966,963	35658,36	33994,94	19086,62	619,78		14908,32	41,33	0	
	2	35490,787	34460,995	31167,94	22830,34	620,04		8337,6	38,13	1751,2	
	3	32704,871	31656,301	20342,02	20342,02	619,83		0	24,12	10339,7	
	4	33984,158	33302,421	31631,9	31631,904	620,09		0	21,88	805,6	
	всего	138146,779	135078,077	117136,8	93890,884			23245,92		12896,5	0
2008	1	36960,975	36651,588	35137,15	18969,98	620,04		16167,168	32,31	0	
	2	33841,27	32945,318	26001,22	0	620,21	1500*	26001,216	35,6	6214,5	
	3	32125,532	31849,945	15336,86	0	619,59	4500*	15336,86	36,53	16368,1	
	4	33459,477	33141,965	31586,11	22853,664	619,77		8732,448	38,34		
	всего	136387,254	134588,816	108061,34	41823,644		6000*	66237,692		22582,6	0
2009	1	32882,511	32547,77	31315,68	24864,19	620,18	0	6451,488	40,36	0	
	2	32544,17	32199,18	24023,52	14896,22	620,2	1000	9127,29	38,71	7223,16	
	3	30619,49	30257,8	11813,3	0	619,6	559	11813,3	36,32	18188,8	
	4	31964,58	31603,81	30525,12	15258,24	619,73	0	15266,88	42,7	0	
	всего	128010,761	126608,56	97677,62	55018,66		1559	42658,96		25412	0
2010	1	32450,666	32077,879	30768,77	26483,33	620,29		4337,28	40,28		
	2	32544,238	31366,791	23121,5	6424,7	620,27	162	16696,8	40,54	7408,767	
	->	31253,621	27160,9	15057,79	0	619,76	1838	15057,79	38,3	14311,23	
	4	32818,237	32461,695	31116,96	15212,448	619,92		15904,512	44,64		
	всего	129066,762	123067,265	100065,02	48120,478		2000	51944,54		21719,997	0
2011	1	34523,864	32334,786	31028,83	26840,16	620,35		4188,672	42,81		
	2	33962,498	32779,414	25176,1	6658,85	620,3	2408,84	18517,248	43,19	6597,652	
	3	32195,008	31838,238	15831,94	0	619,7	8668,91	15831,94	37,05	15506,348	
	4	34030,819	33769,813	32452,7	16676,92	619,83	0	15775,776	43,91	0	0
	всего	134712,189	130722,251	104489,57	50175,93		11077,75	54313,636		22061	

В последующие, за приведенными в таблице 2, годы расходы поступления основаны на прогнозных данных развития системы водопотребления и водоотведения, предоставленных ДГКП "Госпа Су".

Поступление сточных вод в накопитель от очистных сооружений по варианту 2, полученное подбором, исходя из условия минимизации холостых сбросов, наглядно показывает потенциальные возможности аккумуляции сточных вод накопителем при возможном сверхплановом увеличении водопотребления и водоотведения мегаполиса г. Алматы.

Водохозяйственный баланс сточных вод г. Алматы представлен в таблице 3, поступление сточных вод из канала очистных сооружений при НПУ = 620.5 м - в таблице 4.

Таблица 3 – Водохозяйственный баланс сточных вод г. Алматы, тыс. м<sup>3</sup>

№ п/п	Показатель	Годы															
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	Пропущено через мех очистку	175827	175739	159223	153359	141695	139580	138248	138397	141762	137820	138147	136387	128011	128567	134712	132394
2	Сброшено в аварийную емкость, поля фильтрации, иловые площадки	7162	12890	5810	4568	8840	12070	6590	11490	9291	5908,64	1890,12	694,84	33	4692,37	2991,6	2707,7
3	Пропущено через биочистку	168665	162849	153413	148791	132855	127510	131658	126907	132471	130629	135078	134589	126608	122567	130722	129449
4	Сброшено на иловые площадки с избыточным активным илом	614,4	977,5	512	250	250	60	60	0	0	1282,32	1178,58	1103,6	1369,18	1307,16	998,293	938,7
5	Забрано на орошение из канала	19613	7255	11328	18604	34574	17090	13540	9503	10160	11265,4	12496,5	22582,6	25412	18656	22057,3	22518,9
6	Фильтрация и испарение по длине отводящего канала с учетом осадков	7746	10957	6864	6513	4594	6960	5757	6834	7251	4981,62	5044,74	3944,52	2838,96	3286,26	4295,35	4420,54
7	Поступило к вододелителю	140692	143659	134709	123424	93537	103500	112300	110570	115060	113702	117137	108061	97677,6	100065	104490	101510
8	Сброшено в накопитель Сорбулак	52218	37367	17747	70363	69845	51840	43384	54520	56690	49019	93890,9	41823,7	5518,66	48120,5	50176	42190
9	Сброшено в систему ПСК – в том числе сброшено в реку Или	88473	106292	116968	53061	23692	51660	68916	56050	58370	64683,4	23245,9	66237,7	42659	51944,5	54314	59319,6
		26756	35510	16157	7619	0	0	0	14368	0	22757,8	0	0	0	0	0	0
10	Забрано на орошение из Сорбулака	9200	6800	7917	10480	15652	1010	1109	1109	1559	1559,12	6000				18400	
11	Фильтрация и испарение по ПСК	84460	10965	107358	48030	36020	35560	59240	59240	51390	88897,4	36689,9	49763,7	38246	50132,5	54802,6	61622,1
12	Фильтрация и испарение по аварийному сбросному каналу при сбросе в реку Или, в том числе потери при подпитке и наполнении биопрудов	4013	5327	9610	9912	5370	4640	4661	9600	7040		4423,7	5959,0	5970,2	8735,04	6259,68	6402,24

Таблица 4 – Поступление сточных вод из канала очистных сооружений при НПУ = 620.5 м

