

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

**1 (415)**

ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2016 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2016

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 ең 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, 2016

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, 2016

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 1, Number 415 (2016), 102 – 107

**ABOUT MODERN TECHNOLOGY FIELD GEOPHYSICAL  
RESEARCH AREAS SULFIDE MINERALIZATION  
IN WESTERN KAZAKHSTAN**

**A. Sharapatov, M. Shayahmet, Ya. K. Arshamov**

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

E-mail: sharapatovich@mail.ru

**Keywords:** paleovolcano, electromagnetics, induced polarization geophysical inversion, forward-looking objects.

**Abstract.** The article represents the results of the studying of sulfide mineralization by using electrical surveying in the West greenstone zones South Mugalzhar area - by using methods of induced polarization and resistivity (IP) in the modification of "dipole-dipole". In order to justify the choice of the contours of geological objects and formulation of IP method, analyzing the results of previous geological, geophysical (petrophysical), geochemical and drilling studies were involved.

Further article provides the information about applied IP methodology and field equipment of electrical surveying. Moreover, outlined the aim, methodology and technology of topographical work. The values of survey grid and measurement system, adopted in accordance with size of the spatial position of studying objects. These include the direction of the profile, stations distance, amount of transmitting and receiving electrodes, and distance between them, the reading time intervals and others.

It describes the sequence of application of modern software packages for IP data processing, interpretation and visualization. In detail reviewed the sequence of obtaining geophysical sections. Furthermore, study covers existing issues of inverse problem calculation and how to obtain highly effective results of geophysical data interpretation.

The results are obtained by use of gravimetric, magnetic, geochemical and drilling data and visualized in form of geophysical sections, highlighting the spatial position of ore-prospective objects.

УДК 550. 83:553.061.2(574.1)

**О СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛЕВЫХ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЧАСТКОВ  
СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

**А. Шарapatov, М. Шаяхмет, Я. К. Аршамов**

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,

Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** палеовулкан, электроразведка, вызванная поляризация, геофизическая инверсия, рудоперспективные объекты.

**Аннотация.** Изложены особенности геологического строения района исследования, критерии выбора участков и прогнозных объектов для изучения электроразведкой, данные по методике проведения и аппаратуре полевых работ методом вызванной поляризации и сопротивлений (ВП) в модификации «диполь-диполь», а также программные средства для обработки и интерпретации данных ВП. Результаты, полученные с привлечением материалов гравиразведки, магниторазведки, геохимии и бурения, показаны в виде геофизических разрезов с выделением рудоперспективных объектов.

Территория исследования находится в пределах Западной зеленокаменной зоны Южного Мугалжара. В геологическом строении района принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования нижнего и среднего девона, осадочные породы среднего и верхнего девона, нижнего карбона и верхней перми, образующие домезозойский фундамент. Петрофизические (плотность, магнитная восприимчивость) свойства выходов пород фундамента и характер их отражения в гравимагнитных полях приведены в таблице 1. Породы фундамента участками перекрыты образованиями древней коры выветривания и породами покровного комплекса, сложенного осадочными образованиями мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов [1].

Таблица 1 – Физические свойства выходов пород фундамента с дополнением по [2]

