

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ISSN 2224-5278
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**



**SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

6 (402)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2013 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2013 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2013**

**ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.**

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

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

Б а с р е д а к т о р

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

Г л а в н ы й р е д а к т о р

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 3000 экземпляров

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

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2013

Адрес редакции:

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

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

Тел.: 2-91-59-38

УДК 551.732(574.5)

Г.Х. ЕРГАЛИЕВ, В.Г. ЖЕМЧУЖНИКОВ, С.В. ДУБИНИНА,
Л.Е. ПОПОВ, П. АЛЬБЕРГ, Б.Л. ПОКРОВСКИЙ

(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, ТОО «Аскер Мунай», г. Алматы;
Геологический институт Российской академии наук г. Москва;
Национальный Музей Уэльса, Cathays Park 6 Cardiff CF10 3NP, United Kingdom, Wales,
Департамент геологии Университета Лунд, Solvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden,)

ОБНАРУЖЕНИЕ *LOTAGNOSTUS AMERICANUS* BILLINGS, 1860 ПОЗВОЛЯЕТ УСТАНОВИТЬ ГРАНИЦУ 10-ГО КЕМБРИЙСКОГО ЯРУСА В ГОРАХ КАРАТАУ (КАЗАХСТАН)

Аннотация

В разрезе Батырбай в горах Малый Каратау обнаружен агностоид *Lotagnostus americanus*, который позволяет в непрерывном разрезе среднего и верхнего кембрия выделить 10-й терминальный ярус фурунговского отдела верхнего кембрия. Данная находка свидетельствует о широком распространении в Центральном и Южном Казахстане верхнекембрийских отложений, перекрываемых отложениями нижнего ордовика. Казахские разрезы одни из лучших в Мире стратиграфических разрезов хорошо изученных разнообразной ископаемой фауной.

Ключевые слова: стратиграфия, кембрий, разрезы, агностоиды, ярусы.

Тірек сөздер: стратиграфия, кембрий, кималар, агностоидтер, ярустар.

Keywords: stratigraphy, Cambrian, cross-section, agnostoid, stage.

Работа над глобальным стратиграфическим стандартом кембрийской системы и установление точек глобальных стратотипов и границ (ТГСГ) для его серий (отделов) и ярусов является основной задачей деятельности Международной подкомиссии по Кембрийской системе (IUGS) [1, 2, 3]. К настоящему времени вверху кембрия нижняя граница друмского яруса, определенная по FAD *Ptychagnostus atavus* [4];, гужангского яруса по FAD *Leojopyge laevigata* третьего отдела кембрия, фурунговской серии (верхний кембрий) и пайбийского яруса по основанию биозоны *Glyptagnostus reticulatus* (3), а также джианшанского яруса по FAD *Agnostotes orientalis* международно признанные стратиграфические границы в пределах кембрийской системы. Сейчас ведется работа по выбору международных стратотипов нижнего и низов среднего кембрия, а также верхнего терминального 10-го кембрийского яруса, граница которого, сначала единогласно была поддержана по FAD агностоида *Lotagnostus americanus* [6], но впоследствии было высказано мнение, чтобы принять границу этого яруса по FAD конодонта *Eoconodontus notshpeakensis* [7, 8]. Главная причина разногласий среди членов рабочей группы в том, что диагноз этого *Lotagnostus americanus* не является однозначно признанным [9], например, одни исследователи предложили рассматривать агностиды, такие как *Lotagnostus trisectus*, *Lotagnostus asiaticus* и некоторые другие ранее установленные формы как младшие синонимы *Lotagnostus americanus*, признавая, что этот вид помимо узкого стратиграфического диапазона имеет широкое палеогеографическое распространение, что позволяет проводить межконтинентальную корреляцию. Они утверждают, этот агностоид является наиболее подходящим для установления FAD 10-го терминального яруса [5], в отличие от конодонта *Eoconodontus notshpeakensis*, распространенного не только в верхнем кембрии, но и в нижнем ордовике.

В разрезе Батырбай в Малом Каратау обнаружены оба этих палеонтологических вида. Новая находка Г.Х.Ергалиевым агностоида *Lotagnostus americanus* в 2010 году, и ранее, С.В.Дубининой

конодонта *Eoconodontus notshpeakensis* [10], позволяющих на юге Казахстана выделить 10-й терминальный ярус кембрийской системы, при любом исходе голосования Рабочей группы по 10-му ярусу кембрийской системы Международной подкомиссии по кембрийской системе. Эти виды присутствуют в едином разрезе и на одной линии. Более того из этого разреза со 109 (МКА) метра известны конодонты *Cordylodus proavus*, который долгое время рассматривался как FAD основания тремадока или ордовикской системы [12, 13] и здесь же на отметке 198 метров МКА Дж.Миллером обнаружен конодонт *Iapetognatrus fluctivagus* (10), который в настоящее время принят в качестве FAD основания ордовикской системы

В хребте Малый Каратау в Южном Казахстане имеются одни из лучших в мире обнажений средне- и верхнекембрийских отложений, выходящих на дневную поверхность в долине реки Кыршабакты и сухому логу Батырбай. Эти разрезы уникальны по обилию различных групп древнейшей скелетной фауны [11, 12].

В Кыршабактинском разрезе в Малом Каратау присутствуют и хорошо изучены все выше отмеченные границы новых принятых ярусов среднего и верхнего кембрия, находящихся в единой последовательности, почти на одной линии и этот разрез представлялся для Международной подкомиссии по кембрийской стратиграфии, как кандидат в международные стратотипы 7-го (гужанского) и 9-го (джианшанского) ярусов кембрийской системы. В 2012 году Кыршабактинский разрез был принят в качестве вспомогательного международного стратотипа (ASSP) для джианшанского яруса кембрия.

Разрезы Кыршабакты и Батырбай долгое время рассматривались как стратотипы для ярусного расчленения верхнего кембрия, а предложенные аюсокканский, сакский, аксайский и батырбайский ярусы верхнего кембрия с конца 70-х годов прошлого столетия и до начала 2000-х гг. использовались в общей стратиграфической шкале для всей территории бывшего СССР.

Кыршабактинский и Батырбайский разрезы расположены на государственной земле, они легко доступны для исследований с апреля по октябрь включительно. Оба разреза не однократно посещались ведущими специалистами по кембрийской геологии, палеонтологами и стратиграфами, включая членов Международной Подкомиссии по кембрийской и ордовикской системам, которые были на полевой геологической экскурсии 27-ого Международного Геологического Конгресса в Москве в 1984 [13], Третьем Международном Симпозиуме по кембрийской системе в Новосибирске в 1990 [14], а также 14-й Международной полевой конференции Рабочей группы по ярусному расчленению кембрия в 2009 году [15].

Кыршабактинский и Батырбайский разрезы, где нет несогласий, являются естественными скальными выходами древних пород и расположены, приблизительно в 10-30 км к востоку и восток-северо-востоку от города Жанатаса (рис.1). Географические координаты для основания Кыршабактинского разреза: 43°32'02" север и 69°51'28" восток, высота 527м. Географические координаты верхов разреза: 43°32'27.8" севера и 69°57'24.8" востока, высота 557м. Линия Батырбайского разреза ломанная, от его нижней части, которая биостратиграфически изучалась Г.Х.Ергалиевым [16] и верхней части разреза, изучавшейся коллективом с участием М.К.Аполлоновым, М.Н.Чугаевой (трилобиты) [17], С.В.Дубининой (конодонты) [10] и В.Г.Жемчужниковым (геологическое моделирование карбонатного бассейна) [18]. Географические координаты для основания Батырбайского разреза, который изучался Г.Х.Ергалиевым от точки 100м 43°35'37,7" север и 69°52'39,6" восток, высота 515м, и до верхов разреза на отметке 250м: 43°44'00" севера и 69°52'52,8" востока, высота 525м. Эти две части разреза по простиранию могут быть сопряжены от точки 250 метров нижней части разреза и, приблизительно до точки -35 метра, имеющей координаты 43°35'53,7" север и 69°52'39,1" восток, высота 510м по одному и тому же пласту массивных дебрисных брекчий. Та часть разреза, которая изучалась под руководством М.К.Аполлонова располагается в интервале от точки -50м 43°35'51,9" север и 69°51'39,6" восток, высота 494м, и до верхов разреза на отметке 600м: 43°36'16" севера и 69°52'51" востока, высота 455м.

Разрезы, расположены в одном и том же тектонической блоке, снизу и сверху ограниченном разломами называемым Аксайским блоком и сложены крутопадающими на северо-восток моноклинальными кембрийско-ордовикскими пластами с углами 80-90°. Индексы изменения цвета конодонтов низкие и не превышает значений 2. Обнаженные скальные выходы в любой изученной части разреза обнажены непрерывно на расстоянии более 10 км.

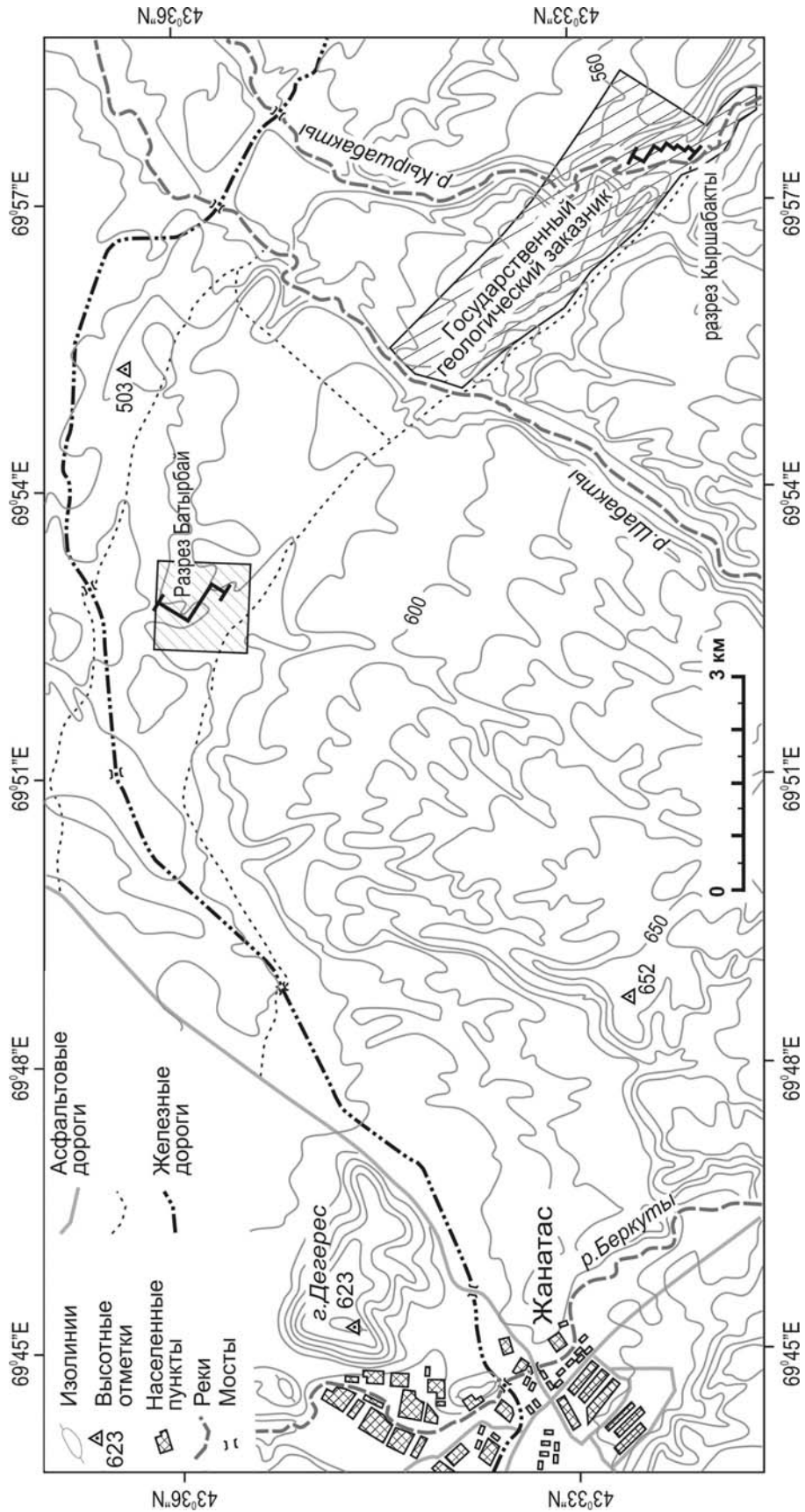


Рисунок 1 – Топографическая карта района к востоку от г. Жанатас в горах Малый Каратау. Расположение разрезов Батырбай и Кыршабакты с населенными пунктами и транспортными путями

Средне- и верхнекембрийские карбонаты Кыршабактинского и Батырбайского разрезов были сформированы в морских обстановках на склоне карбонатной платформы [19], расположенной на изолированной подводноморской горе (подводная гора Айша-Биби по [20], [18].

В Казахстане, начиная со времени второй половины XX века изучению кембрийских отложений уделялось большое внимание и уже предлагалась ярусная шкала верхнего кембрия, причем самый верхний терминальный ярус определялся именно по первому появлению агностоида *Lotagnostus trisectus* и этот ярус первоначально именовался как шидертинский [21, 22], а в глубоководных кембрийских районах Улытау и Большом Каратау по первому появлению агностоидов *Lotagnostus asiaticus* [23, 24]. Однако позднее, Г.Х.Ергалиев [13] по основанию комплексной зоны *Pseudagnostus pseudagnostolobus-Acrocephalaspis* выделил терминальный аксайский ярус, который вошел в Общую стратиграфическую для территории бывшего СССР. Над аксайским ярусом, стратиграфически выше М.К.Аполлонов и М.Н.Чугаева [17] по основанию трилобитовой зоны *Lophosaukia* выделили батырбайский ярус, посчитав его терминальным и он определялся до первого появления конодонтов *Cordylodus proavus*. Этот ярус также был принят в качестве официального в Общую стратиграфическую шкалу для территории СССР.

Терминальный ярус верхов кембрия имеет богатый и разнообразный фаунистический комплекс, состоящий из агностоид и полимеридных трилобитов, а также конодонтов, по составу которых стратиграфически расчленяется разрез [17, 25, 26]. В Казахстане он располагается в самых разных структурно-формационных зонах и в разных геологических обстановках: глубоководных бассейновых, склоновых на пассивной окраине в Центральном Казахстане в Байконурском синклинии Улытау, на северной части Атасу-Моинтинского водораздела на Сарыкумах, Большом Каратау в разрезах вдоль рек Арпаозень и Кызыл-Ата и Малом Каратау в разрезе сухого лога Батырбай на юге и в аккреционно-островодужных обстановках активной континентальной окраины на северо-востоке Казахстана на Селетах.

Принадлежность и *Lotagnostus trisectus* и *Lotagnostus asiaticus*, как младших синонимов сложного, но имеющего узкий стратиграфический диапазон агностоидного вида *Lotagnostus americanus*, указывает на широкое распространение в Казахстане верхнекембрийских отложений в большей части разрезов они простираются в единой последовательности с нижнеордовикскими фаунистически хорошо охарактеризованными отложениями.

Глубокой осенью 2010 года Г.Х.Ергалиевым в разрезе Батырбай в нижней изученной части на 237 метре, заведомо ниже отметки 0 метров М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой был обнаружен *Lotagnostus americanus*, в отложениях на несколько десятков метров ниже, чем ранее предложенная нижняя граница батырбайского яруса и в более благоприятных фациях подножия склона карбонатной платформы. В 2011-2012 гг. этот интервал детально изучен и была собрана представительная коллекция трилобитов. Б.Л. Покровский изучил отсюда стабильные изотопы углерода и кислорода.

Разрез Батырбай обнажается вдоль правого берега сухого лога и сложен карбонатными породами (рис. 2). Изученная часть разреза составляет почти 1000 метров [27]. Начало разреза располагается вдоль субмеридональной долины, пересекающей кембрийско-нижнеордовикские отложения Аксайского блока. Разрез практически идеально обнажен, а имеющиеся редкие и небольшие перекрытые участки разреза можно вскрыть на небольшую глубину канавами. Пласты стоят вертикально, иногда они опрокинуты под углом 70°-90°. Последовательность отложений не нарушена разломами. Амплитуда смещений по небольшим разломам не превышает 5-7 метров.