Годы	Поступление по месяцам, м <sup>3</sup> /с												Ср. годов. расход, м <sup>3</sup> /с
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	
2007	2.41	2.41	2.41	2.89	2.89	2.89	2.57	2.57	2.57	4.00	4.00	4.00	2.97
8	2.40	2.40	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89	2.89	2.89	1.32
9	3.14	3.15	3.15	1.88	1.88	1.88	0.00	0.00	0.00	1.93	1.93	1.93	1.74
2010	3.35	3.35	3.35	0.81	0.81	0.81	0.00	0.00	0.00	1.92	1.92	1.92	1.52
11	3.36	3.36	3.36	0.84	0.84	0.84	0.00	0.00	0.00	2.11	2.11	2.11	1.58
12	3.38	3.38	3.38	0.91	0.91	0.91	0.00	0.00	0.00	3.17	3.17	3.17	1.87
13	3.48	3.48	3.48	1.10	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00	3.25	3.25	3.25	1.96
14	3.52	3.52	3.52	1.104	1.14	1.14	0.00	0.00	0.00	3.38	3.38	3.38	2.01
15	3.61	3.61	3.61	1.17	1.17	1.17	0.00	0.00	0.00	3.51	3.51	3.51	2.07
16	3.68	3.68	3.68	1.20	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58	3.58	2.12
17	3.75	3.75	3.75	1.21	1.21	1.21	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63	3.63	2.15
18	3.84	3.84	3.84	1.23	1.23	1.23	0.00	0.00	0.00	3.67	3.67	3.67	2.18
19	3.92	3.92	3.92	1.25	1.25	1.25	0.00	0.00	0.00	3.75	3.75	3.75	2.23
2020	3.94	3.94	3.94	1.33	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	3.85	2.28
21	3.97	3.97	3.97	1.48	1.48	1.48	0.00	0.00	0.00	3.87	3.87	3.87	2.33
22	3.98	3.98	3.98	1.53	1.53	1.53	0.00	0.00	0.00	3.91	3.91	3.91	2.36

Приток паводковых вод из водосбора в накопитель Сорбулак (таблица 5) происходит в марте. В соответствии с рекомендациями [1] принят для водохозяйственного расчета за период 1985 – 2000 гг. в качестве расчетного по метеорологическим параметрам.

Таблица 5 – Поступление сточных вод из канала очистных сооружений при НПУ = 622.00 м

Годы	Поступление по месяцам, м <sup>3</sup> /с												Ср. годов. расход, м <sup>3</sup> /с
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	
2007	2.41	2.41	2.41	2.89	2.89	2.89	2.57	2.57	2.57	4.00	4.00	4.00	2.97
2008	2.40	2.40	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89	2.89	2.89	1.32
2009	3.14	3.15	3.15	1.88	1.88	1.88	0.00	0.00	0.00	1.93	1.93	1.93	1.74
2010	3.35	3.35	3.35	0.81	0.81	0.81	0.00	0.00	0.00	1.92	1.92	1.92	1.52
2011	3.36	3.36	3.36	0.84	0.84	0.84	0.00	0.00	0.00	2.11	2.11	2.11	1.58
2012	3.38	3.38	3.38	0.91	0.91	0.91	0.00	0.00	0.00	3.17	3.17	3.17	1.87
2013	3.48	3.48	3.48	1.10	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00	3.25	3.25	3.25	1.96
2014	3.52	3.52	3.52	1.14	1.14	1.14	0.00	0.00	0.00	3.38	3.38	3.38	2.01
2015	4.50	4.50	4.50	2.25	2.25	2.25	0.00	0.00	0.00	4.30	4.30	4.30	2.76
2016	5.30	5.30	5.30	2.70	2.70	2.70	0.00	0.00	0.00	5.10	5.10	5.10	3.27
2017	6.10	6.10	6.10	3.05	3.05	3.05	0.00	0.00	0.00	5.90	5.90	5.90	3.76
2018	6.90	6.90	6.90	3.45	3.45	3.45	0.00	0.00	0.00	6.70	6.70	6.70	4.26
2019	7.70	7.70	7.70	3.85	3.85	3.85	0.00	0.00	0.00	7.50	7.50	7.50	4.76
2020	8.50	8.50	8.50	4.25	4.25	4.25	0.00	0.00	0.00	8.30	8.30	8.30	5.26
	9.30	9.30	9.30	4.65	4.65	4.65	0.00	0.00	0.00	9.10	9.10	9.10	5.76
	10.0	10.0	10.0	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	9.80	9.80	9.80	6.20

Батиграфическая характеристика накопителя основана на данных из 2-х источников:

- предварительных результатах батиграфических изысканий института гидрогеологии, выполненных в 2012 г.;
- материалах ДГКП «Тоспа Су», дополненных сведениями о фильтрационных потерях из накопителя, приведенных в [7].

По расчетам, для отметки уровня воды в накопителе МПУ = 622.0 м (площадь  $F_0 = 68.47 \text{ км}^2$ ) потери на фильтрацию составляют (1):

$$W_{\phi_0} = 3426 \text{ м}^3/\text{сут} = 0.104 \text{ млн.м}^3/\text{месяц}. \quad (1)$$

Считая величину среднемесячных потерь на фильтрацию линейной функцией от площади зеркала водохранилища, значения этих потерь определены по формуле (2):

$$W_{\phi_i} = \frac{W_{\phi_0}}{F_0} * F_i = 0.00152 * F_i \text{ млн.м}^3/\text{месяц} \quad (2)$$

Приток паводковых вод в период 1985 – 1992 гг. показан в таблице 6.

Таблица 6 – Приток паводковых вод

Годы наблюдений	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Годы расчета	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Сток, млн м <sup>3</sup>	3.00	2.44	2.42	4.40	3.46	3.01	3.49	3.45
Годы наблюдений	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Годы расчета	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сток, млн м <sup>3</sup>	2.23	2.24	3.45	2.82	3.34	3.54	2.87	3.38

В таблице 7 приведены результаты расчета величин "Испарение минус осадки" (мм) за период 1985 - 2000 гг.

Таблица 7 – Испарение минус осадки

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма
1985	-20	-32	-32	-19	65	125	176	144	173	18	43	-21	620
1986	-20	-24	-3	23	65	52	126	163	143	58	76	-6	653
1987	-13	-2	-1	-14	48	120	151	199	162	94	0	-20	724
1988	-54	-14	-56	-9	-46	89	101	163	118	11	50	-15	338
1989	-14	-12	6	-40	22	126	127	79	169	93	1	-37	520
1990	-14	-30	-14	-65	28	105	138	175	151	87	23	-27	557
1991	-23	-8	-34	-20	32	59	127	146	141	97	-27	-27	465
1992	-25	-47	-5	-79	-9	54	178	169	163	97	43	-5	534
1993	-15	-13	8	-45	48	122	154	174	137	118	13	-3	698
1994	-14	-34	-2	25	61	110	169	180	152	96	40	-31	752
1995	-5	-27	-6	-7	42	61	152	179	101	48	35	-34	539
1996	-25	-24	-18	57	100	92	178	165	150	50	56	-79	702
1997	-15	-12	-16	-15	-49	67	166	208	171	87	36	-33	595
1998	-28	-32	5	-66	40	43	163	196	115	58	41	-16	519
1999	-22	-24	-43	-36	26	98	181	165	162	112	27	-6	640
2000	-19	-4	-27	11	-16	96	117	136	152	100	43	-19	560

В таблице 8 приведена принятая в расчетах батиграфическая характеристика, при средней годовой оросительной норме брутто 7700 м<sup>3</sup>/га по месяцам [1].