№ п/п	Свита, ярус	Состав толщ	Физические свойства горных пород		Характер изменения гравитационного / магнитного полей
			плотность, г/см <sup>3</sup>	магн. воспр. 10 <sup>-6</sup> ед. СГС	
1	Мугоджарская толща (D <sub>1-2</sub> mg)	базальты, реже андезито-базальты с прослоями вулканического стекла, яшмоидов и кремнистых сланцев	2,35-3,20	4-2960	положительное, в зонах тектоническ. нарушений – отрицательное / положительное
2	Куркудукская толща (D <sub>2</sub> kr)	андезито-базальты, реже андезиты с прослоями кремнистых сланцев, яшм	2,5-2,9	0,7-530	в основном положительное / в основном положительное
3	Миляшинская толща (D <sub>2</sub> ml)	базальты, андезито-базальты, андезиты с прослоями кремнистых сланцев, яшм, туффитов, алевролитов	2,03-3,05	2-1800	мозаичные / спокойное, знакопеременное
4	Шулдакский горизонт (D <sub>2</sub> sl)	Кремнистые породы на андезито-базальтах	2,5-2,74	0-2900	–
5	Гравелито-конгломератовая толща (D <sub>3</sub> gk)	Конгломераты с прослоями гравелитов	2,43-2,70	2-670	–
6	Верхний девон – турнейский ярус нижнего карбона, зилаирская свита (D <sub>3</sub> C <sub>1</sub> zl)	аргиллиты, известковистые алевролиты, алевропесчаники, песчаники, гравелиты, конгломераты	2,30-2,68	0-20	–

Для выделения контура площади и обоснования применяемой на ней модификации электроразведочного метода проводился анализ геолого-геофизических, геохимических работ прошлых лет и физических свойств горных пород района. Выявлено, что основным геологическим фактором для изучения является наличие палеовулкана, как рудоносной системы, в разных местах жерловой и краевой части которого откартированы штокообразные тела габброидов, гранит-порфиров. Комплексное изучение пространственных положений геохимических ореолов, результатов интерпретации гравимагнитных полей, а также электрических свойств горных пород района (таблица 2) позволило определить целесообразность постановки на данных участках электроразведочных работ методом вызванной поляризации (ВП) в модификации «диполь-диполь» с глубиной оценки до 700 м, широтными профилями с шагом 200-400 м.

Пространственные (глубинные) положения рудоперспективных объектов и исследуемых сред для изучения методом ВП определены, в частности, по результатам работ геолога Ниеткалиева А.К. (1998 г.), указавшего в пределах указанной глубины несколько горизонтов сульфидной минерализации с повышенными содержаниями меди 0,05-0,2% (геохимические пробы со скважин). Проведенная им интерпретация геолого-геофизических данных позволяет судить о том, что в пределах характерных комплексных аномалий возможно нахождение линзовидной залежи колчеданных руд, отложенных гидротермально-осадочным путем (компенсация) во внутрижерловой кальдере палеовулканического аппарата на глубинах 500-700 м, с каналом гидротерм в центральной части. Центры избыточных масс, подсчитанные по данным гравиметрической съемки геофизиком

Таблица 2 – Физические свойства пород района (по Попкову В. Н. 1987 г.; Писаренко В. Н. 2007 г., 2008 г.)

№ п/п	Название пород	Поляризуемость, %			
		кол-во обр.	мин.	макс.	средн.
1	Сланец	36	0,5	39,6	8,82
2	Песчаник	9	1,73	14	7,2
3	Амфиболит	1	–	–	0,52
4	Катаклазит	11	0,64	18,5	3,9
5	Альбит	1	–	–	0,66
6	Брекчия	–	–	–	–
7	Туфобрекчия	–	–	–	–
8	Базальтовый витрокластический туф	3	0,49	8,78	3,83
9	Туф основного состава	1	–	–	0,57
10	Кластолава	1	–	–	13
11	Габбро	73	0,26	15,7	1,43
12	Диорит	72	0,4	20,4	2,5
13	Базальт	36	0,35	31	4,53
14	Гранит	9	1	19,4	7,26
15	Порфирит	7	0,53	14,2	4,55
16	Диабаз	5	0,64	1,94	1,3
17	Серпентинит	5	0,24	1,22	0,81
18	Плагиогранит	5	0,44	1,62	0,8
19	Метасоматит	108	0	19,8	6
20	Вторичный кварцит	10	0,89	35,5	8,2
21	Роговик	2	0,5	0,59	0,54
22	Скарн	2	0,66	31,8	16,23
23	Плагиоклаз-хлоритовая порода	2	0,3	1,92	1,11
24	Эпидотизированная порода	–	–	–	–
25	Биотит-гранатовая порода	3	0,89	12,6	5,03
26	Березит	–	–	–	–
27	Биотит-гранатовый микросланец	–	–	–	–
28	Милонит	35	0,31	62,9	13,1