Разрез характеризуется различными типами карбонатных пород известняково-доломитового ряда, явно преобладают известняки [18]. Наиболее распространены обломочные отложения, включая все гранулометрические классы – от глыбовых брекчий до карбонатных мадстоунов. Широкое распространение имеют пеллоидные и лититовые вакестоуны-пакстоуны. Хорошо представлены водорослевые баундстоуны. Подчиненное значение имеют пеллоидные, скелетные и оолитовые (ооидные) пакстоуны и грейнстоуны. Доломиты представлены пластами и пятнистыми образованиями, субсогласными с напластованием. Иногда они образуют цемент в мелких карбонатных брекчиях и детритивных грейнстоунах, по-видимому, свидетельствуя о процессах раннего диагенетического преобразования пород. Присутствие доломитов характерно для самых верхов кембрийской части разреза и низов тремадока. Карбонатные брекчии в разрезе

представлены очень широко [19]. Они слагают около 45 линз и пластов, толщиной от десятков сантиметров до 10–15 метров. Суммарная мощность брекчий превышает 100 метров. Для нижней части разреза характерны так называемые плоскообломочные брекчии, сложенные небитурбированными плоскими фрагментами пластов эвксинских карбонатов, но в более высоких частях разреза они слагаются обломками пластов неправильной формы, то есть разламыванию и переотложению подвергались битурбированные карбонаты, накопившиеся вблизи базиса волн, там где вода обогащалась кислородом.

Совокупность разнообразных структурно-текстурных признаков и состава пород позволили выделить в разрезе следующие литостратиграфические подразделения

Жумабайская свита. Толща 1, интервал 80-162 метра. Представлена монотонным переслаиванием черных и темно-серых тонких ламинационных известняковых мадстоунов. В самых верхах свиты иногда присутствуют среднеслоистые обломочные карбонатные турбидиты. Эта свита накапливалась в глубоководных обстановках обрамления фэна. Здесь на отметке 107 метров (ГХА) по разметке Г.Х. Ергалиева был найден *Agnostotes orientalis*, что свидетельствует об основании джианшанского яруса.

Бестогайская свита. Бестогайская свита согласно перекрывает жумабайскую свиту. Нижняя граница свиты определяется по первому пласту дебрисовых брекчий, а ее кровля – ограничивается первым непереотложенным водорослевым биогермом, исчезновением брекчий и появлением доломитовых грейнстоунов.

Толща 2, интервал 162-245 метров. Здесь присутствуют отложения гравитационных потоков представленные средне- и толсто плитчатыми слоями дебрисовых карбонатных брекчий, зерновых потоков и турбидитов, которые переслаиваются с известняковыми мадстоунами. Характерной чертой этой пачки является присутствие черепитчато наслоенных брекчий, которые свидетельствуют о небольшом расстоянии переотложения карбонатного материала, так они сложены обломками почти тех же тонких карбонатных турбидитов, что и вмещающие породы. Именно в этой толще и был обнаружен агностоид *Lotagnostus americanus*, совместно с другими формами (рис. 3).

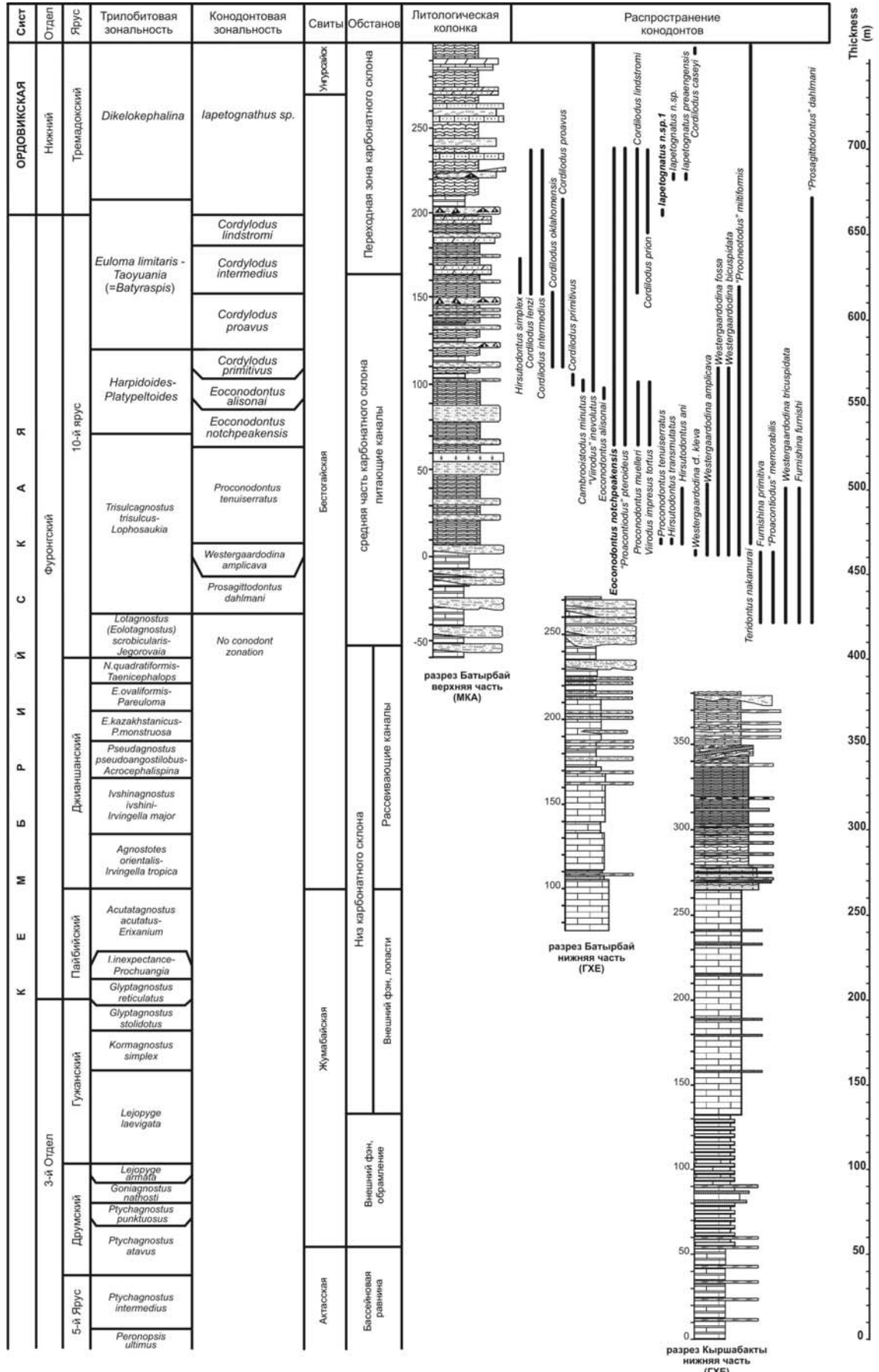
Толща 3, интервал от 245 м разметки Г.Х. Ергалиева (ГХА) до 6,5 метров разметки М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой. Она сложена темными, тонкозернистыми тонко- и среднеплитчатыми известняковыми турбидитами, которые переслаиваются с очень толстыми до 10-15 метров, часто амальгамированными, брекчиями.

Толща 4, интервал 6,5-102 метра разметки М.К.Аполлонова и М.Н.Чугаевой состоит из темно-серых мелко- и тонкозернистых тонко- и среднеплитчатых битурбированных (волнистослоистых) с пластами грубообломочных карбонатных брекчий дебрисовых потоков, с переотложенными фрагментами этих же волнистослоистых известняков. В середине обнажается крупный до 7 м в поперечнике водорослевый биогерм, по-видимому, так же переотложенный. В этом интервале разреза с отметки 64 метра (МКА) появляется конодонт *Eoconodontus notchpeakensis*.

Толща 5, интервал 102-150 метров. Темные и относительно светлые мелко- и тонкозернистые известняки, преимущественно волнисто-слоистые с редкими маломощными (1-1,5 м) прослоями глыбовых брекчий и пластами пакстоунов. В низах (103,8-107м) характерный пакет темных тонкоплитчатых известняков с градационной слоистостью. В этом интервале разреза, с 102 метра (МКА) появляются *Lotagnostus hedini* и конодонт *Cordylodus proavus* с отметки 109 метров (МКА).

Толща 6, интервал 150-260 метров. Волнистослоистые известняки с пакетами пакстоунов и грейнстоунов, местами доломитизированных и брекчий, образующих несколько ритмов мощностью 8-12 до 20 метров. Подошва толщи выделяется по появлению в разрезе доломитов. С отметки 198 метров (МКА) с появлением *Iapetognathus fluctivagus* устанавливается граница основания тремадокского яруса нижнего ордовика.

В разрезах Кыршабакты и Батырбай в горах Малый Каратау изучены средневерхнекембрийские отложения, богато охарактеризованные разнообразной древней фауной. В этих разрезах присутствуют все основные стратиграфические ярусы верхов кембрия, которые в единой последовательности с нижнеордовикскими отложениями накапливались в различных геологических обстановках пассивной и активной континентальных окраинах единой континентальной структуры Казахстана, что значительно повышает их роль и значение в Международных стратиграфических исследованиях.



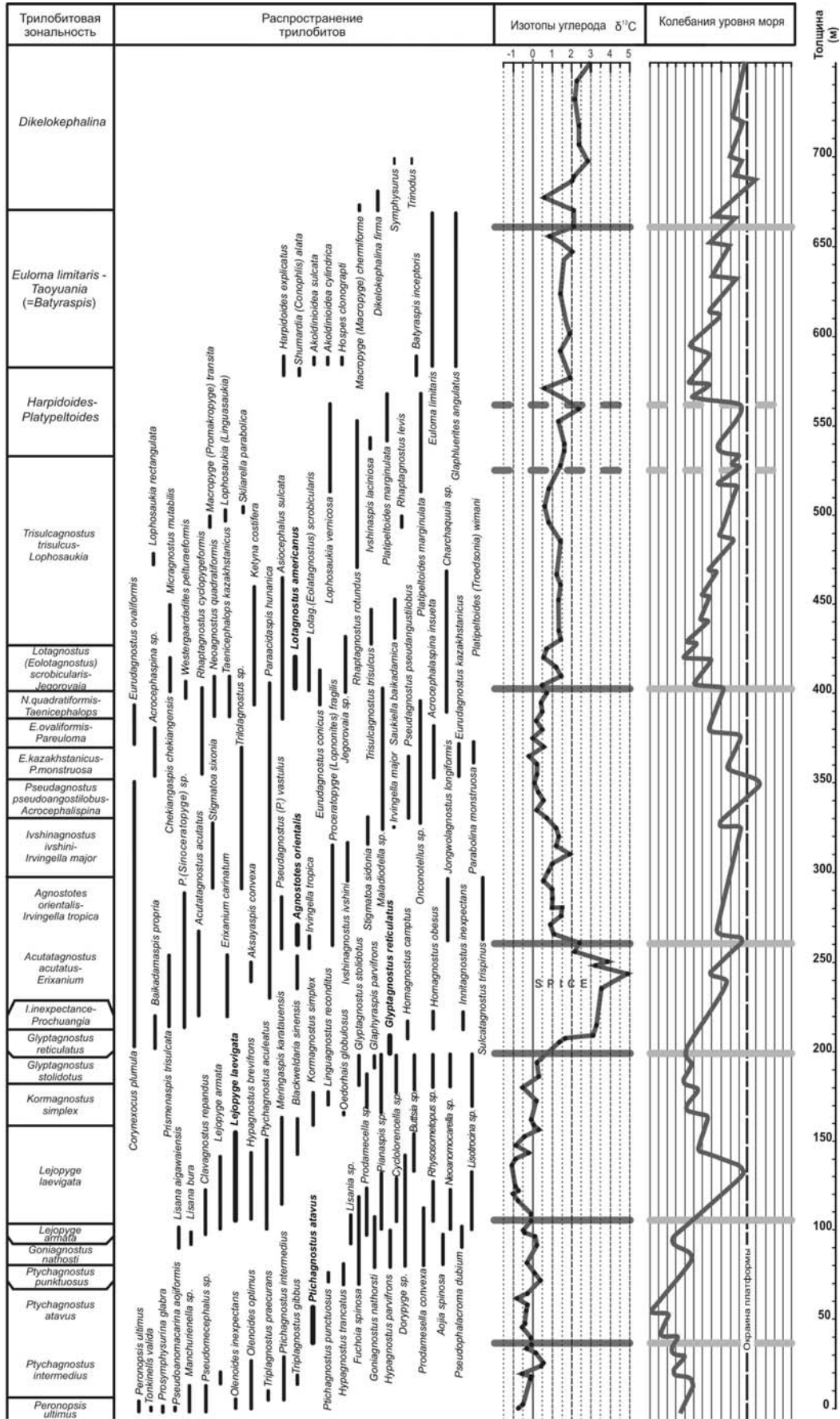


Рисунок 2 – Стратиграфия кембрийских отложений разрезов Кыршабакты и Батырбай, показывающая расположение биостратиграфических подразделений, распространение отдельных трилобитов и конодентов (Ergaliev *et al.*, 2008; Ergaliev Г.Х., Ergaliev Ф.Г., 2008; Дубинина, 2000), стабильных изотопов углерода и сиквенсную стратиграфическую интерпретацию. Литологическая легенда: 1-тонкослоистые карбонатные мадстоуны, 2-разнозернистые карбонатные турбидиты, 3-неразделенные карбонатные вакестоуны, 3-биотурбированные карбонаты (вакестоуны и пакстоуны), 5-черепитчатые карбонатные плоскообломочные брекчии, 6-дебрисные брекчии со смешанными мелководными и глубоководными обломками. SB1 и SB2 типы сиквенсных границ