Таблица 8 – Батиграфическая характеристика

Отметки, м	Объемы, млн м <sup>3</sup>	Площади, км <sup>2</sup>	Фильтр.потери, млн.м <sup>3</sup> /м
592.5	3.34	7.42	0.011
595.0	30.49	14.31	0.022
600.0	125.98	21.55	0.033
605.0	251.71	28.82	0.044
610.0	414.69	37.51	0.057
620.5	941.63	64.00	0.097
622.0	1040.980	68.47	0.1040

Годовое водопотребление по месяцам в % показано в таблице 9.

Таблица 9 – Распределение годового водопотребления по месяцам, %

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Ооктябрь	Год
1	13	21	25	21	14	5	100

Ранее выполненные расчеты прочности и устойчивости напорных сооружений накопителя Сорбулак показали, что существующая отметка гребня плотин  $H_{гр} = 624.00$  м по действующим нормативным документам РК [8] отвечает требованиям для нормального подпорного уровня (НПУ) при его отметке = 622.00 м. При этом еще существует сверхнормативный запас превышения гребня плотины на 0.7 м [7].

По этой причине рассмотрено два варианта водохозяйственного расчета:

1. для нормального подпорного уровня, принятого в настоящее время: НПУ = 620.5 м;
2. для прогнозного на ближайшую перспективу, вполне отвечающего всем критериям по надежности и ответственности, принятыми в нормативных документах РК, нормального подпорного уровня НПУ = 622.00 м, при этом форсированный (максимальный) подпорный уровень может быть принят на отметке МПУ = 622.70 м, что подтверждено выполненными расчетами.

#### *Анализ результатов водохозяйственных расчетов*

Выполненные водохозяйственные расчеты по двум вариантам приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты водохозяйственных расчетов

Наименование показателя	Ед. измер.	В а р и а н т ы р а с ч е т о в	
		1. НПУ = 620.50 м	2. НПУ = 622.00 м
Уровень мертвого объема	м	616.50	616.50
Полная емкость накопителя	млн м <sup>3</sup>	941.63	1040.98
Полезная емкость	млн м <sup>3</sup>	236.70	336.05
Площадь зеркала при НПУ	км <sup>2</sup>	64.00	68.47
Средняя глубина	м	14.71	15.20
Годовая аккумуляр. способность	млн м <sup>3</sup>	67.58	103.82
Годовая водоотдача	млн м <sup>3</sup>	59.00	82.42
Годовые потери на испарение	млн м <sup>3</sup>	34.61	34.81
Годовые потери на фильтрацию	млн м <sup>3</sup>	1.08	1.09
Площади орошения	тыс. га	7.66	13.48

Площади орошаемых земель определены для оросительной нормы  $q = 7700 \text{ м}^3/\text{га}$  в соответствии с рекомендациями ГПИ "Казгипроводхоз".

Результаты расчета показывают принципиальную приемлемость существующей технологии использования накопителя в общей системе водоотведения сточных вод г. Алматы для приема стоков в зимний период года с последующим использованием их на орошение в вегетационный период.

Моделирование этого режима для наиболее влажного периода по метеоусловиям (1985–2000 г.) доказывает надежность такой технологической схемы.

Реконструкция системы водоотведения стоков г. Алматы в первую очередь должна восполнить недостающие площади орошаемых земель до проектных значений.

Использование накопителя в режиме испарителя принятых стоков не только расточительно и неприемлемо с экологической точки зрения, но вполне может привести систему отвода стоков г. Алматы в опасное и нерабочее состояние.

Кроме того, расчеты убедительно показывают необходимость проведения в ближайшее время дополнительных исследований для пересмотра и утверждения величины нормального подпорного уровня (НПУ) на отметке = 622.00 м.

Это решение, без дополнительных материальных затрат, более, чем вдвое увеличит аккумулирующую способность накопителя, не отразится на прочности, устойчивости, надежности напорных сооружений накопителя Сорбулак и закрывает вопрос о сбросе сточных вод в р. Или.

Естественно, такое решение должно базироваться на уточненных расчетах и принятых в эксплуатацию массивах поливных земель, подконтрольных накопителю Сорбулак в количестве, обоснованном соответствующими исследованиями и проектными проработками.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Расширение накопителя Сорбулак. Водохозяйственные расчеты. Канализация/ ГПИ "Казводоканалпроект".- Алма-Ата.-1987
- [2] Программа водохозяйственных расчетов водохранилищ многолетнего регулирования "PRAVO". Описание применения. 589.249511.00001-02 31 01 /Казводоканалпроект.- Алма-Ата.- 1990
- [3] Кузнецов В.И., Голубаев В.С., Федорова Г.Г. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. - Л.: Гидрометеоздат.- 1969.- 85с.
- [4] Программа расчета испарения с поверхности водоемов. "NEVA". Описание применения. 589.249511.00016-01 31 01/ Казводоканалпроект.- Алма-Ата.- 1991
- [5] Методические указания по расчетам параметров водохозяйственных систем, режимов регулирования речного стока водохранилищами, составлению водохозяйственных балансов и анализу функционирования ВХС при разработках комплексного использования и охраны водных ресурсов (ИВН 33-5.1.07-87)/ Минводхоз СССР, ЦНИИКИВР, Союзводоканалпроект. -М.: Минводхоз СССР.-1987 -204 с.
- [6] Отчет РПГ "КазНИИ Экологии и Климата", по договору № 05-03-215 от 13.09.2011
- [7] Услуги по геофизическому обследованию тела дамбы №1 и №2 накопителя сточных вод Сорбулак: отчет о НИР/ ТОО Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.- Алматы, 2012.- 174 с.
- [8] СНиП РК 3.04-02-2008, п.5.12, ф.1