Тарасовой Л.И., расположены на глубинах 555, 640 м, в плане форма предполагаемой залежи изометричная, размером 700x800 м, залегание субгоризонтальное с незначительным наклоном к центру. Таким образом, параметры сети наблюдения и методика проведения электроразведочных работ ВП определялись характером геологического задания и размерами изучаемых объектов по глубине и простиранию. Данная зависимость позволяет оптимизировать объем выполняемых полевых измерительных работ.

Проложение профилей, плановая и высотная привязка пунктов наблюдений выполнялись с использованием спутниковой системы позиционирования GNSS. Система состоит из двухчастотных приемников Trimble-5700 (R-7), 1 – базовая станция и 1 – подвижный приемник, работающих в режиме реального времени (RTK). Подвижная станция может удаляться от базовой станции на расстояние до 10-15 км в режиме RTK. Базовая станция размещалась на пунктах с известными координатами. По результатам топографических работ созданы базы данных по участкам и построены карты топографии.

В полевых измерительных работах была использована аппаратура системы ВП GDD IP Transmitter 5kW и GDD IP Receiver Model GRx8-32 – 16-канальный ресивер ВП/Сопровитлений (Instrumentation GDD, Канада).

В качестве питающих электродов использовались листы металлической фольги (4 шт.) или стальные электроды (8 шт.), разнесенные на 5 м перпендикулярно профилю, на каждой точке (пикете). При замере на каждой станции (пикете) профиля трансмиттер (источник тока) вырабатывает

первичные прямоугольные импульсы тока частотой 1/8 Герца, а приёмник производит регистрацию спада потенциалов ВП после достижения синхронизации с трансмиттером. Потенциалы для вычисления сопротивлений измеряются в рабочем интервале трансмиттерного импульса, а спад потенциалов ВП по кривой разряда измеряется в промежутке между импульсами трансмиттера. Регистрацию кривой спада потенциала ВП осуществлял ресивер по 20 временным окнам, распределенным в течение рабочего интервала длительностью 2000 миллисекунд. Регистрация началась через 40 мс после выключения питающего тока трансмиттера. Измерения потенциалов проводились на приемной линии, состоящей из системы 8-ми 50-метровых сегментов и 8-ми 100-метровых. Размеры приемных диполей: 16 диполей общей длиной 1200 м, что обеспечивало глубину исследований 625 м.

Замеры на приемной линии производились с чередованием: каждые 50 метров на 8-ми 50-метровых диполях и каждые 100 метров на 16-ти диполях. Схема взаимного расположения питающей и приемной линий показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема системы генератор-приемник

Результаты предварительной обработки представлялись в виде псевдоразрезов поляризуемости и сопротивлений – экспресс-визуализации информации, получаемой в ходе съемки в цветной графической форме. Окончательная обработка данных осуществлялась после завершения полевых работ и включала в себя следующие этапы:

- построение псевдоразрезов поляризуемости и сопротивлений;
- решение обратной задачи для геофизических профилей с помощью последовательных приближений моделей для поляризуемости и сопротивлений (геофизические инверсии);
- построение геоэлектрических разрезов и карт глубинных уровней на основе инверсий поляризуемости и сопротивлений.

Каждый этап обработки выполнялся с применением стандартных пакетов программ:

1. Графический программный комплекс компании Golden SoftWare (Surfer – программа построения разрезов, графиков и карт, Voxler – 3D визуализация моделей, Digger – оцифровка геолого-геофизических карт, Grapher – построение графиков);

2. Программа обработки электроразведочных данных (IP Section Oasis Montaj – обработка данных измерителя GDD);

3. Программы расчета инверсий (ZondRes2D; Res2DInv; ZondRes3D, А. Каминский и др., 2009 г.).