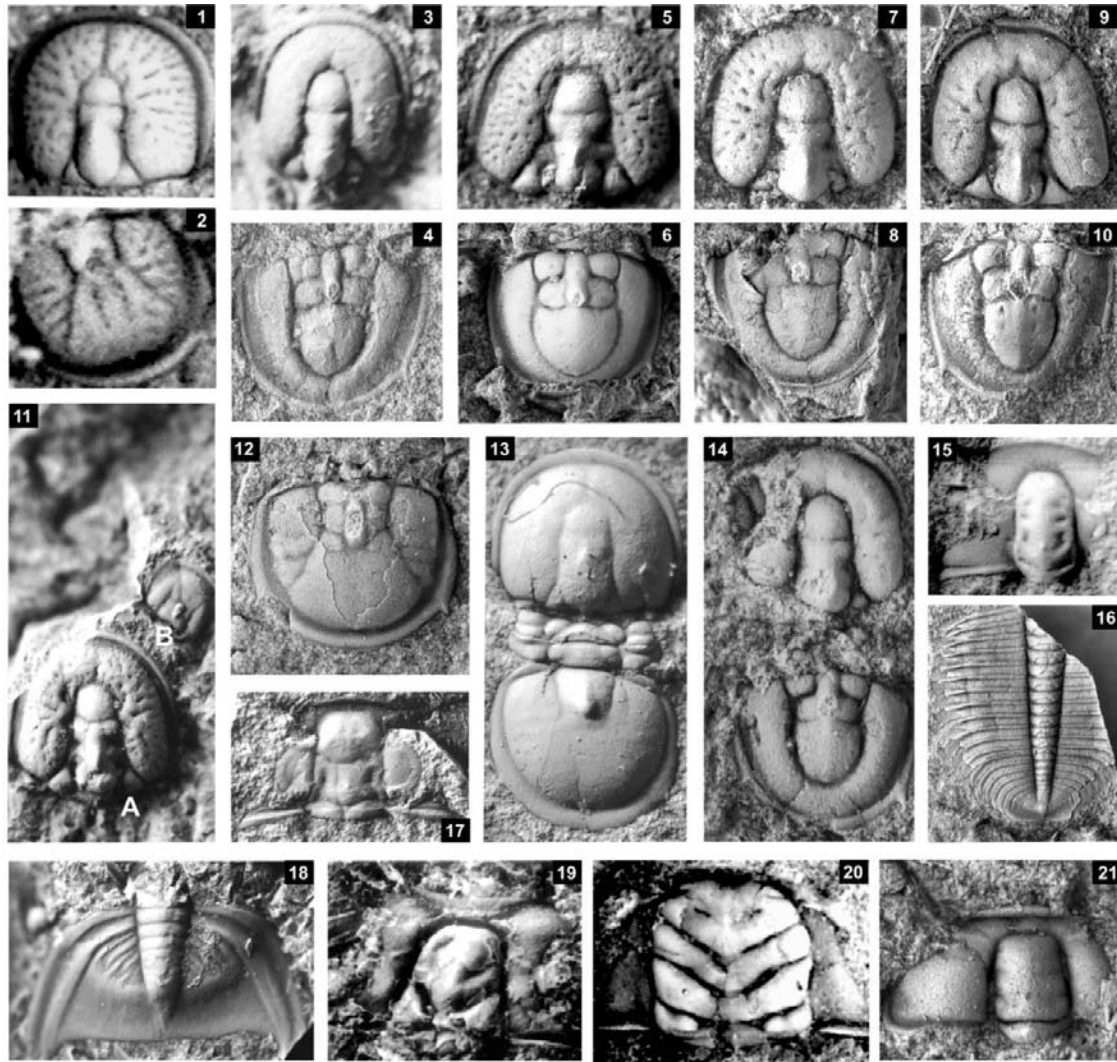


Рисунок 3 – 1-2, *Agnostotes tianshanicus* из комплексной зоны *Neoagnostus quadratiformis*–*Taenicephalops*, цефалон, обр. No. 3011-1, x9, 223,8м (Bat-Er), пигидий, обр. No.3011-2, x9,2, 223,8м (Bat-Er); 3-14 из комплексной зоны *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis* – *Jegorovaia*; 3- *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis*, цефалон, обр. No. 3011-3, x7, 236м; 4- *Lotagnostus agnostiformis*, пигидий, обр. No.3011-4, x5,4, 236м (Bat-Er); 5- *Lotagnostus* sp.nov, цефалон, обр. No. 3011-5, x6, 237,5м; 6- *Lotagnostus* sp.nov, пигидий, обр. No. 3011-6, x5, 237,5м; 7-11А, *Lotagnostus americanus*, 7- цефалон, обр. No. 3011-7, x7, 237,5м; 8- пигидий, обр. No. 3011-8, x6, 237,5м; 9- цефалон, обр. No. 3011-9, x6,3, 237,8м; 10- пигидий, обр. No. 3011-10, x6, 239,6м; 11-А цефалон, обр. No. 3011-11, x7, 239,4м; 11-В, *Pseudagnostus rugosus*, пигидий, обр. No. 3011-12, x7, 237,5м; 12-*Pseudagnostus rugosus*, пигидий, обр. No. 3011-13, x7,2, 239,4м; 13- *Rhaptagnostus bifax*, внешний скелет, обр. No. 3011-14, x8,5, 239,4м; 14- *Trilobagnostus* ex gr. *rudis*, внешний скелет, обр. No. 3011-15, x10,3, 237,5м; 15- *Asiocephalus sulcatus*, цефалон, обр. No. 3011-16, x4, 236м; 16- *Asiocephalus sulcatus*, торах, обр. No. 3011-17, x3, 239,4м; 17- *Macropyge (Promacropyge) ciliensis*, цефалон, обр. No. 3011-18, x2,5, 239,4м; 18- *Proceratopyge (Lopnorites) posterolateralis*, из комплексной зоны *Neoagnostus quadratiformis*–*Taenicephalops*, пигидий, обр. No. 3011-19, x2,8, 225,2м; 19-21 из комплексной зоны *Lotagnostus (Eolotagnostus) scrobicularis* – *Jegorovaia*, 19- *Chekiangaspis chekiangensis*, цефалон, обр. No. 3011-20, x6,7, 236м; 20- *Westergaardadites pelturaeformis*, цефалон, обр. No. 3011-21, x4,5, 237,5м; 21- *Cyclonatina* sp., цефалон, обр. No. 3011-22, x9, 239,4 м.

Обнаружение всех возможных вариантов проведения основания 10-го терминального яруса кембрийской системы в геологических разрезах Малого Каратау позволяет участвовать в соревновании по выбору Международной границы и разреза (GSSP) либо по FAD агностоида *Lotagnostus americanus* или конодонту *Eoconodontus notchpeakensis* и Международный коллектив казахстанских, российских, британских и шведских геологов приступил к подготовке Пропосала для 10-го терминального яруса кембрия в Международную подкомиссию по кембрийской стратиграфии.

ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Babcock, L.E., Peng, S.C., Geyer, G. and Shergold, J.H. Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, 9, 101-106.
- 2 Peng, S.C., Babcock, L.E., Robison, R.A., Lin, H.L., Rees, M.N. and Saltzman, M.R. 2004, Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). *Lethaia*, 2004, №37. 365-379 pp.
- 3 Peng S., Babcock L.E. Continuing progress on chronostratigraphic subdivision of the Cambrian System. *Bulletin of Geosciences*, 2011 № 86(3).
- 4 Babcock, L.E., Robison, R.A., Rees, M.N., Peng, S.C., and Saltzman, M.R., 2007: The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Drumian Stage (Cambrian) in the Drum Mountains, Utah, USA. *Episodes*, Vol. 30, no. 2. Pp. 84-94.
- 5 Peng S., Babcock L.E., Zhu X. Morphologic variation and taphonomic alteration of *Lotagnostus americanus*, showing new and existed collection, *in press*.
- 6 Peng, S. and Babcock, L. E. Two Cambrian agnostoid trilobites, *Agnostotes orientalis* (Kobayashi, 1935) and *Lotagnostus americanus* (Billings, 1860): Key species for defining global stages of the Cambrian System. *Geosciences Journal*, 2005, №9, 107–115.
- 7 Landing E., Westrop S.R., Adrian J.M. The Lawsonian Stage – the *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller, 1969) FAD and HERB carbone isotope excursion define a globally correlatable terminal Cambrian stage *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 621–640.
- 8 Miller, J.F., Evans, K.R., Freeman, R.L., Ripperdan, R.L. & Taylor, J.F. 2011. Proposed stratotype for the base of the Lawsonian Stage (Cambrian Stage 10) at the First Appearance Datum of *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) in the House Range, Utah, USA. *Bulletin of Geosciences* 2011, 86(3), 595–620.
- 9 Westrop, S.R., Adrian, J.M. & Landing, E. The Cambrian (Sunwaptan, Furongian) agnostoid arthropod *Lotagnostus Whitehouse*, 1936, in Laurentian and Avalonian North America: systematics and biostratigraphic significance. *Bulletin of Geosciences*, 2011, 86(3), 569–594.
- 10 Дубинина С.В. Конодонты и зональная стратиграфия пограничных отложений кембрия и ордовика. Труды Геологического Института РАН, т.517, 2000, 239 с.
- 11 Ергалиев Г.Х. Непрерывный разрез среднего, верхнего кембрия и тремадока Малого Каратау. *Изв.АН КазССР*, 1979, №4-5, с.41-52.
- 12 Apollonov, M. K., Dubinina, S. V. and Zhemchuzhnikov, V. G. Batyrbai section, South Kazakhstan, U.S.S.R. – potential stratotype of the Cambrian–Ordovician Boundary. *Geological Magazine*, v.125, 1988, pp. 445-449.
- 13 Абдулин А.А., Чакабаев С.Е., Зайцев Ю.А. и др. Сводный путеводитель экскурсий 045А и 101А, Международный геологический конгресс, XXVII сессия, Алма-Ата, Казахстан, 1984, 86 с.
- 14 Абдулин А.А., Аполлонов М.К., Ергалиев Г.Х. Путеводитель Третьего Международного симпозиума по кембрийской системе, экскурсия 2, Алмв-Ата, 1990, 63 с.
- 15 Ergaliev, G.Kh., Zhemchuzhnikov, V.G., Popov, L.E., Bassett, M.G., Nikitina O.I., Dubinina S.V., Ergaliev, F.G., Fazylov E.M. 2009. Field excursion guide 14th International field conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. *Almaty*, 70.
- 16 Ергалиев Г.Х. Трилобиты среднего и верхнего кембрия Малого Каратау. 1980, Алма-Ата, Наука, 208 с.
- 17 Chugaeva, M.N., Apollonov, M.K. 1982. The Cambrian-Ordovician boundary in the Batyrbai section, Malyi Karatau Range. Kazakhstan, USSR. *In: Bassett, M. G. and Dean, W. T. (eds). The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations. National Museum of Wales, Geological Series, no. 3, Cardiff, pp.77-85.*
- 18 Жемчужников В.Г. Литостратиграфия и эволюция бассейнов позднего кембрия и раннего ордовика Малого Каратау и Северо-Западного Прибалхашья. Автореферат канд. дисс. Алма-Ата, 1990, 24 с.
- 19 Жемчужников В.Г. Карбонатные брекчии в разрезе верхнекембрийских и нижнеордовикских отложений по логу Батырбай в Малом Каратау. *Литология и полезные ископаемые*, 1986, № 6, С. 76-87.
- 20 Cook H. E., Taylor M. E., Zhemchuzhnikov V. G., Apollonov M. K., Ergaliev G. Kh. *et al.*, 1991. Comparison of Two Early Paleozoic Carbonate Submarine Fans. Western United States and Southern Kazakhstan, Soviet Union: *Paleozoic Paleogeography of the Western United States –II, Pacific Section SEPM, Vol. 67, 847-872.*
- 21 Ившин Н.К. Верхнекембрийские трилобиты Казахстана, часть 1, труды Академии Наук КазССР, 1956, 98 с.
- 22 Борукаев Р.А., Ившин Н.К. Верхний кембрий и нижний ордовик северо-востока и востока Центрального Казахстана. Тр. Совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя, и палеозоя Восточного Казахстана, т.1, Алма-Ата, 1960, с.117-143.
- 23 Ергалиев Г.Х. Схема стратиграфии кембрийских отложений южного и западной части центрального Казахстана. В сб.: *Допалеозой и палеозой Казахстана*, т.1, Алма-Ата, Наука, с.112-115.
- 24 Ергалиев Г.Х. Граница кембрия и ордовика в южном Казахстане и Улутаяу. В сб.: *Стратиграфия и палеонтология нижнего палеозоя Казахстана.*, Алма-Ата, Наука, с.6-16.

25 Ергалиев Г.Х., Ергалиев Ф.Г. Агностиды среднего и верхнего кембрия Аксайского Государственного геологического заказника Южного Казахстана (река Кыршабакты, хребет Малый Каратау), часть 1, Алматы, Гылым, 376с.

26 Ergaliev, G.Kh. and Ergaliev, F.G. 2001. Middle Cambrian trilobites and stages of the Malyi Karatau Range (southern Kazakhstan). In Peng, S.C., Babcock, L.E. and Zhu, M.Y. (eds.), Cambrian System of South China. University of Science and Technology Press of China, Hefei, p.256.

27 Аполлонов М.К., Жемчужников В.Г. Литостратиграфия Батырбайского разреза пограничных отложений кембрия и ордовика в Малом Каратау. Известия АН КазССР, Сер.геол., 1988, № 1, стр. 22-36.

REFERENCES

1 Babcock, L.E., Peng, S.C., Geyer, G. and Shergold, J.H. Changing perspectives on Cambrian chronostratigraphy and progress toward subdivision of the Cambrian System. Geosciences Journal, 2005, 9, 101-106.

2 Peng, S.C., Babcock, L.E., Robison, R.A., Lin, H.L., Rees, M.N. and Saltzman, M.R. 2004, Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) of the Furongian Series and Paibian Stage (Cambrian). Lethaia, 2004, №37. 365-379 pp.

3 Peng S., Babcock L.E. Continuing progress on chronostratigraphic subdivision of the Cambrian System. Bulletin of Geosciences, 2011 № 86(3).

4 Babcock, L.E., Robison, R.A., Rees, M.N., Peng, S.C., and Saltzman, M.R., 2007: The Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Drumian Stage (Cambrian) in the Drum Mountains, Utah, USA. Episodes, Vol. 30, no. 2. Pp. 84-94.

5 Peng S., Babcock L.E., Zhu X. Morphologic variation and taphonomic alteration of *Lotagnostus americanus*, showing new and existed collection, in press.

6 Peng, S. and Babcock, L. E. Two Cambrian agnostoid trilobites, *Agnostotes orientalis* (Kobayashi, 1935) and *Lotagnostus americanus* (Billings, 1860): Key species for defining global stages of the Cambrian System. Geosciences Journal, 2005, №9, 107–115.

7 Landing E., Westrop S.R., Adrian J.M. The Lawsonian Stage – the *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller, 1969) FAD and HERB carbone isotope excursion define a globally correlatable terminal Cambrian stage Bulletin of Geosciences 2011, 86(3), 621–640.

8 Miller, J.F., Evans, K.R., Freeman, R.L., Ripperdan, R.L. & Taylor, J.F. 2011. Proposed stratotype for the base of the Lawsonian Stage (Cambrian Stage 10) at the First Appearance Datum of *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) in the House Range, Utah, USA. Bulletin of Geosciences 2011, 86(3), 595–620.

9 Westrop, S.R., Adrian, J.M. & Landing, E. The Cambrian (Sunwaptan, Furongian) agnostoid arthropod *Lotagnostus Whitehouse*, 1936, in Laurentian and Avalonian North America: systematics and biostratigraphic significance. Bulletin of Geosciences, 2011, 86(3), 569–594.

10 Dubinina S.V. Konodoty i zonal'naja stratigrafija pogranych otlozhenij kembrija i ordovika. Trudy Geologicheskogo Instituta RAN, t.517, 2000, 239 s.

11 Ergaliev G.H. Nepreryvnyj razrez srednego, verhnego kembrija i tremadoka Malogo Karatau. Izv.AN KazSSR, 1979, №4-5, s.41-52.

12 Apollonov, M. K., Dubinina, S. V. and Zhemchuzhnikov, V. G. Bатырбай section, South Kazakhstan, U.S.S.R. – potential stratotype of the Cambrian–Ordovician Boundary. Geological Magazine, v.125, 1988, pp. 445-449.

13 Abdulin A.A., Chakabaev S.E., Zajcev Ju.A. i dr. Svodnyj putevoditel' jekskursij 045A i 101A, Mezhdunarodnyj geologicheskij kongress, XXVII sessija, Alma-Ata, Kazahstan, 1984, 86 s.

14 Abdulin A.A., Apollonov M.K., Ergaliev G.H. Putevoditel' Tret'ego Mezhdunarodnogo simpoziuma po kembrijskoj sisteme, jekskursija 2, Alm-Ata, 1990, 63s.

15 Ergaliev, G.Kh., Zhemchuzhnikov, V.G., Popov, L.E., Bassett, M.G., Nikitina O.I., Dubinina S.V., Ergaliev, F.G., Fazylov E.M. 2009. Field excursion guide 14th International field conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. Almaty, 70.

16 Ergaliev G.H. Trilobity srednego i verhnego kembria Malogo Karatau. 1980, Alma-Ata, Nauka, 208s.

17 Chugaeva, M.N., Apollonov, M.K. 1982. The Cambrian-Ordovician boundary in the Bатырбай section, Malyi Karatau Range, Kazakhstan, USSR. In: Bassett, M. G. and Dean, W. T. (eds). The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations. National Museum of Wales, Geological Series, no. 3, Cardiff, pp.77-85.

18 Zhemchuzhnikov V.G. Litostratigrafija i jevoljucija bassejnov pozdnego kembrija i rannego ordovika Malogo Karatau i Severo-Zapadnogo Pribalhash'ja. Avtoreferat kand. diss. Alma-Ata, 1990, 24s.

19 Zhemchuzhnikov V.G. Karbonatnye brekchii v razreze verhnekembrijskih i nizhneordovikskih otlozhenij po logu Bатырбай v Malom Karatau. Litologija i poleznye iskopaemye, 1986, № 6, S. 76-87.

20 Cook H. E., Taylor M. E., Zhemchuzhnikov V. G., Apollonov M. K., Ergaliev G. Kh. et al., 1991. Comparison of Two Early Paleozoic Carbonate Submarine Fans. Western United States and Southern Kazakhstan, Soviet Union: Paleozoic Paleogeography of the Western United States –II, Pacific Section SEPM, Vol. 67, 847-872.