#### REFERENCES

- [1] Expansion storage device Sorbulak. Water management settlements. Sewer / GUI "Kazvodokanalproekt" .- Almaty. -1987
- [2] The program water farm settlements water reservoirs many years regulation "PRAVO". Description of application. 589.249511.00001-02 31 01 /Kazwaterkanalproject.- Almaty.- 1990
- [3] Kuznetsov V.I., Golubaev V.S., Fedorova G.G. Instructions on calculation of evaporation from surface of water bodies. - L. : Hydrometeorpub.- 1969.- 85с.
- [4] The program calculating evaporation from the surface water reservoirs. "NEVA". Description of application. 589.249511.00016-01 31 01/ Kazwaterkanalproject.- Almaty.- 1991
- [5] Methodical instructions on calculation parameters of water systems regimes regulation river flow water reservoirs, compiling water management balances and analysis functioning of the SEC at developing comprehensive use and protection of water resources (IVN 33-5.1.07-87) / MWR USSR CRICUWR, Unionwaterkanalproject. -M. : MWR SSSR 1987 -204 p.
- [6] Report of RGP "Kazakh scientific research institute of Ecology and Climate", by contract of 13.09.2011 № 05-03-215
- [7] Services on a geophysical survey of dam body №1 and №2 wastewater storage Sorbulak: research report / LLP Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Ahmedsafin.- Almaty, 2012.- p.174
- [8] SNIP RK 3.04-02-2008, Section 5.12, f.1

**«СОРБҰЛАҚ» КӨЛІ АҒЫНДЫ СУЛАРЫНЫҢ ТОҒАНЫНДАҒЫ  
СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ЕСЕПТЕУЛЕРІ****О. А. Калугин, Г. Л. Полумисков, Ш. Г. Құрманғалиева**

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** сумен қамтамасыз ету, су шаруашылығының есептеулері, ағынды сулар, Сорбұлақ су жинақтаушысы, батиграфикалық сипаттамалар, су қайтарымы

**Аннотация.** Сумен қамтамасыз етуде белгіленген дәйектілігі мен алдын-ала дайындалған тәртіптемесін көп жылдық мерзім кезінде пайдалану, суқойманың мүмкін болатын су қайтарымын анықтау үшін су шаруашылығының есептеулері мақалада келтірілген. Жасанды биологиялық және механикалық тазартулардан кейін, ұзындығы 45 км бағыттаушы арна бойынша келіп түсетін ағынды суларды жинақтаушы қабылдайды. Арна бойынша ағын түсімінің шығын есебі 12 м<sup>3</sup>/сек. құрайды.

Алматы қаласының ағынды суларын жалпы бұрып жіберу жүйесінде тоғанның негізгі жарамды бар технологиясын қолдану, қысқы мерзімде алынған су өсу мерзімінде жерді суландыру үшін қолданылуы есептеулердің нәтижесінде көрсетіледі. Қарапайым тірек деңгейінің (КТД) көлем белгісі= 622.00 м бекіту және жуық арада қосымша зерттеулерді жүргізудің қажеттілігін қайта қарау үшін есептеулер көрсетіледі.

Сорбұлақ ағынды сулары су қоймасының тікелей жағдайына бейімделген, су беті булануын көпшілік мақұлдаған есеп әдістемесі осы жұмыста пайдаланылған. "NEVA" бағдарламасы бойынша жинақтаушы су бетінің булану мөлшері анықталған. Бағдарлама мөлшерден басқа, қарастырылып жатқан тоған мен нақты аймаққа бейімделген есепті, метеорологиялық мәліметтерді орташа айлық мәнін бастапқы ақпарат қатарына кірістіруді қажет етеді. Кешенді зерттеулерді жүргізу үрдісі анықталған және су қойманың батиметриялық сипаттамалары анықталған болатын. «Тоспа Су» МКК ұсынылған мәліметтер жинақтаушының су қорын болжамдау есебі пайдаланылған. "PRAVO" бағдарламасы су шаруашылығының есебі үшін қолданылды, яғни пайдалы су жинағыш және тазарту құрылыстарынан келіп түсетін ағын, су қойманың көпжылдық реттеуін күнтізбелік қатары бойынша орташа айлық мәні гидрометеорологиялық элементтер ағынның көктемгі су тасу, жауын-шашын, булану, фильтрлеу жұмыстарын үлгілейді.

*Поступила 21.07.2015 г.*

## Памяти ученого

---



**АВДЕЕВ Александр Васильевич**  
(1935–1998)

**Авдеев Александр Васильевич** – Известный геолог, доктор г.-м. наук, член Международной ассоциации палеонтологов, член Комиссии планетологии СССР.

В этом году 26 августа исполнилось 80 лет со дня рождения Авдеева Александра Васильевича. Родился он в Андижане (Узбекистан), где закончил школу с Золотой Медалью. В 1953 г. он поступил в Ленинградский Горный Институт. Все годы учебы в этом прославленном учебном заведении прошли рядом. Мы гордились, что являлись студентами этого Высшего Учебного Заведения, созданного по указу Императрицы Екатерины Второй в 1773 г. Как можно видеть, институт готовит горных инженеров более 240 лет.

Уже первые сессии показали, что Александр Авдеев был самым способным, самым талантливым студентом на всем нашем курсе. Всех нас особенно поражала его уникальная память. Он был для всех нас настоящей ходячей энциклопедией. Так вот: первая сессия. Контингент студентов – в основном золотые и серебряные медалисты ленинградских, реже – московских школ. Такой состав студенчества в те годы объяснялся высокой престижностью геологической специальности. Александр Васильевич – не столичный житель. Он окончил школу в далеком южном Андижане. Первую экзаменационную сессию на одни пятерки сдал только Авдеев.