Главной задачей при анализе данных является представление самих картируемых объектов. Эта задача решается при помощи инверсионных преобразований. Преобразованиям подвергаются сначала цифровые модели сопротивлений, а потом поляризуемости. Фактически, инверсия представляет собой современную реализацию решения обратной задачи в геофизике. Для инверсии данных электротомографии использовалась программа «ZondRes2D». Это программа автоматической двумерной инверсии в рамках “гладких” моделей. Двумерная инверсия – это алгоритм, который пересчитывает наблюдаемое электрическое поле, в соответствующее ему двумерное распределение удельного сопротивления в разрезе. Так как такая задача является некорректной, то используется регуляризация решения за счет моделей с плавным изменением удельного сопротивления. Такой подход позволяет проводить формальную интерпретацию без учета априорных данных. Из-за интегрального характера метода сопротивлений полученные решения, как правило, упрощают и сглаживают реальные детали геологического строения разреза, завышая мощности слоев. Кроме того, на разрезе могут появляться ложные аномалии, связанные с объектами

расположенными рядом с профилем наблюдений и неустойчивостью инверсии. Глубины по результатам поверхностных геофизических исследований определяются оценочно, из-за наличия эквивалентных связей между сопротивлением и мощностями пород.

Решение обратной задачи в алгоритмах инверсии осуществляется при помощи итерационного подбора физической модели на основе наблюдаемого распределения потенциалов на приемных диполях с учетом расположения источников тока. Предварительно, нижнее полупространство разбивается на множество элементарных ячеек, аппроксимирующих физические параметры нижнего полупространства. Инверсия поляризуемости производится с учетом полученного по результатам инверсии распределения сопротивлений.

Все вышеперечисленные сложности геофизической интерпретации являются общими для большинства геофизических методов. В тоже время при использовании методики электротомографии возможно достаточно уверенно изучать не только горизонтально слоистые структуры, как в методе ВЭЗ, но и вертикальные и наклонные структуры, выделять локальные неоднородности. Такая возможность обеспечивается достаточно высокой плотностью наблюдений [3].

Кроме того, существенно повышается надежность локализации объектов с повышенной поляризуемостью. Наблюдаемая кажущаяся поляризуемость сложным образом связана с распределением удельного сопротивления и поляризующихся пород. Это приводит к существенной неодно-