21 Ivshin N.K. Verhnekembrijskie trilobity Kazahstana, chast' 1, trudy Akademii Nauk KazSSR, 1956, 98s

22 Borukaev R.A., Ivshin N.K. Verhnij kembrij i nizhnij ordovik severo-vostoka i vostoka Central'nogo Kazahstana. Tr. Soveshhanija po unifikacii stratigraficheskikh shem dopaleozoja, i paleozoja Vostochnogo Kazahstana, t.1, Alma-Ata, 1960, s.117-143.

23 Ergaliev G.H. Shema stratigrafii kembrijskih otlozhenij juzhnogo i zapadnoj chasti central'nogo Kazahstana. V sb.: Dopaleozoj i paleozoj Kazahstana, t.1, Alma-Ata, Nauka, s.112-115.

24 Ergaliev G.H. Granica kembrija i ordovika v juzhnom Kazahstane i Ulutau. V sb.: Stratigrafija i paleontologija nizhnego paleozoja Kazahstana., Alma-Ata, Nauka, s.6-16.

25 Ergaliev G.H., Ergaliev F.G. Agnostidy srednego i verhnego kembrija Aksajskogo Gosudarstvennogo geologicheskogo zakaznika Juzhnogo Kazahstana (reka Kyrshabakty, hrebet Malyj Karatau), chast' 1, Almaty, Gylym, 376s.

26 Ergaliev, G.Kh. and Ergaliev, F.G. 2001. Middle Cambrian trilobites and stages of the Malyi Karatau Range (southern Kazakhstan). In Peng, S.C., Babcock, L.E. and Zhu, M.Y. (eds.), Cambrian System of South China. University of Science and Technology Press of China, Hefei, p.256.

27 Apollonov M.K., Zhemchuzhnikov V.G. Litostratigrafija Batyrbajskogo razreza pogranichnyh otlozhenij kembrija i ordovika v Malom Karatau. Izvestija AN KazSSR, Ser.geol., 1988, № 1, str. 22-36.

Резюме

Ергалиев Г.Х., Жемчужников В.Г., Дубинина С.В., Попов Л.Е., Альберг П., Покровский Б.Л.

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ., «Әскер Мұнай» ЖСШ, Алматы қ.; Ресей ғылым академиясының Геологиялық институты, Мәскеу қ.; Уэльс Ұлттық Музейі, CathaysPark, CardiffCF10 3NP, UnitedKingdom, Wales, Лунд Университетінің геология департаменті, Solvegatan 12 , SE- 223 62 Lund, Sweden)

LOTAGNOSTUS AMERICANUS BILLINGS 1860 ТАБУ ҚАРАТАУ ТАУЫНДА (ҚАЗАҚСТАН) 10-ШЫ КЕМБРИЙЛІК ЯРУСТЫҢ ШЕКАРАСЫН ОРНАТУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕДІ

Кіші Қаратау тауындағы Батырбай кимасында *Lotagnostus americanus* агностоиді табылды, ол орта және жоғарғы кембрийдің үздіксіз кимасында жоғарғы кембрийдің фурон бөлігінің 10-шы терминалды ярусын белгілеуге мүмкіндік береді. Бұл табылған олжа Орталық және Оңтүстік Қазақстандағы төменгі ордовик шөгінділерімен көмкерілген жоғарғы кембрий шөгінділерінің кеңінен таралғандығын айғақтайды. Қазақстандық кималар әлемдегі ең кереметтердің бірі, стратиграфиялық кималар түрлі қазбалы фаунада жақсы зерттелген.

Тірек сөздер: стратиграфия, кембрий, кималар, агностидтер, ярустар.

Summary

Yergaliev G. Kh., Zhemchuzhnikov V.G., Dubinin S.V., Popov L.E., Ahlberg P., Pokrovsky B.L.

(Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev, Almaty, "Asker Munay" LLP, Almaty; the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow; National Museum of Wales, CathaysPark, CardiffCF10 3NP, UnitedKingdom, Wales, Department of Geology, Lund University, Solvegatan 12 , SE- 223 62 Lund, Sweden,)

DETECTION OF *LOTAGNOSTUS AMERICANUS* BILLINGS 1860 ALLOWS TO ESTABLISH THE BORDER OF THE 10th CAMBRIAN STAGE IN THE KARATAU MOUNTAINS (KAZAKHSTAN)

In Batyrbai cross-section in the Malyi Karatau mountains was found *Lotagnostus americanus* agnostoid, which allows to mark out the 10th terminal stage of Eurongian series of the Upper Cambrian in a continuous cross-section of Middle and Upper Cambrian. This finding suggests a widespread of Upper Cambrian deposits in central and southern Kazakhstan, onlapping by deposits of the Lower Ordovician. Kazakh cross-sections are one of the best stratigraphic cross-sections in the world well-studied diverse fossil fauna.

Keywords: stratigraphy, Cambrian, cross-section, agnostoid, stage.

Поступила 21.10.2013 г.

А.Т. КАСЕНОВА, К.Ш. ДЮСЕМБАЕВА

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

СТРАТИГРАФИЯ ОЛИГОЦЕН-НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТОРГАЙСКОГО ПРОГИБА

Аннотация

На основании наличия датирующих остатков фауны и флоры возраст отложений сарыинской, челкарнуринской, уркимбайской свит и лисаковских слоев определен авторами ранним олигоценом (рюпелем). Отложения кайдагульской свиты – поздним олигоценом-ранним миоценом. Описания литофациальных комплексов рассматриваемых свит, стратиграфическое положение их в разрезах, пространственное размещение, обоснование возраста и связанные с ними твердые полезные ископаемые, приводятся в хронологическом порядке.

Ключевые слова: стратиграфия, возраст свит, литофациальные комплексы, датирующие остатки фауны и флоры, пространственное размещение, полезные ископаемые.

Тірек сөздер: стратиграфия, свита жасы, литофациялық кешендер, жас анықтаушы фауна және флора қалдықтары, кеңістікте орналасуы, пайдалы қазбалар.

Keywords: stratigraphy, suites age, lithofacies complexes dated from the remains of fauna and flora, spatial location and minerals.

Введение. В результате проведенных исследований были составлены схемы стратиграфического расчленения континентальных олигоцен-четвертичных отложений Торгайского прогиба [1,2]. Новые схемы были скоррелированы с ярусными подразделениями международной стратиграфической шкалы 2000 г., они детализируют и уточняют схемы, принятые на III Казахстанском стратиграфическом совещании в г. Алматы в 1986 г (таблица 1).

В предыдущих схемах стратиграфические подразделения челкарнуринской и сарыинской свит были скоррелированы с поздним олигоценом (хаттским ярусом), возраст отложений кайдагульской свиты, определен ранним миоценом. В стратиграфической схеме авторов, на основании наличия датирующих остатков фауны и флоры возраст отложений сарыинской, челкарнуринской, уркимбайской свит и лисаковских слоев определен ранним олигоценом (рюпелем). Отложения кайдагульской свиты – поздним олигоценом-ранним миоценом.

Олигоцен-нижнеплиоценовые литофациальные комплексы Литофациальные комплексы – это осадки отложенные на определенной площади и в одних и тех же условиях, характеризующиеся одним и тем же комплексом литологических и палеонтологических особенностей.

Олигоценовые отложения на территории Торгайского прогиба по литологическим особенностям и органическим остаткам, содержащимся в них, подразделяются на два яруса: рюпельский и хаттский.

Рюпельский ярус относится к раннему олигоцену и определяет возраст следующих литофациальных комплексов: курганских слоев, сложенных озерно-аллювиальными осадками; аллювиальных отложений лисаковских слоев; озерных и озерно-аллювиальных отложений уркимбайской свиты; озерно-аллювиальных и озерных отложений челкарнуринской и сарыинской свит.

Курганские слои сохранились на отдельных участках северной части Торгайского прогиба, согласно залегают на глинах чеганской и тавдинской свит и представлены зеленовато-серыми глинами с прослоями слюдисто-кварцевых песков и железистых песчаников.

Курганские слои содержат комплекс моллюсков рюпельского возраста: *Laevicar dium cingulatum* Goldf., *Isocardia ex.*, *gr. subtrans*, *versa* Orb и др.; и спорово-пыльцевые комплексы, переходные от чеганского и тавдинского горизонтов к атлымскому и уркимбайскому; то есть охарактеризованы палиноспектрами раннего олигоцена: *Quercus confena* Boitz, *Q. Graciliformis* Boitz, *Q. Conferrta* Boitz., *Betula ssp* и др. Отложения курганских слоев по составу и органическим

остаткам могут быть сопоставлены, по данным Б. С. Цирельсона [3], с отложениями ащайрыкской свиты нижнего олигоцена Северного Приаралья.

Таблица 1 – Сопоставление схем стратиграфического расчленения континентальных олигоцен-неогеновых отложений Торгайского прогиба

| Стратиграфическая схема 1986 г., отв. редактор Б. С. Цирельсон, составители: Б. Ж. Аубекеров, А. И. Гуськова и др. | | Стратиграфическая схема 2005 г., отв. ред. Б. С. Цирельсон; составители: А. Т. Касенова, А. И. Гуськова и др. | |
|--|-----------------|---|-----------------|
| Стратиграфические подразделения (раздел, звено, свиты, слои) | Возраст | Стратиграфические подразделения (раздел, звено, свиты, слои) | Возраст |
| Эоплейстоцен (апшерон) – нижний плейстоцен (жуншиликская свита) | $N_2^3 - Q_1$ | Эоплейстоцен-нижний неоплейстоцен (жуншиликская свита) | $Q_E - Q_1^1$ |
| Верхний плиоцен (акчагыл) (кустанайская свита) | N_2^3 | Верхний плиоцен (кустанайская свита) | N_2^3 |
| Средний плиоцен (бишкольская свита) | N_2^{1-2} | Средний плиоцен (бишкольская свита) | N_2^2 |
| Верхний миоцен-нижний плиоцен (жиландинская свита) | $N_1^3 - N_2^1$ | Верхний миоцен-нижний плиоцен (жиландинская свита) | $N_1^3 - N_2^1$ |
| Средний-верхний миоцен (свита турме) | N_1^{2-3} | Средний-верхний мицен (свита турме) | N_1^{2-3} |
| Нижний-средний миоцен (терсекская свита) | N_1^{1-2} | Нижний-средний миоцен (терсекская свита) | N_1^{1-2} |
| Нижний миоцен (кайдагульская свита) | N_1^1 | Верхний олигоцен-нижний миоцен (кайдагульская свита) | $E_3^2 - N_1^1$ |
| Верхний олигоцен (хатт) (челкарнуринская, сарыинская свиты) | ? E_3^2 | | |
| Нижний олигоцен (рюпель) (уркимбайская свита, лисаковские слои) | E_3^1 | Нижний олигоцен (сарыинская, челкарнуринская, уркимбайская свиты, лисаковские слои) | E_3^1 |

Литофациальный комплекс лисаковских слоев представленный **аллювиальными отложениями**, названный А. Я. Брагиным по Лисаковскому месторождению железных руд [4] или, как их называют некоторые исследователи, аллювиальной “железородной” фацией.

Отложения лисаковских слоев выполняют древние погребенные долины: Лисаковскую, Шиелинскую и Кировскую, расположенные в центральной части Убагано-Тобольского поднятия. Все они имеют широтное или близкое к нему простирание и врезаны, в основном, в зеленые морские глины верхнего эоцена чеганской свиты. Осадки, выполняющие указанные долины, обнажены очень слабо и выходят на дневную поверхность в виде небольших пятен. Они изучены, в основном, по керну буровых скважин. Разрез по составу очень невыдержан и характеризуется резкими переходами от тонкозернистых песков к грубозернистым, от глин к пескам или песчаникам без оолитов гидрогетита, к оолитовым пескам или к оолитовым железным рудам. В них сосредоточены крупные месторождения с уникальными запасами оолитовых железных руд: Кировское, Лисаковское, Шиелинское и ряд проявлений. Комплекс принадлежит, преимущественно, к русловой подфации, подчиненное значение имеют мелкоземистые отложения стариц, озер и болот, располагающихся, по-видимому, в пределах обширных пойм древних речных долин.

Терригенный материал песков описываемого литофациального комплекса представлен кварцем, местами с примесью полевых шпатов. Тяжелая фракция песков состоит из магнетита, сидерита, циркона, ставролита, ильменита и цоизита, и в меньшем количестве – пироксена, эпидота, роговой обманки, халцедона, граната и слюды. Глины большей частью алевритистые или песчанистые, по своему минеральному составу они, в основном, бейделлит-нонтронитовые. Мощность аллювия лисаковских слоев на всем протяжении долин весьма изменчива – от 10-15 м до 70 м и более. Для осадков всей толщи характерна косая слоистость потокового типа.

Осадки лисаковских слоев ранее относились к кайдагульской свите верхнего олигоцена, но при проведении съемки масштаба 1:50 000 установлен фациальный переход образований лисаковских слоев в нижнюю часть отложений уркимбайской свиты, следовательно, возраст ее в настоящее время определяется ранним олигоценом [4, 5].

Литофациальный комплекс **уркимбайской свиты** представленный отложениями **озерной фации**, повсеместно развит в Западно-Торгайской впадине и западной части Жиланшикской впадины. Отложения протягиваются сплошной полосой вдоль западного борта Торгайского прогиба от верховьев р. Иргиз до г. Орджоникидзе, охватывая правобережье меридионального

отрезка верховья р. Тобол и в крайней западной части Жиланшикской впадины. Описываемые отложения выполняют пологие ложбины меридионального направления и лежат с резким размывом на морских глинах чеганского горизонта и лишь в западной части Торгая залегают на более древних мел-палеогеновых образованиях, а местами – на палеозойских породах и перекрываются молодыми осадками олигоцена, неогена и плейстоцена.

Комплекс сложен глинами, алевритами и мелкозернистыми слюдисто-кварцевыми песками серого, темно-серого, шоколадно-коричневого цвета с прослоями светло-серых известковистых алевритов и глин, с редкими линзами известковистых и железистых песчаников и бурых железняков. Наиболее характерными признаками описываемых осадков является тонкая равномерная горизонтальная слоистость и обилие на плоскостях наслоения тонко-рассеянного обуглившегося растительного детрита и чешуек светлой слюды. По вещественному составу осадки озерной фации невыдержанные, на одних участках преобладают алевриты и глины, на других – пески. Мощность слоев от 3-5 до 10-15 м и более, наблюдается приуроченность песчаных разностей к нижним горизонтам свиты. Переходы между песчаными и глинистыми слоями постепенные. В песчаных разностях пород также преобладает горизонтальная слоистость, но более крупная, местами прерывистая и волнистая. Мощность осадков озерной фации, вследствие неровности рельефа почвы, испытывает резкие колебания – от нескольких метров в прибортовых частях рассматриваемой впадины, до 70-80 м в центральной ее части.

По минеральному составу глины озерной фации, по данным окрашивания и термического анализа, по исследованиям В. А. Сахарова [6], сложены монтмориллонитом с примесью гидрослюды и каолинита. При микроскопическом изучении глин отмечается значительное содержание в них гелифицированного органического вещества, присутствие дисперсного пирита и железистого хлорита. Глины всегда содержат примесь алевритового материала от 20 до 50%. Алевритовый материал представлен угловатыми и угловато-окатанными зернами кварца (35-60%), чешуйками слюды (5-20%), полевыми шпатами (3-10%) и единичными обломками пород.

Пески рассматриваемой фации преимущественно мелкие и тонкие. По минеральному составу – кварцевые, с примесью полевых шпатов (до 26%), слюды (до 3,5%), хлорита и др. минералов. Тяжелая фракция песков составляет доли процента, представлена, в основном, черными рудными минералами – ильменитом (60-70%), лейкоксеном (до 18%), цирконом (5-10%), магнетитом (3-6%), эпидотом (1-2%), рутилом (0,3-2,0%), гранатом (0,6-3,4%), турмалином (0,2-1,6%), ставролитом (0,2-1,5%), в отдельных образцах – дистеном, амфиболами, силлиманитом и гидроокислами железа. В единичных пробах процентное содержание тяжелой фракции и, соответственно, титан-циркониевоносных минералов возрастает, как это имеет место в районе оз. Аларсор, где обнаружена Аларсорская группа циркон-рутил-ильменитовых россыпей.