А. В. Авдеев с детства увлекался геологической литературой и камнями и в Горный институт пошел по призванию. Он был рожден геологом. И он стал геологом высочайшего класса. В 1958 году Александр Васильевич окончил институт с отличием и получил направление на работу в Агадырскую группу съемочных партий Центрально-Казахстанского геологического управления, созданную на базе Центрально-Казахстанской экспедиции ВСЕГЕИ под руководством А. С. Кумпана. Его коллегами были опытные талантливые геологи-съемщики – Ю. П. Ненашев, В. Д. Вознесенский, Е. В. Альперович и др., работа на геологической съемке с которыми была прекрасной производственной школой. А. В. Авдеев быстро выдвинулся, как авторитетный, эрудированный

специалист, что вызывало огромное уважение окружающих. Он отличался глубиной и широтой интересов ко всем геологическим явлениям и находил нестандартные решения проблем. Примером этому может быть статья А. В. Авдеева «О кольцевых структурах магматических комплексов», опубликованная в журнале «Советская геология», № 10 за 1965 год. Это был прорыв в геологии, хотя статью писал рядовой геолог одной из многочисленных производственных геологических организаций. А. В. Авдеев показал широкое развитие кольцевых магматических структур – следов палеозойского вулканизма на огромных просторах Казахстана. Статья эта на многие годы стала путеводной для всех, кто занимался палеовулканизмом и не только в Казахстане.

В 1973 г. в журнале Известия АН КазССР, серия геология № 2, А. В. Авдеев опубликовал статью «К проблеме галактической геохронологии». В этой совершенно неординарной статье было установлено соответствие продолжительности тектономагматических циклов солнечному галактическому году, т.е. периоду обращения Солнечной системы вокруг центра Галактики. Это означало, что задача тектономагматической периодизации истории Земли перерастает в задачу создания галактической геохронологии, требующую рассмотрения процесса развития Земли как космического тела, начиная с момента ее образования. Основываясь на данных о великих оледенениях Земли и многочисленных радиологических датировках, А. В. Авдеев рассчитал траекторию движения Солнца в Галактике и представил ее на специальной диаграмме в виде закручивающейся спирали. Спираль расчленяется на отдельные витки, в каждом из которых допускается равномерное движение Солнечной системы. Отдельным виткам соответствуют галактические эры. Главным следствием движения Солнечной системы по закручивающейся спирали является акселерация событий, которые с полным правом можно считать космическими.

Обширную выдержку из упомянутой статьи А. В. Авдеева приводит в своей фундаментальной монографии «Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений)» уральский геолог-съемщик с сорокалетним стажем, Г. Н. Кузовков (Екатеринбург, 1998). Опираясь на построения А. В. Авдеева, он пишет: «Вполне понятно, что движение потока вещества по закручивающейся спирали помимо уменьшения длительности галактического года должно приводить к уменьшению расстояния между отдельными телами и увеличению плотности потока, следствием чего может быть «акселерация» событий. Исходя из сказанного, частота космических катастроф со временем должна увеличиваться, а не уменьшаться».

В 1965 году талантливого геолога А. В. Авдеева заметил в Алма-Ате академик Р. А. Борукаев и пригласил на работу в Институт Геологических Наук им. К. И. Сатпаева. Здесь в 1968 году Авдеев защитил кандидатскую диссертацию «Геология и магматизм Атасу-Жамшинского водораздела (Центральный Казахстан)». Вскоре после этого Авдеев увлекся новой геологической концепцией, основные идеи которой были разработаны американскими, английскими и французскими геологами в шестидесятых-семидесятых годах прошлого столетия – Тектоникой Плит. Теперь во многих районах Казахстана он впервые по-новому интерпретирует стратиграфию и структуру сложнодислоцированных комплексов срединных массивов и офиолитовых зон, детально разрабатывает вопросы петрологии и петрографии поддвиговых метаморфитов. Выделяет главные палеозойские офиолитовые зоны Казахстана, подтвержденные обнаруженной им типичной океанической триадой с реликтовой мощностью 3–5 км. Как пример геодинамических зон Казахстана, он детально разрабатывает геодинамическую модель Сакмарской зоны – модель первоначального рифтогенеза континентальной коры, спрединга с образованием океанической коры, с ее последующим затоплением в условиях попеременной двусторонней субдукции, шарьирования осадков и возникновения офиолитовых зон и ранних островных дуг. Свои исследования он оформляет как докторскую диссертацию, успешно защищенную им в 1986 году в Институте геологии и геофизики СО АН СССР в г. Новосибирске с представлением первой Геологической Карты Казахстана, основанной на идеях Новой Глобальной Тектоники. Это была полностью новаторская, современная и очень крупная работа. Она отличалась строгой логикой всех построений, охватывала огромную массу геологического материала и наблюдаемых данных, в ней широко использовалась совершенно новая для того времени терминология. Основные положения диссертации докладывались Авдеевым на многих геологических совещаниях и симпозиумах, в том числе и на XXVII сессии Международного геологического конгресса в Москве в 1984 году.

В последние годы жизни А. В. Авдеев перенес свои интересы на планетологические аспекты земного корообразования и вскоре стал известным и авторитетным специалистом в этой области среди ученых многих стран.

К сожалению, талантливейший геолог Александр Васильевич Авдеев рано ушел из жизни. Он умер в 1998 г., в возрасте 63 лет. Светлая память о нем живет в наших сердцах все эти годы и будет сопровождать нас до конца наших дней.

#### **Основные научные труды:**

Авдеев А.В. О кольцевых структурах магматических комплексов. Сов. Геология. М., 1965, N 10, с. 52-66.

Авдеев А.В. К проблеме генезиса и развития континентальных кор планет земной группы. – Изв. АН КазССР. Серия геол. Алма-Ата, 1974, N6, с. 71-83.

Авдеев А.В. (в соавторстве с Абдулиным А.А. и Сеитовым Н.С.) Тектоника Сакмарской и Орь-Илекской зон Мугоджар. Алма-Ата. Наука, 1977, 240с.

Авдеев А.В. (в соавторстве с Абдулиным А.А.) О механизме тектоники плит в докембрии. – Докл. К 26 МГК. Докембрий. М., 1980, с. 101-108.

Авдеев А.В. Офиолитовые зоны и история геологического развития территории Казахстана с мобилистских позиций. Сов. Геология. М., 1984, N4, с 63-72.

Авдеев А.В. Поддвиговые метаморфиты офиолитовых зон Казахстана. В кн.: Тез. Докл. 27 МГК. М., 1984, т. III, с. 110-111.

Авдеев А.В. Планетологические аспекты земного корообразования. – В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия. М., 1984, вып. 9, с. 89-97.

Авдеев А.В., Ковалев А.А. . Возможности использования мобилистской модели развития территории Казахстана для металлогенического анализа. В сборнике «Геодинамические модели некоторых нефтегазоносных и рудных районов». Л., 1987, с. 74-82.