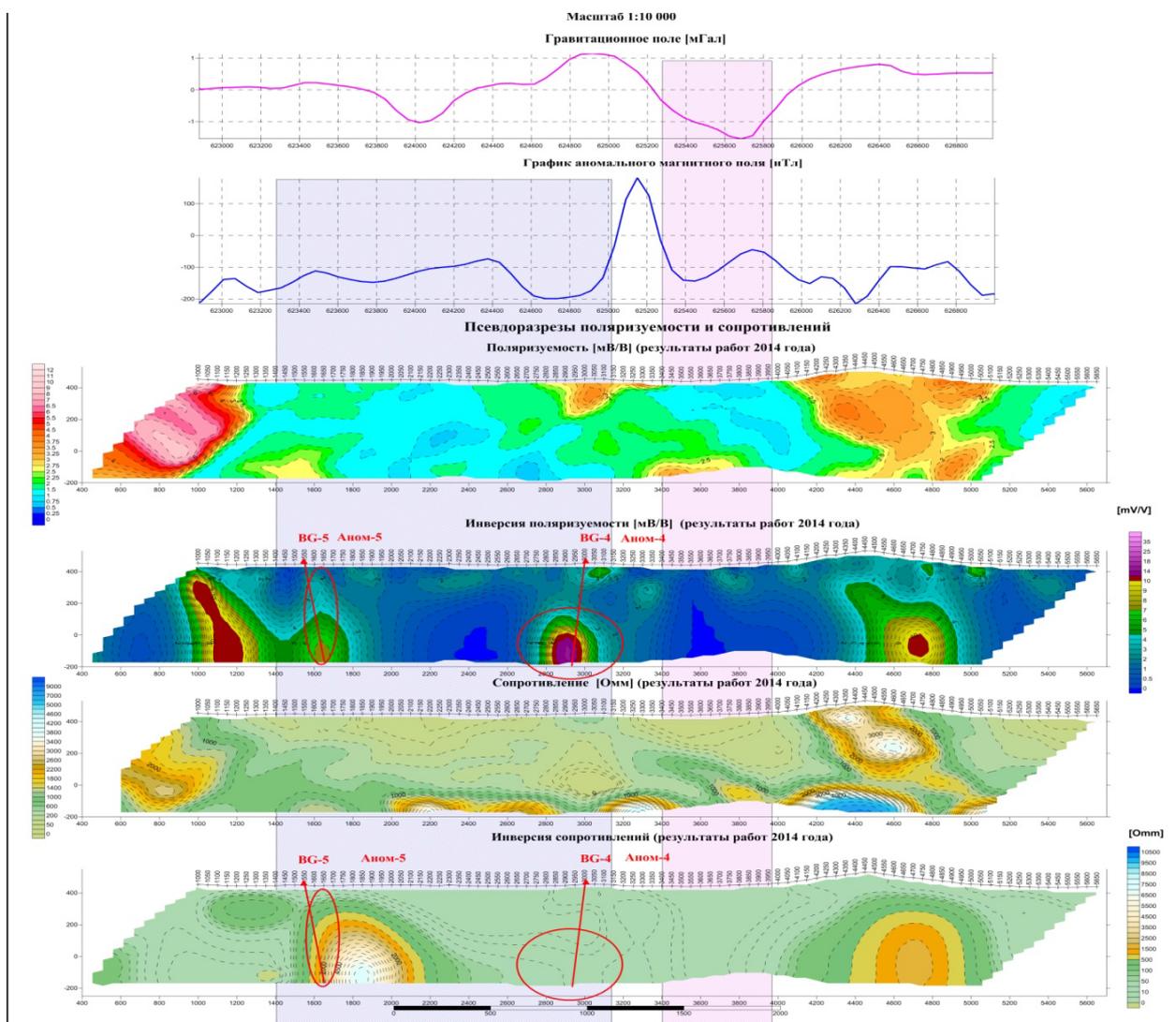


Рисунок 2 – Пример геофизического разреза с выделенными рудоперспективными объектами и указанием расположения проектных скважин по данным электроразведки (ВИ) с привлечением материалов гравитационного и магнитного полей

значности интерпретации данных срединного градиента. В методах томографии, благодаря знанию распределения удельного сопротивления в разрезе, удается получить и пространственное распределение поляризующихся пород. На рисунке 2 наглядно показаны изменения вертикальной геоэлектрической картины после применения инверсий: по поляризуемости 3-й сверху разрез преобразовался в 4-й, по сопротивлениям – 5-й в 6-й.

Последовательным выполнением всех видов операций по обработке и интерпретации электроразведочных данных были построены геоэлектрические разрезы по профилям участка исследования. Визуализация результатов инверсий поляризуемости и сопротивления совместно с гравимагнитными данными позволили провести комплексный анализ геологического разреза участка исследования, повысить информативность геофизических данных и выделить рудоперспективные объекты (на рисунке 2 выделены красными контурами круглой и овальной формы с указанием расположения проектных скважин).