Литофациальный комплекс **уркимбайской свиты** представленный осадками **озерно-аллювиальной фации** прослеживается, в основном, в западной прибортовой части Торгайского прогиба. Характерными чертами отложений является преобладание песчаных разностей и хорошо выраженная косая слоистость для всей толщи этой фации. Полный разрез описываемых осадков прослеживается вдоль чинка Шалкарнура, где они с глубоким размывом залегают на зеленовато-серых фаунистически охарактеризованных глинах верхнего эоцена и перекрываются песчано-глинистыми отложениями челкарнуриной свиты. Эти осадки в бортах чинка сложены тонко – и ритмически-переслаивающимися серыми мелкозернистыми песками с тонкими железистыми корочками и серовато-коричневыми гумусированными алевритами и глинами. Вся толща имеет хорошо выраженную косую слоистость. Общая мощность озерно-аллювиальных осадков составляет 20-22 м.

Данные З. С. Пескарь, О. А. Беяковой, Э. Е. Волковой, Н. С. Евлентьевой, М. А. Сахаровой и Е. П. Бойцовой, изучавших спорово-пыльцевые спектры из отложений уркимбайской свиты, указывают, что преобладающей в комплексе является пыльца покрытосеменных растений. Споры мхов и папоротниковообразных встречены в небольшом количестве и принадлежат родам *Sphagnum*, *Polypodium*, *Marsilea*. Пыльца голосеменных растений представлена, в основном, пыльцой семейств: *Taxodiaceae* и *Pinaceae*. Среди пыльцы покрытосеменных растений господствующей является пыльца рода *Quercus*, значительное распространение имеет пыльца рода *Pinus* и пыльца cf. *Rhus Dodonaea sandvicensis Scherff-Mayi* семейства *Sapindaceae*. Указанные

виды флоры, произраставшие при теплоумеренном климате, указывают, по определению И. В. Васильева, на нижнеолигоценый возраст вмещающих пород.

Е. П. Бойцова отмечает, что спорово-пыльцевые комплексы отражают хвойно-широколиственно-таксодиевый состав растительности с небольшим участием лиственных субтропических растений, произраставших при теплоумеренном климате с небольшим участием лиственных субтропических растений.

Литофациальный комплекс **челкарнуринской свиты** представленный осадками **озерно-аллювиальной фации**, развит в прогибе почти повсеместно и обнажается в береговых обрывах рек, балок и вскрыт многочисленными скважинами. Они с размывом залегают на образованиях уркимбайской свиты или на более древних морских глинах палеогена. Сложены эти отложения в нижней своей части преимущественно монтмориллонитовыми глинами светло-серыми с зеленоватым оттенком и зеленовато-серыми алевритами, постепенно к основанию сменяющимися пестроцветными глинами (буровато-серыми, светло-серыми, коричневатокрасными). В верхней части – преобладают серые мелкозернистые пески и алевриты. Описываемые осадки челкарнуринской свиты, в основном горизонтально-слоистые, местами прослеживается косая слоистость, что указывает на присутствие на отдельных площадях аллювиальных образований. Общая мощность свиты от 5-6 до 35 м и более. Наибольшая мощность их до 40 м отмечается в северной части Восточно-Торгайской впадины, на отдельных участках Западно-Торгайской впадины и в центральной части Жиланшикской впадины. Для алевритисто-песчаной аллювиальной толщи описываемой свиты характерно почти повсеместное обогащение ее тяжелым рудным шлихом, в составе которого преобладает ильменит, рутил, лейкоксен и циркон. На отдельных участках концентрация титана достигает промышленных размеров.

С рассмотренными литофациальными комплексами челкарнуринской свиты нижнего олигоцена парагенетически связаны месторождения и проявления Тобольской группы циркон-рутил-ильменитовых россыпей, несколько крупных месторождений строительных и формовочных песков.

Спорово-пыльцевой комплекс из пород челкарнуринской свиты характеризуется следующими особенностями: разнообразием и богатством состава пыльцы широколиственных пород [6].

Возраст отложений свиты как раннеолигоценый определяется, в основном, по наличию органических остатков позвоночных животных. Наиболее богатые захоронения олигоценых позвоночных (индрикотериевый комплекс) установлен из местонахождений Шалкартениз – разрез Челкарнур и Шингузсай, расположенный северо-восточнее разреза Челкарнур.

Таким образом, анализ стратиграфического распространения вышеперечисленных таксонов позвоночных и растений, свидетельствует о вероятной датировке вмещающих литофациальных комплексов второй половиной раннего олигоцена (рыпеля).

В разрезе описываемых отложений челкарнуринской свиты, на территории Торгайской впадины, в юго-восточном направлении появляются красноцветные прослои и они постепенно переходят полностью в красноцветную толщу сарыинской свиты.

Литофациальный комплекс **сарыинской свиты** представлен отложениями **озерной фации** и сохранились в виде небольших пятен в юго-восточной части Торгайского прогиба. Они с глубоким размывом залегают на морских зеленовато-серых глинах верхнего эоцена и обнажаются по правобережью р. Улькен-Жиланшик, вблизи развалин мечети Тортмола и урочища Мынескесуек и по р. Дулыгалы-Жиланшик.

Отложения сарыинской свиты сложены буровато-красными глинами с зелеными пятнами, плотными, сухаристыми с линзами алевритистых глин. В основании свиты отмечается прослой (мощностью 0,5 м) алевролитов светло-серого с голубоватым оттенком, в кровле – прослой пестроцветной, комковатой глины (мощностью 3,5 м). По всему разрезу свиты наблюдаются прослои и линзы железистых алевролитов, песков, песчаников и гравелитов, а местами участки, обогащенные стяжениями (в виде желваков и дробинок) и примазками окислов марганца и гидроокислов железа, образующими в кровле свиты целые прослои. Общая мощность осадков сарыинской свиты составляет 24,5 м.

С литофациальным комплексом сарыинской свиты, связаны месторождения и проявления кирпичных глин.

Возраст свиты устанавливается на основании органических остатков позвоночных животных и отпечатков листовой флоры, приуроченных к линзам алевритистых глин нижней части разреза

свиты. Наиболее богатые захоронения листовой флоры и позвоночных известны из местонахождений правобережья р. Улькен-Жиланшик: Тортмола и Мынескесуек.

Своим необычным таксономическим составом, присутствием видов, характерных для позднеэоценовых флор, таких как *Litsea primigenia* Ung., *Leuconthoe protogaea* (Ung.) W. Schimp., *Rhus turkomanica* Korov., *Lindera* sp., флоры этого комплекса резко отличаются от всех других ископаемых флор олигоцена, известных на территории Казахстана и сопредельных регионов и являются, видимо, наиболее древними флорами олигоцена Казахстана.

Местонахождения Мынескесуек и Тортмола представляют собой также уникальные захоронения фаун позвоночных животных единого комплекса. Фауна Тортмолы представлена крайне скудно – одним видом грызунов из мелких ардиномисов – *Dulygalimys kazachstanicus* Vinogradov & Gambarjan, остатки которого были найдены на уровне 4-5 метров от подошвы (т.е. от контакта отложений сарыинской свиты с морскими глинами эоцена). На том же уровне залегают редкие линзы гумусированных плотных алевролитов с отпечатками листьев флоры Тортмолы. Фауна Мынескесуека представлена следующими видами: *Tsaganomys altaicus* Mathew & Grander, *Cyclomytus turgaicus* Vinogradov & Gambarjan, *Ardinomys kazachstanicus* Vinogradov & Gambarjan, *Propaleocastor habilis* Borissoglebskaja и др. Очевидно, что шинтузсайский комплекс флор и позвоночных животных из местонахождений Мынескесуек, Тортмола и Шалкарнура одновозрастный и относится ко второй половине раннего олигоцена.

Литофациальные комплексы **кайдагульской свиты**, представленные озерно-аллювиальными и озерными образованиями в пределах Торгайского прогиба по возрасту коррелируются с **хатт-аквитанским ярусами** позднеолигоценно-раннемиоценового подотделов.

Литофациальный комплекс **озерно-аллювиальных** осадков выполняет северо-восточную часть Восточно-Торгайской впадины, сохраняясь в виде разрозненных пятен на территории Западно-Торгайской впадины. Они обычно приурочены к отрицательным формам рельефа и с резким размывом перекрываются осадками терсекской свиты.

По данным методов нагревания и окрашивания (А. С. Теплова, В. А. Броневова), состав глин рассматриваемой свиты каолиновый, местами каолинит-гидрослюдистый. Мощность озерно-аллювиальных отложений описываемой свиты от 8-14 до 20-25 м. Наибольшая мощность отмечается в северной части Восточно-Торгайской впадины.

Литофациальный комплекс **озерных отложений** кайдагульской свиты, приурочен к Жиланшикской впадине, они сохранились отдельными пятнами в южной части Восточно-Торгайской впадины, обнажаются по рр. Дулыгалы-Жиланшик, Улы-Жиланшик и Кайдагул. Полный разрез описываемого комплекса с хорошо выраженной подошвой и кровлей прослеживается по правому берегу р. Дулыгалы-Жиланшик у мог. Болаттам, отложения с отчетливым размывом залегают на красноцветных глинах сарыинской свиты и перекрываются пестроцветной толщей терсекской свиты.

Мощность осадков озерной фации составляет от 10-15 до 60-100 м в центральной части Жиланшикской впадины. Здесь наблюдаются промышленные отложения бурых углей и лигнитов.

Отложения кайдагульской свиты, богаты органическими остатками, присутствующими в виде отпечатков растений, в изучении которых большой вклад внесли М. О. Борсук, А. Н. Криштофович, Л. Ю. Буданцев, И. В. Васильев, В. С. Корнилова, С. Г. Жилин. По данным этих исследователей, кайдагульская флора принадлежит к мезофильному листопадному типу без заметного участия вечнозеленых растений. Сводный список растений кайдагульской свиты содержит около 80 видов. Характерными видами комплекса являются: *Salvinia mildeana* Goepf., *Taxodium dubium* Heer, *Metasequoia disticha* (Heer) Miki, *Populus balsamoides* Goepf., *Betula dubiosa* Hallik. и др. Палинокомплексы из отложений кайдагульской свиты отражают состав торгайской широколиственной флоры в период ее расцвета, это различные дубы: *Quercus sibirica* Pan., *Fagus grandifoliiformis* Pan., *Juglans sieboldianiformis* Vojc., *Carya simplex* (R. Pot. & Ven.) Elsik, *Taxodiaceae*, *Picea tobolica* Pan. Спорово-пыльцевые комплексы из самой верхней части кайдагульской свиты отличаются некоторой обедненностью состава, уменьшением пыльцы *Taxodiaceae*, увеличением содержания *Betulaceae*, со значительным участием травянистых растений. В целом, возраст осадков кайдагульской свиты по флористическим остаткам определяется как позднеолигоценно – раннемиоценовый хатт-аквитанского яруса

Таким образом, составленные стратиграфические схемы олигоцен-неогеновых отложений Торгайского прогиба позволили провести увязку литофациальных комплексов и связанных с ними полезных ископаемых, определить их возраст и установить продуктивные геохронологические уровни.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Касенова А. Т. Литолого-фациальные комплексы и полезные ископаемые олигоцен-неогеновых отложений Торгайского прогиба // Известия НАН РК. Серия геологическая. – Алматы, 2005, № 6. – С. 43-61.
- 2 Аубекеров Б. Ж., Гуськова А. И., Касенова А. Т., Кузнецова Л.Л., Цирельсон Б. С. Литолого-фациальный состав олигоцен-плиоценовых отложений осадочных бассейнов Торгайского прогиба и их минералогия // Известия НАН РК. Серия геологическая. – Алматы, 2006, № 5. – С. 4-19.
- 3 Брагин А. Я. Верхний олигоцен // Геология СССР, том XXXIV, Тургайский прогиб, геологическое описание, книга 1. – М.: Недра, 1971. – С. 375-411.
- 4 Сахаров В. А. Нижний-средний олигоцен // Геология СССР, Т. XXXIV, Книга 1. – 1971. – С. 353-375.
- 5 Бойцова Е. П. Спорово-пыльцевые комплексы из морских и прибрежно-морских отложений палеогена Северных и Восточных чинков Устюрта: Общие проблемы стратиграфии и биостратиграфии палеогена Тургая и Средней Азии // Тр. ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 102. – Л., 1964. – С. 67-74.

REFERENCES

- 1 Kasenova A. T. *Litologo-facial'nye komplekсы i poleznye iskopaemye oligocen-neogenovykh otlozhenij Torgajnskogo progiba*. Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja. Almaty, 2005, № 6. S. 43-61 (in Russ.).
- 2 Aubekero B. Zh., Gus'kova A. I., Kasenova A. T., Kuznecova L.L., Cirel'son B. S. *Litologo-facial'nyj sostav oligocen-pliocenovyx otlozhenij osadochnyx bassejnov Torgajnskogo progiba i ih mineragenija*. Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja. Almaty, 2006, № 5. – S. 4-19 (in Russ.).
- 3 Bragin A. Ja. *Verhnyj oligocen* // *Geologija SSSR, tom XXXIV, Turgajskij progib, geologicheskoe opisanie, kniga 1*. M.: Nedra, 1971. S. 375-411 (in Russ.).
- 4 Saharov V. A. *Nizhnij-srednij oligocen*. Geologija SSSR, T. XXXIV, Kniga 1. – 1971. – S. 353-375 (in Russ.).
- 5 Bojцова E. P. *Sporovo-pyl'cevye komplekсы iz morskix i pribrezhno-morskix otlozhenij paleogena Severnyh i Vostochnyx chinkov Ustjurtja: Obshhie problemy stratigrafii i biostratigrafii paleogena Turgaja i Srednej Azii*. Tr. VSEGEI. Novaja serija. T. 102. L., 1964. S. 67-74 (in Russ.).

Резюме

А.Т. Қасенова, К.Ш. Дүйсембаева

(К.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университет, Алматы қ.)

ТОРГАЙ ИЛІМДЕРІНІҢ ОЛИГОЦЕН-НЕОГЕНДІК ТҮЗІЛІМДЕРІНІҢ СТРАТИГРАФИЯСЫ

Авторлар жас анықтаушы фауна және флора қалдықтары арқылы сарыйін, челкарнұра, үркімбаи свиталар мен лисаков қабаттар түзілімдерінің жасын ерте олигоцен (рюпел) деп анықтаған. Қайдагул свита түзілімдерін – соңғы олигоцен-ерте миоцен деп анықтады. Литофациялық кешендер сипаттамалары мен олардың қималарда стратиграфиялық орналасуы, кеңістіктегі орналасуы, жастарын айқындау және олармен байланысты пайдалы қазбалар хронологиялық ретімен келтірілген.

Тірек сөздер: стратиграфия, свита жасы, литофациялық кешендер, жас анықтаушы фауна және флора қалдықтары, кеңістікте орналасуы, пайдалы қазбалар.

Summary

A.T. Kasenova, K.S. Dyusembaeva

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

STRATIGRAPHY OF OLIGOCENE-NEOGENE SEDIMENTS OF TORGAY YIELD

On the basis of the presence of dated residues of the fauna and flora sediments age of saryinskaya, chelkarnurinskaya, urkimbayskaya suites and lisakovskiy layers was defined by authors of the early Oligocene (rupel). The deposits of kaydagulskaya suite are dated by late Oligocene-early Miocene. Descriptions of lithofacies complexes of considered suites, their stratigraphic position in the sequences, spatial location, foundation of age and related solid minerals are listed in chronological order.

Keywords: stratigraphy, suites age, lithofacies complexes dated from the remains of fauna and flora, spatial location and minerals.

Поступила 23.08.2013 г.

УДК 550.812.1

Б.С. ЗЕЙЛИК

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

**К ПРОБЛЕМЕ УКРЕПЛЕНИЯ РУДНОЙ БАЗЫ
ЖЕЗКАЗГАНСКОГО РАЙОНА. ВЫДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ОРУДЕНЕНИЕ ПО НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОГНОЗА НА ОСНОВЕ УДАРНО-ВЗРЫВНОЙ ТЕКТОНИКИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Аннотация

Предлагается новая технология прогноза месторождений в Жезказганском рудном районе, основанная на принципах ударно-взрывной тектоники (УВТ) и использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Многолетние исследования выявляют приуроченность многих месторождений полезных ископаемых к концентрическим зонам растяжения-разуплотнения земной коры, разделенным зонами сжатия, с малым числом месторождений или без них, в космогенных кольцевых структурах. Наиболее перспективными для выявления новых рудных объектов являются пространства, находящиеся в блоках взаимного наложения зон растяжения-разуплотнения соседствующих кольцевых структур. Возможен, как региональный прогноз – на основе гигантских и крупных кольцевых структур, так и локальный прогноз – на основе структур меньшего диаметра. Необходимо привлечение данных гравиметрии.