Авдеев А.В., Ковалев А.А. Офиолиты и эволюция юго-западной части Урало-Монгольского складчатого пояса. М., МГУ, 1989, 229 с., главы 6 и 7, с. 188-220.

*Зейлик Б.С., доктор г.-м. наук,  
Борукаева М.Р., кандидат г.-м. наук*



**ПАНКРАТОВА Нелли Леонидовна**  
(15.05.1935 – 26.06.2015)

26 июня этого года, после тяжелой и продолжительной болезни, скончалась научный сотрудник Института геологических наук им. К. И. Сатпаева, крупный ученый и специалист в области геологии и металлогении Казахстана, кандидат геолого-минералогических наук - Панкратова Нелли Леонидовна.

Родилась она 15 мая 1935 г. в г. Алматы. В 1953 г., после окончания школы, поступила в Казахский Государственный Университет. После завершения учебы, в 1958 г., получила специальность инженера-геолога-разведчика. С этого же года началась ее профессиональная деятельность. Она поступила на работу в Казахский научно-исследовательский институт минерального сырья, где специализировалась в области петрографии и минералогии древних метаморфических и магматических образований Северного Казахстана.

С 1967 по 1970 гг. Нелли Леонидовна прошла учебу в очной аспирантуре при Казахском политехническом институте. После ее окончания продолжила исследования в секторе медно-порфировых руд КазНИИМСа. Была ответственным исполнителем темы: «Изучение закономерностей размещения проявлений меди в Северном Прибалхашье с целью крупномасштабного прогнозирования». В марте 1972 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию на актуальную тему: «Щелочно-ультраосновной комплекс Кокчетавской глыбы и его полезные ископаемые».

Дальнейший период (с 1973 г. по 2015 г.) научной деятельности Нелли Леонидовны связан с Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева, где проработала около 45 лет. Будучи активным и инициативным исследователем, ею единолично и в соавторстве опубликовано в отечественных и зарубежных изданиях свыше 70 научных статей и тезисов, написано и защищено более 40 научных отчетов.

В изданных работах изложены основные результаты научных исследований по изучению петрологии и минералогии магматических хромитовых и железных руд, скарново-магнетитовых и железомарганцевых месторождений в различных регионах Казахстана, на высоком уровне освещены вопросы минералогии, петрологии и филогении скарново-магнетитовых руд и вмещающих интрузивных пород, условия образования железорудных и других чернометалльных формаций, закономерности их размещения.

Выявленные петрологические и минералогические особенности интрузивных массивов, вмещающих пород, метасоматитов и руд месторождений черных металлов использованы в

создании новых и обновленных геолого-генетических моделей крупнейших промышленных месторождений хромитов и железных руд Казахстана. При этом, особое внимание ею уделено петрологическим особенностям и оценке перспектив магматических руд черных металлов и платиноносности мафит-ультрамафитовых плутонов Уральской складчатой системы (Мугоджар).

Нелли Леонидовна – исключительно компетентный и высококвалифицированный специалист в области металлогении, геологии и петрологии рудоносных магматических и метаморфических формаций. Специфика ее научной деятельности - в совмещении металлогенических и минералого-геохимико-петрографических методик исследования рудоносных пород и ассоциирующих с ними рудных и метасоматических парагенезов. Подобное совмещение дало эффективные результаты в разработке геолого-петролого-геодинамических моделей образования контакто-скарно-метасоматических и гидротермально-метасоматических месторождений.

Она длительное время исследовала геологию, петрологию и магматизм уникальной Торгайской железорудной провинции, что способствовало установлению условий формирования скарно-магнетитовых руд торгайского типа.

Детальными петрографическими исследованиями была выявлена специфика магматизма Валериановской зоны. Большое практическое значение имело ее обобщение золотоносности железистых кварцитов Приаральского (Кокбулакского) района.

До 2008 года она была ответственным исполнителем многочисленных тем по черным металлам, организовывала и проводила полевые и камеральные работы, всегда завершавшиеся научными отчетами, оцениваемыми рецензентами очень высоко.

В последние годы Нелли Леонидовна принимала активное участие в научно-технической программе по теме: «Поиск, оценка и выявление новых перспективных месторождений редких и редкоземельных металлов».

На протяжении всей своей профессиональной деятельности Нелли Леонидовна проявляла удивительное и завидное трудолюбие и работоспособность.

Ее знали и продолжают помнить как прекрасного геолога металлогениста, талантливого исследователя и специалиста по геологии, петрографии и рудоносности офиолитовых комплексов платформенных областей и складчатых систем Казахстана. Она всегда являлась примером высокой нравственности и истинного служения профессиональному долгу.

Все научные достижения Нелли Леонидовны Панкратовой, как и ее светлый образ человека кристально честного, благожелательного, скромнейшего в личной жизни, навсегда сохранятся в наших сердцах.

*Редколлегия.  
Коллеги и друзья.*

## Вышли в свет

---

---

УДК 549 (574)  
ББК 26.31  
М 61

**Минералы Казахстана Т. III: Галогениды.** Главный редактор Н.К. Кудайбергенова / Сост.: Н.К. Кудайбергенова, М.М. Стецюра. – Алматы, 2014. 124 с.

**Минералы Казахстана Т. IV: Ч. I. Простые окислы.** Главный редактор Н.К. Кудайбергенова / Сост.: Н.К. Кудайбергенова, М.М. Стецюра. – Алматы, 2014. 144 с.

**Минералы Казахстана Т. IV: Ч. II. Сложные окислы. Гидроокислы.** Главный редактор Н.К. Кудайбергенова / Сост.: Н.К. Кудайбергенова, М.М. Стецюра. – Алматы, 2014. 236 с.

Казахстан является одним из уникальных регионов Мира, где своеобразие геологического строения создало условия не только для формирования многочисленных месторождений, но и определило разнообразие их минерального состава. «Недра, богатые полезными ископаемыми, являются естественным природным преимуществом государства и должны служить для обеспечения благосостояния народа», отмечено в «Концепции развития геологической отрасли Республики Казахстан до 2030 г.». Наша Республика, как динамично развивающееся современное государство, стоит перед насущной необходимостью дальнейшего всестороннего развития отечественной науки в целом и геологической в частности. И «сегодня наступает то время, когда именно учёные, исследователи и научные работники должны внести самый решающий вклад в развитие Казахстана» (Из выступления Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева на Форуме ученых Казахстана 01.12.2011).