На примере рисунка 2 по характеру геофизических полей можно отметить:

- приуроченность объектов, обладающих высокой поляризацией, к зонам минимумов магнитного поля;

- эпицентры магнитных источников и аномалий поляризуемости либо частично перекрываются, либо находятся на расстоянии друг от друга. От профиля к профилю наблюдается некоторая симметрия во взаимоотношениях поляризующихся и магнитных источников. Возможно, что магнитная минерализация локализована по периметру зон высокой поляризуемости, или наоборот, поляризующиеся источники находятся между магнитными источниками. Как уже отмечено, частично, они перекрывают друг друга и речь идет о взаимоотношениях эпицентров;

- на основе анализа магнитного поля был сделан вывод, что зоны высокого и повышенного магнитного поля располагаются в области высоких и повышенных сопротивлений. Их расположение соответствует погружающейся границе интрузивного массива;

- из анализа поля силы тяжести и аномалии поляризуемости (глубинный уровень 468 м) можно сделать вывод, что высокие значения поля поляризуемости (20-40 мВ/В) тяготеют к областям повышенных значений остаточного гравитационного поля от 0,5 до 1,2 мГл.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Отчет по теме «Разработать методику изучения глубинного тектонического строения регионов, перекрытых платформенным чехлом, и составить тектоническую карту фундамента территории между Уралом и Тянь-Шанем в масштабе 1:1000000» / Сост. А.А. Абдулин, Б.С. Цирельсон, В.А. Нассонов, В.П. Компанейцев, В.Н. Арефьев и др. – Алма-Ата: ИГН им. К. И. Сатпаева, 1975.

[2] Курскеев А.К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. – Алматы: Наука, 1983. – 288 с. (стр. 208-210).

[3] Бобачев А.А. Решение прямых и обратных задач электроразведки методом сопротивления сложнопостроенных сред: Автореферат. – М., 2003.

#### REFERENCES

[1] Otchet po teme “Razrabotat metodiku izucheniya glubinnogo tektonicheskogo stroeniya regionov, perekrytyh platformennym chehlom, i sostavit tektonicheskuyu kartu fundamenta territorii mezhdU Uralom i Tyan-Shanem v masshtabe 1:1000000” / Sost. A.A. Abdulin, B.S. Tsirelson, V.A. Nasonov, V.P. Kompaneitsev, V.N. Arefev i dr. – Almaty: IGN im. K.I. Satpaeva, 1975.

[2] Kurskeev A.K. Spravochnik fizicheskikh svoystv gomnykh porod Kazakhstana. Almaty: Nauka, 1983. – 288 s. (str. 208-210).

[3] Bobachev A.A. Reshenie pryamyh i obratnyh zadach elektrorazvedki metodom soprotivleniya slozhnopostroennykh sred. Avtoreferat. Moskva. 2003.

### БАТЫС ҚАЗАҚСТАН СУЛЬФИДТІ КЕН УЧАСКЕЛЕРІНДЕГІ ДАЛАЛЫҚ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ҚАЗІРГІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Ә. Шарапатов, М. Шаяхмет, Я. К. Аршамов

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

**Тірек сөздер:** палеовулкан, электрлік барлау, жасанды өріс, геофизикалық инверсия, кенге перспективалы нысандар.

**Аннотация.** Мақалада ауданның геологиялық құрылысының ерекшеліктері мен электрлік барлаумен зерттелетін учаскелерді және болжау нысандарын таңдау критерийлері, «диполь-диполь» модификациясындағы жасанды өріс тәсілін жүргізу әдістемесі мен оның аппаратурасы туралы мәліметтер келтірілген. Учаскеде өлшенген электр өрісі шамаларын өңдеу мен интерпретацияда қолданылған бағдарламалық құралдар пакеттері баяндалған. Зерттеу нәтижелері гравитациялық, магниттік барлау, геохимия және бұрғылау мәліметтерін қатар қолдану арқылы алынған, кенге перспективалы нысандар орындары көрсетілген геофизикалық кималар түрінде бейнеленген.

Поступила 02.02.2016 г.

## **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 17.02.2016.  
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
7,9 п.л. Тираж 300. Заказ 1.