Ключевые слова: прогноз месторождений полезных ископаемых, кольцевые космогенные структуры, зоны растяжения-разуплотнения и сжатия, блоки их взаимного наложения, гравиметрия.

Тірек сөздер: пайдалы қазбалар кенорнын болжау, шеңберлі космогенді құрылымдар, созылу-тығыздалу және қысылу зоналары, өзара орналасу блоктары.

Key words: prediction, deposits, minerals, cosmogenic ring structure, areas of tension – compression and decompression, blocks of their overlap.

«Мы должны исходить в нашей работе из факта, что наша планета и вся Солнечная система постоянно получают из галактического пространства материальные тела. В своей научной работе геолог часто забывает, что он имеет дело не просто с Землей, а с одной из земных планет Солнечной системы».

Академик АН СССР – В.И. Вернадский [14]

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

Профессор – Н.Е. Мартыанов. Томский Государственный Университет

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

Во исполнение этого указания предлагается новая технология прогноза месторождений полезных ископаемых. В данном случае имеются в виду, прежде всего месторождения металлических полезных ископаемых [29].

Подтверждением данной технологии, как инновации, является Казахстанский патент №12039, касающийся месторождений металлических полезных ископаемых (приоритет изобретения 26 февраля 2001 г.) [19]. Патентные поиски, предшествовавшие выдаче этого патента, подтверждают абсолютную новизну и казахстанский приоритет предлагаемой прогнозной технологии в мировом масштабе.

Как известно, выдающийся геолог современности К. И. Сатпаев придавал большое значение вопросам геологии рудных месторождений и минеральных ресурсов Казахстана, в частности, разработке принципов и методов составления прогнозных металлогенических карт полезных ископаемых. Будучи одним из создателей металлогенической науки в СССР и основоположником казахстанской школы металлогении, он разработал комплексный метод металлогенического анализа, решил многие вопросы теории рудообразования и прогноза месторождений полезных ископаемых.

В развитие идей К. И. Сатпаева по прогнозу месторождений полезных ископаемых предлагается новая технология регионального и локального прогнозирования месторождений полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники (УВТ) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [8-13,15-29,33-35]. В данном случае предлагается конкретный прогноз в Жезказганском рудном районе в связи с необходимостью укрепления рудной базы Производственного Объединения «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс».

Ускоренное индустриальное развитие – важнейшая цель всего казахстанского общества. К этому призывает Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев.

В этом плане следует рассматривать предлагаемую новую технологию, ее актуальность и практическую значимость. Научная значимость определяется широким использованием новейшей дистанционной информации, извлекаемой из космических снимков. Прогноз месторождений полезных ископаемых следует осуществлять, используя космические снимки в совокупности с огромной информацией о размещении в геологическом пространстве известных и разведанных месторождений углеводородов, месторождений металлических и других твердых полезных ископаемых. И тех и других на территории Казахстана великое множество. Поиски, разведка и эксплуатация месторождений углеводородов на территории Республики ведутся более сотни лет, поиски, разведка и эксплуатация месторождений твердых полезных ископаемых ведутся более двухсот лет. Этим сказано многое. Пространственное положение известных месторождений обнаруживает закономерности, которым, несомненно, должны подчиняться еще не выявленные месторождения, «ждущие» своего открытия. Новая технология, благодаря использованию космической информации, неведомой до наступления космической эры, позволяет с помощью простых приемов, без углубления в детали и частности геологии, выявить эти закономерности и опереться на них в современных прогнозных построениях.

Научная значимость предлагаемой технологии освещена в многочисленных республиканских и московских публикациях [8-11,13,15,16,20,21,23,24,26-29,34,35] и закреплена в Евразийском (Москва) [17] и Казахстанских (Алматы) [16,18,19] патентах.

Основной идеей новой технологии является максимально возможное сокращение площадей, заслуживающих постановки дорогостоящих детальных поисковых и геологоразведочных работ.

Сейчас известны многие усовершенствованные геофизические и геохимические методы, которыми следует покрывать регулярным опробованием (через определенные интервалы) не огромные территории, что делалось ранее, например, при металлометрических съемках, а ограничиваться, специально выявленными по новой технологии, небольшими площадями.

Средства, высвобождаемые в результате сокращения площадей поисков, представляют собою прямую экономию. Часть этих средств может быть направлена на углубленное исследование пространств, рассматриваемых с позиций новой технологии, как наиболее перспективные.

Предлагаемая новая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых опирается на важнейший структурный поисковый фактор, который ранее не учитывался, или учитывался весьма ограниченно. Этим фактором являются кольцевые структуры (КС) [7,11,13]. И, прежде всего, космогенные кольцевые структуры различных масштабов, которым сопутствуют концентрические зоны растяжения-разуплотнения и сжатия геологической среды [1,2,4,17-24,26,27,29,34,35,41].

Кольцевые структуры и размещение месторождений полезных ископаемых.

Исследования последних лет показывают, что месторождения полезных ископаемых часто приурочены к кольцевым структурам, как к эндогенным [7], так и к экзогенным. Многолетние исследования показывают, что кольцевые структуры, с которыми связаны многие месторождения полезных ископаемых, являются результатом бомбардировки Земли метеоритами, астероидами и кометами, т.е. структурами космогенной, -импактной природы – астроблемами (звездными ранами) и гигантскими **астроблемами – гиаблемами** [1,2,8-13,15-24,26-29,33-35,45].

Следует подчеркнуть, что представления о связи месторождений полезных ископаемых с космогенными кольцевыми структурами в данное время привлекают все большее число сторонников.

В частности, в последние годы, на это обращено внимание в научно-исследовательских работах по Программе №16 Президиума Российской Академии Наук, выполнявшихся под кураторством Вице-Президента РАН, академика РАН Н.П. Лаврова.

Яркие примеры приуроченности к гигантским космогенным кратерам с диаметрами больше 100 км крупнейших месторождений золота, никеля, импактных алмазов и нефти приведены в, опубликованном под редакцией Н.П. Лаврова, альбоме – монографии **«Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы»** [36]. Это кратер Вредефорт (Южная Африка), D-200 км, возраст 2.0 млрд. лет: половина мировых запасов золота. С.А. Вишневский уверенно связывает с этим гигантским кратером знаменитое золотоурановое месторождение Витватерсранд, «на долю которого многие десятилетия приходилось около половины всей мировой добычи золота» [2]. Это кратер Садбери (Канада), D~200 км, возраст 1.9 млрд. лет: 1/3 мировых запасов никеля. Кратер Попигай (Россия), D-100 км, возраст 36 млн. лет: гигантское месторождение импактных технических алмазов, превосходящих по своим абразивным свойствам искусственные алмазы и вдвое превышающих по твердости алмазы из кимберлитовых и лампроитовых трубок взрыва. Кратер Чиксулуб (Мексика), D-180 км, возраст 65 млн. лет: нефть Кампече, 2/3 добычи Мексики.

К этому следует добавить установленную в последние годы возможность обнаружения в гигантской Прикаспийской впадине, о космогенной природе которой будет сказано ниже, месторождений благородных металлов [30-33,47].

Изобилие кольцевых структур на поверхности нашей планеты демонстрируют: Схема размещения предполагаемых и установленных космогенных структур на Земле [11], Космогеологическая карта СССР [37], Карта космогеологических объектов России [38], Космогеологическая карта территории России [40], Космогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1500 000 (Зейлик Б.С. и др., 2004) и Космогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1000 000 (Зейлик Б.С. и др., 2008) [Республиканские геологические фонды Казахстана].

В новой технологии космогенным кольцевым структурам, в особенности, крупным и гигантским космогенным кольцевым структурам, придается особое значение. В частности, в 1999-2001 гг. по заданию Комитета геологии и охраны недр тогдашнего Министерства Энергетики и Минеральных Ресурсов Республики Казахстан была выполнена работа: «Выявление пространственных закономерностей размещения месторождений углеводородов в целях их прогноза на основе нового подхода к анализу аэрокосмогеологических и геофизических материалов на территории Казахстана» [Республиканские геологические фонды Казахстана]. В этой работе первостепенная роль космогенных кольцевых структур и, сопровождающих их концентрических зон растяжения-разуплотнения и сжатия геологической среды [41], подчеркнута.

Исследования, выполняющиеся в Казахстане на протяжении многих лет и опирающиеся на широкое использование новейшей космической информации, т.е. данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволили установить, что нефтегазоносные бассейны, имеющие изометричные округлые или эллипсовидные очертания, приурочены к гигантским астроблемам – гиаблемам [11,13,15,24].

Весьма важно подчеркнуть, что к мысли о том, что Прикаспийская впадина, к примеру, представляет собою гиаблему, выдвинутой 35 лет назад [11], независимо пришел недавно молодой японский геолог Таканогу Нaito [53]. Ранее к подобной же мысли по поводу Шаньдунского бассейна в Китае пришел Huang Yujin [52]. Автор и Huang Yujin обменялись по этому поводу письмами.

Исследования, выполненные в Казахстане, позволили выявить важные закономерности в пространственном размещении месторождений углеводородов в связи с гигантскими и крупными космогенными кольцевыми структурами – такими, как Прикаспийская впадина, Северокаспийско – Горномангистауская структура и сопутствующие им Актобинская и Бузашинская кольцевые структуры [3,17,18,20,21,24, 26,27,35,49 и др.].

В соответствии с флюидодинамической концепцией образования месторождений полезных ископаемых, выдвинутой Б.А.Соколовым и В.И.Старостиным [48], 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, т.е. с флюидодинамическими процессами.

Очевидно, что основную массу месторождений, связанных с флюидодинамическими процессами, составляют месторождения металлических полезных ископаемых. В меньшем количестве присутствуют месторождения неметаллов: пьезооптического кварца, горного хрусталя, халцедона, в том числе цветного, агата, агата мохового, агальматолита, оптического флюорита, бирюзы и др. Выполненный анализ территориального распределения перечисленных месторождений подтвердил эту мысль.

Логично было представить, что наиболее выраженную рудоконтролирующую роль, для основной массы месторождений, связанных с флюидодинамическими процессами, могут «осуществлять» наиболее древние зоны растяжения-разуплотнения, соподчинённые с ярко проявленными геологическими структурами. Такими геологическими структурами являются дуги палеозоид Казахстана, описанные академиком НАН РК Е.Д. Шлыгиным [50].

Дуги эти выразительно запечатлены в любых по возрасту геологических образованиях большей части территории Казахстана. Они находят отчётливое проявление в локальных аномалиях силы тяжести, в аномальном магнитном поле [10,11] и являются, по нашему мнению, структурными составляющими Казахстанской гигантской астроблемы-гиаблемы, кратко описанной в [29].

Положение геометрического центра Казахстанской гиаблемы, который располагается в 40-50 км юго-западнее Семипалатинска, а также пространственное размещение известных, явно преобладающих, месторождений металлических полезных ископаемых и присутствующих в значительно меньшем числе месторождений неметаллических полезных ископаемых, позволили осуществить прогнозные построения по новому способу. На всей огромной площади Казахстана, были построены дугообразные зоны растяжения и сжатия Казахстанской гиаблемы. При этом были исключены Западно-Казахстанская нефтегазоносная территория, прогнозные построения для которой были выполнены ранее [17,18,20,21,24,26,27,35 и др.], и территория Рудного Алтая, для которой подобные построения должны быть осуществлены отдельно.

Все построения выполнены в соответствии с принципами ударно-взрывной тектоники (УВТ), которые неоднократно освещены в многочисленных публикациях [8-11,13,23,26,29], и описаниях к упомянутым патентам [16-19].

Методика построения зон растяжения и сжатия проста. Геометрические центры КС определяются по результатам дешифрирования космических снимков, по рельефу, построенному по радиолокационным космическим снимкам, по топографическим, геофизическим и иным картам, на которых проявляется кольцевая структура. Опираясь на пространственное положение геометрического центра КС, и учитывая, в конкретном случае, контуры дуг палеозоид Казахстана, опираясь на пространственное размещение месторождений твердых полезных ископаемых, были определены контуры зон растяжения-разуплотнения и сжатия геологической среды. При этом учитывался радиус влияния Казахстанской гиаблемы в масштабе карты, определяемый внешним радиусом дуг палеозоид Казахстана, которые, как отмечено, ярко запечатлены в геологии и геофизических полях. Таким методом были построены нечётные концентрические зоны растяжения – разуплотнения земной коры: I, III, V, VII, IX, XI, характеризующиеся большим числом месторождений. Эти зоны разделяются пространствами, где месторождения присутствуют в заметно меньшем числе (в частности, в данном случае), либо (в других случаях) могут отсутствовать вообще. Это – чётные концентрические зоны сжатия земной коры: II, IV, VI, VIII, X.

Месторождениям в зависимости от их масштаба, указанного на Карте полезных ископаемых, придавался определённый вес – в виде одной (малые месторождения) или нескольких (средние, крупные и очень крупные месторождения) условных единиц запасов. Подтверждением правильности такой методики является нахождение в зонах сжатия небольшого числа преимущественно только малых месторождений. Поэтому в зонах сжатия количество единиц запасов соответствует или близко числу месторождений. Охарактеризованные построения наглядно проиллюстрированы и подробно описаны в статье [29].

Геологическое строение пространства, в котором размещается месторождение, отражают, сопровождающие его геофизические и геохимические поля, соответствующие данные геохронологии. Таким образом, в пространственном положении каждого месторождения «учтена вся геологическая информация». Это наиболее существенно и важно при прогнозных построениях. В рассмотрении деталей геологии на данном этапе нет необходимости [29].

Возраст Казахской гигантской космогенной кольцевой структуры соответствует рубежу ордовикской и силурийской систем.

При построении карт прогноза месторождений полезных ископаемых регионального масштаба необходимы, по меньшей мере, два-три этапа построений, опирающихся на крупные и гигантские космогенные структуры, диаметры которых измеряются сотнями километров и до тысяч километров. В качестве примера, в статье [29], в соответствии с описанием изобретения, приведенном в патенте [19], выполнены региональные прогнозы первой и второй стадии на структурах с подобными диаметрами.

В результате выполненных прогнозных построений выделены блоки трехкратного растяжения. В контурах этих блоков находятся крупнейшие редкометалльные месторождения мирового класса: Верхнее Кайракты и Коктенколь. К этой же группе блоков тяготеет вторая по значимости в Мире провинция железомарганцевых месторождений (Ушкатын 3 и др.). В подобных же блоках трехкратного растяжения находятся очень крупное Караобинское [W,Bi,Mo(Sn)] редкометалльное месторождение и крупное молибденовое месторождение Шалгия [29].

В рассматриваемом случае, Жезказганский рудный район в региональном плане находится в VII-ой зоне растяжения-разуплотнения Казахской гиаблемы [29]. Далее осуществляется переход к локальным прогнозным построениям непосредственно в Жезказганском рудном районе.

Локальное прогнозирование месторождений металлических полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники и данных ДЗЗ для планирования конкретных поисковых работ может и должно осуществляться в границах проявления космогенных кольцевых структур значительно меньших масштабов. Диаметры этих структур измеряются десятками километров и первыми километрами [23].

В частности, в данное время, в связи с остро стоящей проблемой сырьевого обеспечения действующего Производственного Объединения «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс», срочные, не терпящие переноса на будущее, детальные поисково-разведочные работы, осуществляемые по новой технологии, должны быть выполнены на основе локального прогноза поблизости к этому предприятию.