В такой обстановке, естественно, возрастает роль учреждений, научно систематизировано концентрирующих эталоны горных пород, руд, минералов и окаменелостей, значение которых в полной мере будет, несомненно, оценено и в будущие времена. Поэтому в современных условиях значимость Геологического научно-систематизированного коллекционного фонда ТОО «ИГН им. К. И. Сатпаева», где сосредоточены ценные каменные фактические материалы по геологии и минеральным ресурсам Казахстана, с каждым годом возрастает. Именно здесь с 1942 г. по инициативе и при непосредственном участии академика К.И. Сатпаева началась работа по научной систематизации и постоянному пополнению комплекса эталонов горных пород, руд и минералов с территории РК. В настоящее время в Геологическом научно-систематизированном коллекционном фонде ТОО «ИГН им. К. И. Сатпаева» сконцентрировано около 60 000 эталонных экспонатов только с территории Казахстана, многие из которых являются редкими природными феноменами. Этот коллекционный фонд является научной ценностью мировой и государственной значимости, обеспечивающей дальнейшее развитие знаний об условиях формирования, вещественном составе и технологических свойствах полезных ископаемых Казахстана. И сегодня уникальное в научном плане наследие ученых-геологов нашей Республики является не только предметом особой гордости казахстанцев, но и возлагает на нас серьезную ответственность по его сохранению, приумножению и научному исследованию.

Поэтому составление впервые в Республике такого обобщающего энциклопедического издания по минералам Казахстана классов галогениды, окислы и гидроокислы является необходимым для конкретизации и выявления будущих перспективных направлений системного познания мира минералов.

В изданных в 1989 и 1990 гг. двух томах «Минералы Казахстана» под редакцией Х. А. Беспяева, З. А. Козловской, Н. М. Митряевой впервые были систематизированы сведения о самородных элементах, интерметаллидах, карбидах, арсенидах, антимонидах, простых сульфидах (первый том), а также сложных сульфидах, селенидах и теллуридах (второй том) Казахстана.

III том «Галогениды», IV том Ч. I. Простые окислы и Т. IV: Ч. II. Сложные окислы. Гидроокислы. серии «Минералы Казахстана» является дальнейшим продолжением отмеченных выше научно-монографических обобщающих трудов с дополнениями, продиктованными современным уровнем знаний. Так минералы классифицированы в соответствии с систематикой (иерархией уровней), утвержденной ММА (ИМА) – Международная минералогическая ассоциация (International Mineralogical Association) в 2009 году (Миллс и др., 2009), названия и классификация горных пород приведены в соответствии с Петрографическим кодексом России (2009) и т.д.

В результате приведены научные данные по морфологии, физическим и оптическим свойствам, составу, структуре, парагенетическим ассоциациям, условиям образования, изменениям при метаморфизме и гипергенезе 36 минералам и минеральным разновидностям галогенидов, 73 простых окислов, 109 сложных окислов и 23 минералам класса гидроокислов исследованным в разные годы на месторождениях Казахстана различных генетических типов.

Научное издание снабжено многочисленными цветными фотографиями эталонных образцов из Геологического научно-систематизированного коллекционного фонда ТОО «ИГН им. К. И. Сатпаева», а также тоновыми иллюстрациями, полученными в результате микроскопических исследований и рентгеноструктурных микроанализов.

Такая энциклопедическая литература предназначена для специалистов в области геологии, минералогии, металлогении, геохимии, технологии обогащения и металлургической обработки минерального сырья, а также как учебное пособие для студентов технического профиля и направлена на популяризацию наследия учёных Казахстана и природных богатств нашего региона. Однако, такой нужный и интересный 3-томный энциклопедический сборник о минералах Казахстана, к сожалению, выпущен тиражом всего 50 экземпляров, что явно недостаточно.

Работа выполнена под руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора Н. К. Кудайбергеновой научным коллективом сектора систематизации минеральных эталонов Казахстана ТОО «ИГН им. К. И. Сатпаева» при поддержке гранта № 0519 Комитета науки МОН РК (Министерство образования и науки Республики Казахстан) за 2012-2014 гг.

*Стецюра М.М.*

## МАЗМҰНЫ

### Аймақтық геология

<i>Степанец В.Г.</i> Солтүстік Балхаш манының төменгі палеозой «офиолиттері» геологиялық тарихта мұхиттық қыртыстың құрамын көрсетпейді.....	5
<i>Скринник Л.И., Гадеев Р.Р., Умарбекова З.Т., Первозов С.В.</i> Солтүстік Тянь-Шань интрузиялық түзілімдерін жіктеу мәселелері.....	29

### Минерагения, болжамдар, перспективалар

<i>Сейтмұратова Э.Ю., Горяева В.С., Диаров А.Б., Аршамов Я.К., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.О., Парфенова Л.П., Жакупова Ш.А.</i> Жоңғар-Балхаш қатпарлы белдемінде эпиптермалды алтын-кенті кенденуді қайта зерттеу және бағалау бойынша бағытты жұмыстардың алғашқы нәтижелері жайлы.....	41
<i>Зейлик Б.С.</i> Жаңа көмірсүтек кенорындарын мүмкін кенті объектілерді іздеу мақсатымен Батыс Сібір мұнайгазды бассейнінің (Солтүстік Қазақстан) оңтүстік бөлігіне болжамдық аудандастыру.....	64

### Минералогия

<i>Павлова З.Н., Омарбекова А.Е., Левин В.Л., Котельников П.Е.</i> Висмут сульфотеллуридтерінің жаңа түрлері ( $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$ ).....	76
<i>Бекенова Г.К., Кусаинов Ж.Ж., Слюсарев А.П., Левин В.Л., Саматов И.Б., Жексембекова Д.Б., Кусенова А.С.</i> Қараоба кенорнындағы (Орталық Қазақстан) кроншtedтит.....	80
<i>Байбатша Ә.Б., Дюсембаева К.Ш., Маманов Е.Ж.</i> «Қараторғай» мыс-никель кенбілінімі рудасының минералогиясы.....	90

### Гидрогеология

<i>Ерікулы Ж., Жапарханов С.</i> Ақтоғай мыс кенорнының ашық қазба орнына су ағысын болжау (Шығыс Қазақстан).....	96
<i>Калугин О.А., Кан С.М., Тлеуова Ж.Т.</i> Оңтүстік Қазақстанның термоминеральді суларының қазіргі жағдайының кейбір ерекшеліктері.....	105

### Әдістеме

<i>Калугин О.А., Полумисков Г.Л., Құрманғалиева Ш.Г.</i> «Сорбұлақ» көлі ағынды суларының тоғанындағы су шаруашылығының есептеулері.....	110
--	-----

### Ғылыми еске алу

Авдеев Александр Васильевич (80 жыл толуына орай).....	120
Панкратова Нелли Леонидовна.....	123

### Жарыққа шықты

Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М. Минералы Казахстана Т. III: Галогениды.	
Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М. Минералы Казахстана Т. IV: Ч. I. Простые окислы.	
Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М. Минералы Казахстана Т. IV: Ч. II. Сложные окислы. Гидроокислы.....	125

## СОДЕРЖАНИЕ

### Региональная геология

<i>Степанец В.Г.</i> «Офиолиты» нижнего палеозоя Северного Прибалхашья не отражают состав океанической коры геологического прошлого.....	5
<i>Скрынник Л.И., Гадеев Р.Р., Умарбекова З.Т., Перезовов С.В.</i> Вопросы расчленения интрузивных образований Северного Тянь-Шаня.....	29

### Минералогия, прогнозы, перспективы

<i>Сейтмуратова Э.Ю., Сайдашева Ф.Ф., Горяева В.С., Диаров А.Б., Ариамов Я.К., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.О., Парфенова Л.П., Жакупова Ш.А.</i> О результатах первых целенаправленных работ по доизучению и оценке эпитермального золото-серебряного оруденения Жонгаро-Балхашской складчатой системы.....	41
<i>Зейлик Б.С.</i> Прогнозное районирование южного фланга Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна (Северный Казахстан) с целью поисков новых месторождений углеводородов и рудных объектов.....	64

### Минералогия

<i>Павлова З.Н., Омарбекова А.Е., Левин В.Л., Котельников П.Е.</i> Новая разновидность сульфотеллурида висмута $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$ .....	76
<i>Бекенова Г.К., Кусаинов Ж.Ж., Слюсарев А.П., Левин В.Л., Саматов И.Б., Жексембекова Д.Б., Кусенова А.С.</i> Кронштедтит из месторождения Караоба (Центральный Казахстан).....	80
<i>Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Маманов Е.Ж.</i> Минералогия руд медно-никелевого рудопроявления «Караторгай».....	90

### Гидрогеология

<i>Ерікулы Ж., Жапарханов С.</i> Прогнозирование водопритоков в горные выработки Актогайского меднорудного месторождения (Восточный Казахстан).....	96
<i>Калугин О.А., Кан С.М., Тлеуова Ж.Т.</i> Некоторые особенности современного состояния термоминеральных вод Южного Казахстана.....	105

### Методика

<i>Калугин О.А., Полумисков Г.Л., Курмангалиева Ш.Г.</i> Водохозяйственные расчеты накопителя сточных вод – озера «Сорбулак».....	110
---	-----

### Памяти ученого

<i>Авдеев Александр Васильевич (К 80-летию со дня рождения)</i> .....	120
<i>Pankratova Nelli Leonidovna</i> .....	123

### Вышли в свет

<i>Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М.</i> Минералы Казахстана Т. III: Галогениды.	
<i>Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М.</i> Минералы Казахстана Т. IV: Ч. I. Простые окислы.	
<i>Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М.</i> Минералы Казахстана Т. IV: Ч. II. Сложные окислы. Гидроокислы.....	125

## CONTENTS

**Regional geology**

<i>Stepanets V.G.</i> «Ophiolites» lower paleozoic northern Balkhash not reflect the composition of the oceanic crust geological past.....	5
<i>Skrinnik L.I., Gadeev R.R., Umarbekov Z.T., Perevozov S.V.</i> Issues of dismemberment intrusive formations of the Northern Tien Shan.....	29

**Metallogeny, forecasts, perspectives**

<i>Sejtmuratova E.Yu., Gorjaeva V.S., Diarov A.B., Arshamov Ja.K., Baratov R.T., Dautbekov D.O., Parfenova L.P., Zhakupova Sh.A.</i> On the results of the first purposeful work to study and evaluate the epithermal gold-silver mineralization Zhongar Balkhash-fold system.....	41
<i>Zeilik B.S.</i> Predicted zoning southern flank of West Siberian petroleum basin (Northern Kazakhstan) to search for new hydrocarbon deposits and ore mineral objects.....	64

**Minerology**

<i>Pavlova Z.N., Omarbekova A.E., Levin V.L., Kotelnikov P.E.</i> New species of bismuth's sulfotellurite $\text{Bi}_3\text{TeS}_3$ .....	76
<i>Bekenova G.K., Kusainov Zh.Zh., Slyusarev A.P., Levin V.L., Samatov I.B., Zheksembekova D.B., Kusenova A.S.</i> Cronstedtite from Karaoba deposit (Central Kazakhstan).....	80
<i>Baibatsha A.B., Dyusembaeva K.Sh., Mamanov E.Zh.</i> Mineralogy of ores of copper-nickel ore occurrences «Karatorgai».....	90

**Hydrogeology**

<i>Yerikuly Zh., Zhaparhanov S.</i> Predicting water inflows in the mine workings of Aktogay copper deposit (Eastern Kazakhstan).....	96
<i>Kalugin O.A., Kan S.M., Tleuova Zh.T.</i> Some features modern state of thermal mineral waters of Southern Kazakhstan.....	105

**Methods**

<i>Kalugin O.A., Polumiskov G.L., Kurmangaliyeva Sh.G.</i> Water farm settlements the storage device wastewater – lake Sorbulak.....	110
--	-----

**In Memory of Scientists**

Avdeev Aleksandr Vasil'evich (the 80-th anniversary).....	120
Pankratova Nelli Leonidovna.....	123

**Was published**

Kudajbergenova N.K., Stecjura M.M. Minerals of Kazakhstan. Vol. III: Galogenidy.	
Kudajbergenova N.K., Stecjura M.M. Minerals of Kazakhstan. Vol. IV: Part. I. Simple oxides.	
Kudajbergenova N.K., Stecjura M.M. Minerals of Kazakhstan. Vol. IV: Part. II. Difficult oxides. Hidrookisly.....	125

### **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

*Верстка Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 01.10.2015.  
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
8,2 п.л. Тираж 300. Заказ 5.