В данной статье предприняты и предлагаются прогнозные построения в двух вариантах: **1. С опорой на кольцевые структуры, выраженные в рельефе, что предполагает их относительно молодой возраст** **2. На основе кольцевых структур, запечатленных на космических снимках, но не выраженных в рельефе, что предполагает их древний (палеозойский) возраст, в сочетании с одной из структур, проявленной в рельефе, но морфологические элементы которой отчетливо вмещают и контролируют все месторождения Жезказганского рудного района.**

Важно обратить внимание на следующее. М.К. Сатпаева, посвятившая многие годы исследованию месторождений Жезказганского рудного района, выделила «Медный пояс Жезказган-Айнак» и при этом пришла к следующим выводам:

«1. Все крупные месторождения, известные в пределах данной меридиональной зоны, находятся внутри крупных кольцевых структур с диаметром 80-120 км, осложненных разломами и малыми кольцами, проявленных на космоснимках, сделанных аппаратом «Landsat». Лишь месторождения Жиландинской группы, расположенные в 40 км севернее Жезказгана, не имеют

собственной кольцевой структуры, являясь, вероятно, частью Жезказганского рудного поля ». Это утверждение М.К. Сатпаевой заслуживает серьезного внимания. И далее:

«2. На территории, располагающейся к юго-востоку от месторождений Жезказган и Жаман-Айбат, на космоснимках наблюдается ряд кольцевых структур, весьма близких по размерам и строению структурам, контролирующим положение названных месторождений. Участки, связанные с вновь выявленными кольцевыми космоструктурами перспективны на поиски скрытых месторождений и заслуживают дальнейшего изучения» [46]. Первоочередным шагом дальнейших исследований М.К.Сатпаева считала необходимость привлечения данных гравиметрической съемки.

Первый вариант прогноза (с опорой на кольцевые структуры, выраженные в рельефе).

В Жезказганском рудном районе и в его окрестностях в рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки, отчетливо проявлены 6 кольцевых структур (рис.1, А, Б).

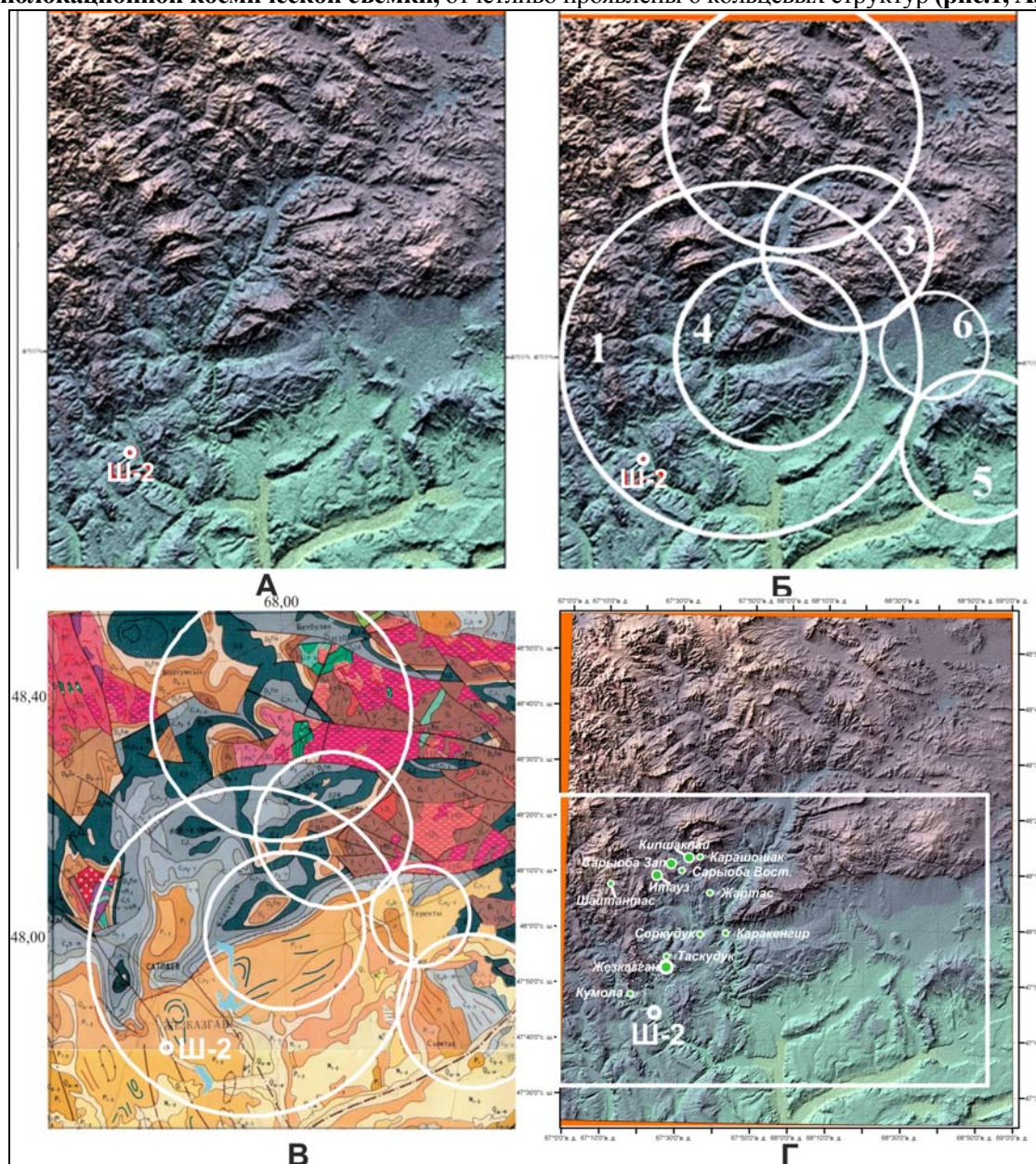


Рисунок 1 – Кольцевые структуры, проявляющиеся в рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки (А, Б). Контуры структур нанесены на Геологическую карту Казахстана [5] (В). Пространственное размещение месторождений в Жезказганском рудном районе (оконалин белым прямоугольником) (Г). Структурам даны номера и названия: Жезказганская -1, Северная – 2, Средняя – 3, Каракенгирская – 4, Юго-Восточная – 5, Теректинская – 6. Показана скважина Ш-2

Контуры кольцевых структур нанесены на Геологическую карту Казахстана масштаба 1:1 000 000 [5] (рис.1, В). Все структуры наложены на гетерогенную геологическую ситуацию, что указывает на их экзогенную (космогенную, импактную) природу.

Месторождения Жезказганского рудного района (окоптурен белым прямоугольником), нанесены на рельеф по данным Карты полезных ископаемых Казахстана масштаба 1:1 000 000 [39] (рис.1, Г).

С учетом выделенных кольцевых структур, опираясь на пространственное размещение двенадцати известных месторождений, построены концентрические зоны растяжения и сжатия трех кольцевых структур: Жезказганской, Северной (как наиболее значительных по размерам, вероятно, кометных, т.к. у них отсутствуют кратеры) и Юго-Восточной (астероидной, обладающей кратером) (рис.2).

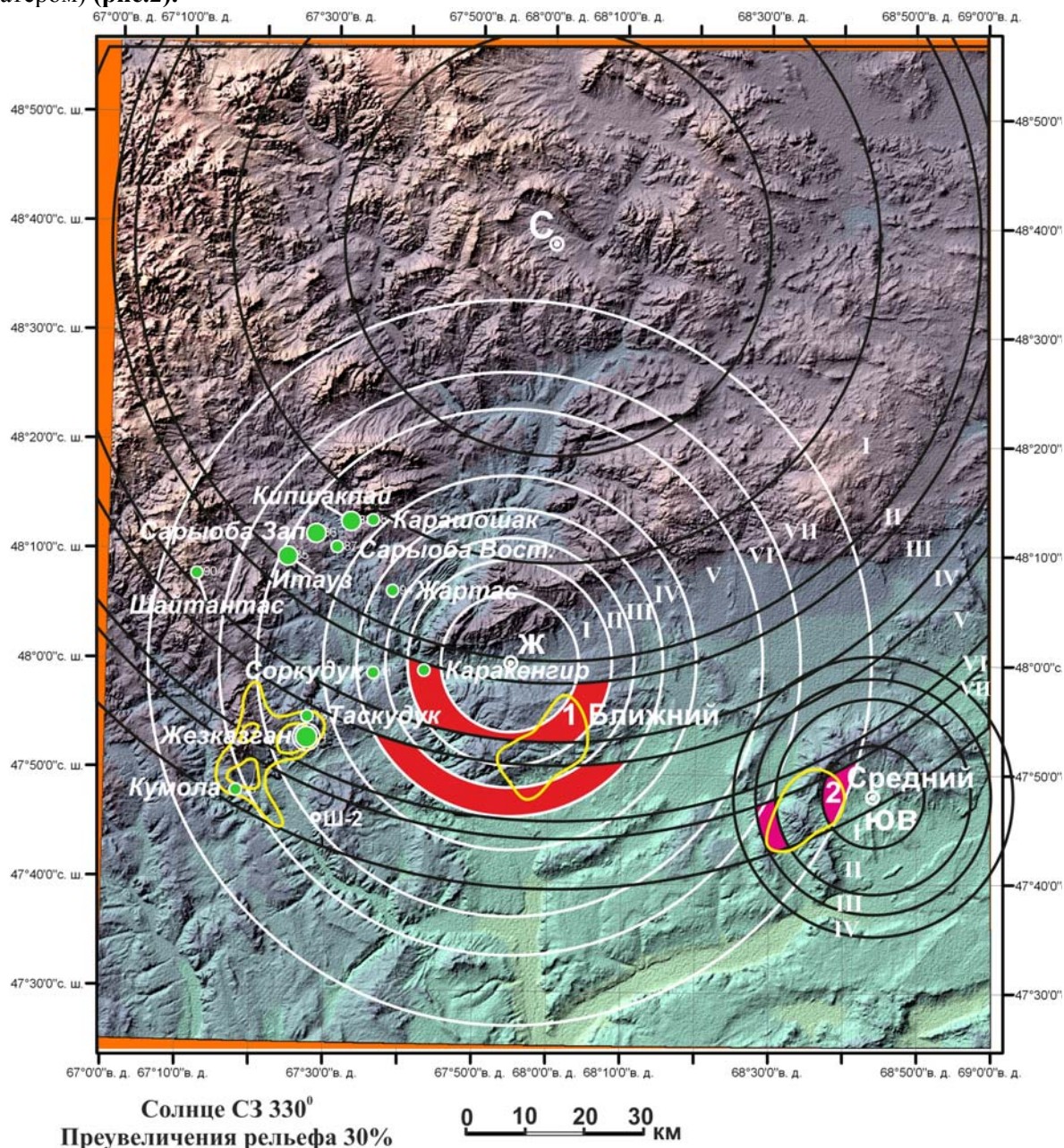


Рисунок 2 – Кольцевые структуры, проявленные в рельефе, построенном по данным радиолокационной космической съемки: Жезказганская (центр – Ж), Северная (центр – С) и Юго-Восточная (центр – ЮВ). Кольцевым структурам сопутствуют концентрические зоны растяжения-разуплотнения (обозначены нечетными римскими цифрами) и сжатия (обозначены четными римскими цифрами) [41]. Показаны все месторождения района. Показаны желтыми контурами: гравитационный максимум – 1 (Ближний), гравитационный максимум – 2 (Средний), а также гравитационный максимум, вмещающий месторождения Жезказган, Таскудук и Кумола (западный гравитационный максимум)

Как можно видеть, в этих построениях не учтены все выделяемые в рельефе кольцевые структуры. Помимо неучтенных Средней (структура 3), Каракенгирской (структура 4) и Теректинской (структура 6), в южной и юго-восточной части района дугообразными долинами временных водотоков намечаются кольцевые структуры, центры которых находятся за пределами территории, охватываемой на приведенных рисунках. В дальнейшем, при необходимости, при более детальных прогнозных построениях, эти структуры могут быть также учтены.

Выше было подчеркнuto, что М.К. Сатпаева, обратив внимание на контроль месторождений Жезказганского рудного района кольцевыми структурами различного диаметра, подчеркнула необходимость привлечения данных гравиметрической съемки.

Анализ размещения месторождений на гравиметрической карте, конкретно, на Карте остаточных аномалий Δg м-ба 1:500 000, обнаруживает, что рудные поля Жезказгана (очень крупное месторождение) и Жаман-Айбата (крупное месторождение), находятся в контурах относительных гравитационных максимумов. В связи с этим внимание привлекают три гравитационных максимума. Им даны названия и номера: гравитационный максимум – 1 (**Ближний**), гравитационный максимум – 2 (**Средний**), гравитационный максимум – 3 (**Дальний – Табылга**). Первые два максимума – 1 (**Ближний**) и 2 (**Средний**) показаны на **рис.2**, включая 3 (**Дальний – Табылга**), показаны на **рис.3**.

Учет данных гравиметрии, этого весомого геофизического поискового признака, требует внимательного отношения к гравитационному максимуму 3 (**Дальний-Табылга**), который уже давно выдвинут в качестве высокоперспективного на выявление нового рудного объекта. Правда, на этом объекте еще в период 1962-1968 гг., т.е. полвека назад, Южной партией ДГРЭ была пробурена поисковая скважина Ю-6 глубиной в 280 м. Рудный объект не был обнаружен, видимо, в силу недостаточной глубины бурения. В данное время этот объект следует рассматривать как перспективный. Он заслуживает поисковой проверки бурением, но скважинами большей глубины.

Заслуживает проверки глубоким бурением локальный гравитационный максимум, расположенный в Юго-Восточной КС. Это гравитационный максимум – 2 (**Средний**). На нем гораздо позднее, в 1995-1996 гг., была пробурена поисковая скважина. Но, к сожалению, она была задана в краевой части гравитационного максимума, а не в его центральной части, что указывает на необходимость современной проверки этого явно перспективного объекта.

Но весьма серьезного, первоочередного, внимания заслуживает крупный по площади гравитационный максимум, центральная часть которого расположена восточнее центральной части гравитационного максимума (западного грави-тационного максимума), вмещающего месторождения Жезказган, Таскудук и Кумола, на расстоянии в 40-45 км. Это гравитационный максимум – 1 (Ближний). Наблюдаемая гравитационная картина позволяет надеяться на обнаружение крупного рудного объекта (второго Жезказгана?), но, скорее всего, залегающего на некоторой глубине. Этот максимум, по характеризующим его цифрам интенсивности, превышает максимум, которым отмечается крупное месторождение Жаман-Айбат и не уступает ему по площади. Как известно, рудные тела на Жаман-Айбате находятся на глубинах 400-700 м.

Данный гравитационный максимум находится в относительной близости к Жезказгану и через него проходит железная дорога. Это весьма существенный технико-экономический фактор.

На выделенных, с помощью предлагаемого инновационного метода прогноза, ограниченных по размерам, площадях необходимо провести исследования современными геофизическими и геохимическими методами. В частности, необходимо поставить и провести на этих площадях «глубинную» форму геохимических поисков: геохимию метода подвижных форм – МПФ и др.. Базовые методы геохимии в последние годы положительно зарекомендовал себя в Китае (выделение Северо-Шаньдунской золоторудной провинции с несколькими промышленными месторождениями золота с запасами более 10-20 тонн, в Австралии (в Бендиго-Баларатской золоторудной провинции), Канаде, США, Индии, России и в Казахстане (Рудный Алтай) [42-44].

Излагая предлагаемые локальные прогнозныe построения, следует подчеркнуть, что связь месторождений полезных ископаемых, с космогенными кольцевыми структурами, на которую обращалось внимание выше, в данное время широко известна [36].

Поскольку, как было отмечено выше, рудные поля Жезказгана и Жаман-Айбата находятся в контурах относительных гравитационных максимумов, постольку естественным было выполнить

анализ пространственного положения всех 12 месторождений Жезказганского рудного района в гравитационном поле. Весь район располагается в гравитационном поле с интенсивностью от -36 мГл до -2 мГл.

Очень крупное месторождение Жезказган находится в ярко выраженном относительном гравитационном максимуме. В контуре этого же максимума находится малое месторождение Таскудук. Оба эти месторождения располагаются в северо-восточной части территории этого, значительного по площади, гравитационного максимума, оконтуренной изолинией -4 мГл. Собственно Жезказган располагается внутри этого максимума на относительно небольшой площади, оконтуренной изолинией -2 мГл (**рис.2**). В подобной же ситуации, т.е. в малом по площади максимуме, с той же интенсивностью в -2 мГл, находится малое месторождение Кумола, располагающееся юго-западнее месторождения Жезказган. Все три месторождения (Жезказган, Таскудук и Кумола) находятся в контуре этого упомянутого гравитационного максимума, оконтуренного изолинией -4 мГл. Он является западным из всех упомянутых выше гравитационных максимумов.

В относительных гравитационных максимумах, но меньшей интенсивности располагаются малые месторождения Каракенгир (на изолинии -6 мГл), Соркудук и Жартаc (между изолиниями -8 мГл, и -10 мГл), малое месторождение Шайтантас (на изолинии -14 мГл), малое месторождение Сарыоба Восточная (между изолиниями -18 мГл, и -20 мГл), малое месторождение Карашошак (между изолиниями -16 мГл и -18 мГл). Три средних месторождения: Итауз, Сарыоба Западная и Кипшакпай находятся в гравитационном поле между изолиниями от -18 мГл до -20 мГл.

Поскольку, как отмечено, наименьшее значение интенсивности гравитационного поля в рассматриваемом районе равно -36 мГл, постольку можно считать, что все названные месторождения, как отмечено, находятся в контурах относительных гравитационных максимумов разной интенсивности. К этому следует добавить, что месторождения **Жаман-Айбат**, о чем было сказано выше, и, в дополнение к нему, месторождение **Таскура**, также расположены в контуре гравитационного максимума с интенсивностью от -6 мГл до -12 мГл.

Очевидно, что приведенные данные должны рассматриваться, как важный поисковый признак.

Итак, гравитационный максимум – **1 (Ближний)**, центральная часть которого расположена на расстоянии в 40-45 км восточнее центральной части гравитационного максимума, вмещающего месторождения Жезказган, Таскудук и Кумола (западный гравитационный максимум), в данный момент представляет наибольший интерес.

Построение концентрических зон растяжения и сжатия Жезказганской и Северной кольцевых структур, с учетом пространственного размещения всех известных меднорудных месторождений Жезказганского рудного района, позволяет выделить блоки двойного растяжения. Их нетрудно выделить на **рис.2**. На этом рисунке цветом особо подчеркнуты только те блоки двойного растяжения, которые охватывают относительно небольшие по площади части этого гравитационного максимума. Площадь северной части этого гравитационного максимума, находящаяся в поле блока двойного растяжения, составляет порядка 40 кв. км. Площадь южной части этого гравитационного максимума, находящаяся в поле блока двойного растяжения, составляет всего 6 кв. км. Суммарно эти площади охватывают всего 27% всей территории данного гравитационного максимума, составляющей 170 кв. км. Следует иметь в виду, что площадь современного рудного поля собственно месторождения Жезказган (очень крупного) [39] составляет 62 кв. км.

Указанные части гравитационного максимума заслуживают пристального внимания. В их пределах должны быть проведены работы по методу МПФ и др., т.е. должны быть применены базовые методы геохимии. После этого должно быть проведено бурение поисковых скважин.

Следует обратить внимание на то, что центральная, внутренняя часть этого максимума «выхвачена» из перспективных площадей соответствующими зонами сжатия Жезказганской и Северной кольцевых структур. Но подобная картина характерна и для западного гравитационного максимума, вмещающего месторождения Жезказган, Таскудук и Кумола (**рис.2**).

Подобным же образом необходимо исследовать гравитационный максимум-2 (**Средний**), расположенный в контуре Юго-Восточной кольцевой структуры (**рис.2**). Восточная и западная части этого гравитационного максимума находятся в границах блоков тройного растяжения. При этом блоки двойного растяжения, лежащие на этот максимум, построены с учетом всех

известных меднорудных месторождений района. Однако третье растяжение опирается на концентрические зоны растяжения и сжатия Юго-Восточной КС, построенные на основе особенностей рельефа, но без данных о пространственном положении известных месторождений, что делает это растяжение менее очевидным. Этот момент следует учитывать.

Восточная часть этого гравитационного максимума, находящаяся в поле блока тройного растяжения, составляет порядка 20 кв. км. Западная часть этого гравитационного максимума, находящаяся в поле блока тройного растяжения, составляет порядка 11 кв. км. Суммарно эти площади охватывают всего около 26% всей территории данного гравитационного максимума, составляющей 120 кв. км.

Отчетливая проявленность всех названных кольцевых структур в рельефе позволяет предполагать их относительно молодой, возможно, мезо-кайназойский возраст, что дает право сомневаться в их рудоконтролирующей роли для палеозойских рудных объектов.

В связи с этим возникла мысль о подобных прогнозных построениях на основе более древних кольцевых структур, проявленных на космических снимках, но не выраженных в рельефе.

Второй вариант прогноза (на основе кольцевых структур, запечатленных на космических снимках, но не выраженных в рельефе, что предполагает их древний (палеозойский) возраст, в сочетании со структурой, проявленной в рельефе, но отчетливо вмещающей все месторождения Жезказганского рудного района).

Более древний возраст кольцевых структур позволяет предположить их значительное эрозионное разрушение и поэтому нивелирование, исчезновение их выраженности и проявления в рельефе. В то же время эрозионное разрушение, удаляющее поверхностные, ярко выраженные, морфологические особенности этих структур, неизбежно обнажает их глубинные зоны, представленные дугообразными и радиальными разломами, которым сопутствуют, сопровождающие эти разломы, мощные обводненные зоны дробления. Эти разломы и зоны дробления подчеркиваются растительностью и поэтому отчетливо проявляются на космических фотоснимках, будучи невыраженными или слабовыраженными в рельефе.

Для таких структур более допустимо предположение об их палеозойском возрасте, «созвучном» палеозойскому возрасту рудных объектов рассматриваемого района.

Три таких структуры привлечены с Космогеологической карты СССР [37]. Космогеологическая карта СССР составлена на основе дешифрирования и геологической интерпретации сканерных изображений малого и среднего разрешения со спутников серии «Метеор» и фотографических снимков со спутников серии «Космос», орбитальных космических станций «Салют» и пилотируемых космических кораблей «Союз». Рельеф на этих снимках никак не проявлен.

Эти три структуры нанесены на Карту полезных ископаемых Казахстана [39] и обозначены как КС-1, КС-2 и КС-3. В качестве четвертой структуры для прогнозных построений привлечена КС-4. Хотя она отчетливо выражена в рельефе, что было подчеркнуто выше, мы посчитали возможным ее использовать, т.к. все рудные объекты находятся внутри нее, в непосредственной близости к ее центру. Это наводит на мысль об их генетической связи.

Прогнозные построения, выполненные на основе перечисленных четырех кольцевых структур с учетом пространственного положения всех 12 месторождений Жезказганского рудного района показаны на **рис.3**.

В плане прогноза, как было отмечено выше, несомненный интерес представляют три упомянутых относительных гравитационных максимума.

В данном, втором варианте прогноза, как и в первом его варианте, наибольший интерес представляет относительный гравитационный максимум, расположенный ближе других к Жезказгану. Это максимум – **1 (Ближний)**.

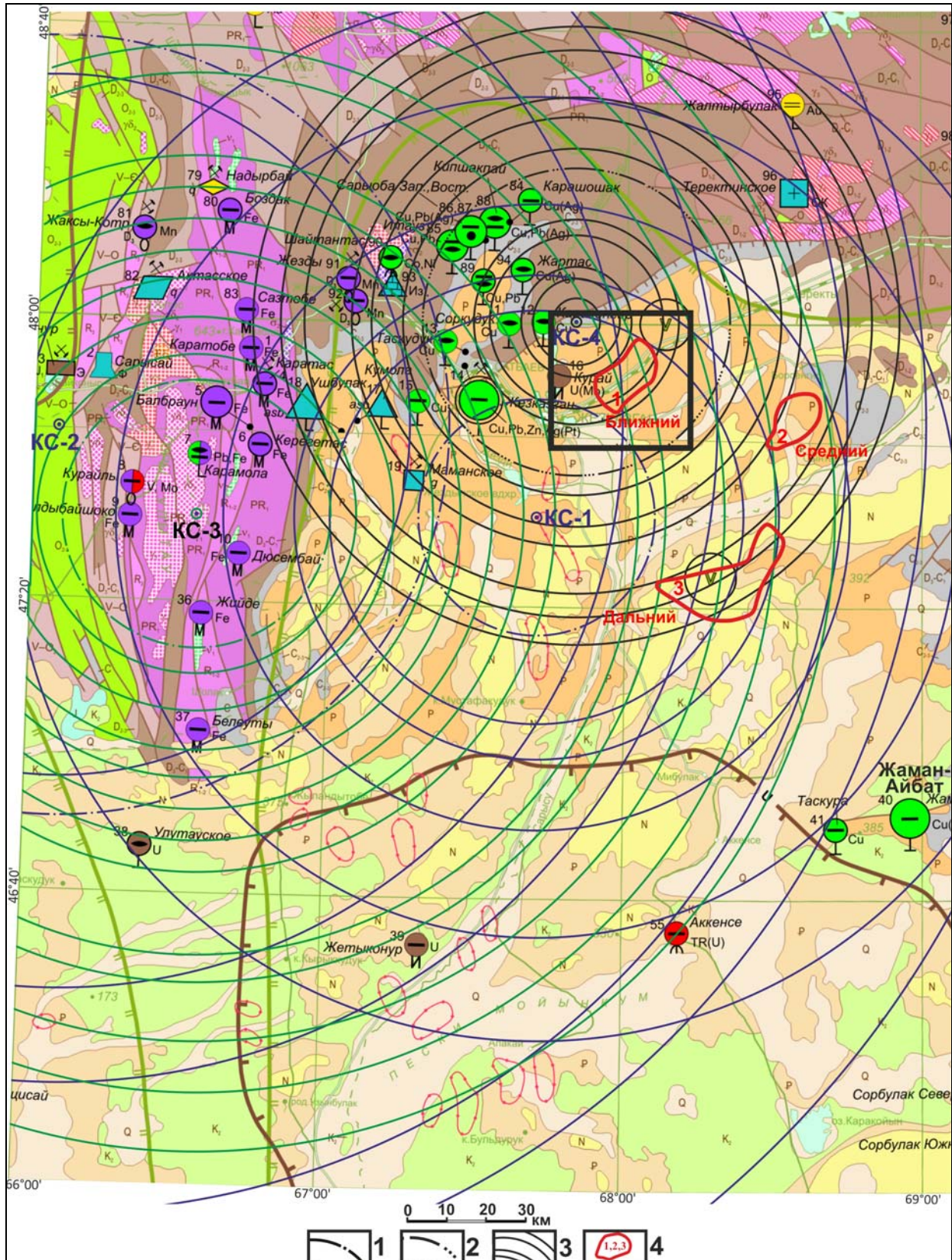


Рисунок 3 – Фрагмент Карты полезных ископаемых Казахстана. 1 – Контуры кольцевых структур (КС-1, КС-2 и КС-3). 2 – Контур Жезказганской кольцевой структуры (КС-4). 3 - Концентрические зоны растяжения и сжатия, показанные тем же цветом, что и контур каждой из этих КС. 4 – Контуры относительных гравитационных максимумов – 1,2,3, в границах которых должны быть поставлены деталиные поисковые работы и осуществлено поисковое бурение. В черном квадрате – гравитационный максимум -1 (Ближний)

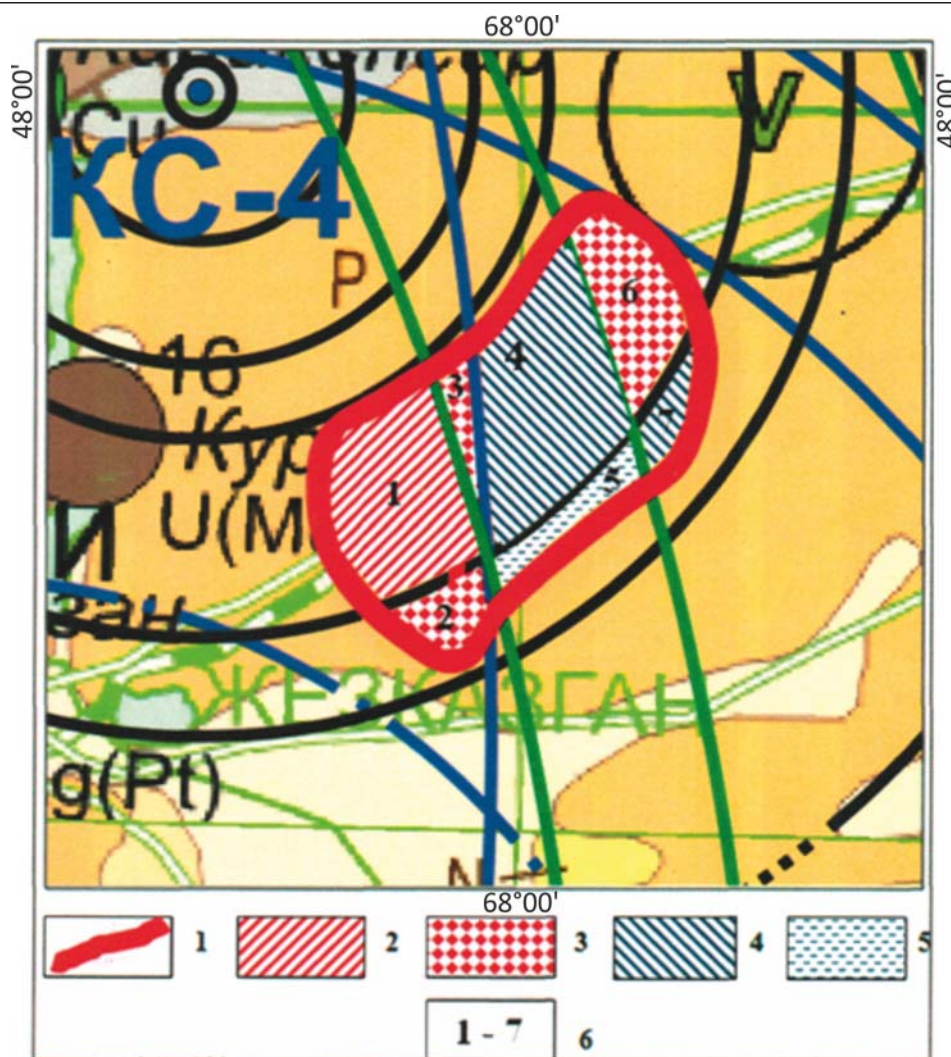


Рисунок 4 – Фрагмент, показанный в черном квадрате на рис. 3. 1 – Контур гравитационного максимума – 1 (Ближний). 2 – Блок четырехкратного растяжения. 3 – Блоки трехкратного растяжения и однократного сжатия. 4 – Блоки двукратного растяжения и двукратного сжатия. 5 – Блок трехкратного сжатия и однократного растяжения. 6 – Номера блоков внутри контура гравитационного максимума

С опорой на пространственное размещение всех меднорудных месторождений Жезказганского района и с учетом пространственного расположения центров перечисленных выше четырех кольцевых структур (КС-1, КС-2, КС-3 и КС-4) были построены концентрические зоны растяжения и сжатия для каждой из них (рис.3).

На основе взаимного наложения концентрических зон растяжения и сжатия всех четырех кольцевых структур определяются блоки наибольшего, среднего и наименьшего растяжения-разуплотнения и сжатия. На рис. 4 приведена дифференциация таких блоков в контуре гравитационного максимума 1-(Ближний).

Гравитационный максимум 2 – (Средний) также представляет несомненный интерес. Он ограничен изолинией -8 мГл. Этот максимум практически полностью находится в блоке четырехкратного растяжения. Гравитационный максимум 3 (Дальний – Табылга) может быть подразделен на блоки различной степени растяжения и сжатия подобно гравитационному максимуму 1-(Ближний).

Следует обратить особое внимание на то, что в контуре гравитационного максимума 1-(Ближний) по двум приведенным вариантам прогноза наблюдаются участки взаимного наложения и перекрытия площадей растяжения геологической среды, наиболее перспективных для постановки поисков. Эти весьма ограниченные по размерам, совпадающие участки, двух вариантов прогноза находятся в северо-северо-восточной и юго-

юго-западной частях этого гравитационного максимума. Очевидно, что в их пределах должны быть осуществлены первоочередные поисковые работы.

Помимо приведенных трех гравитационных максимумов, несомненного внимания заслуживает территория Теректинской кольцевой структуры (**структура 6**). Теректинская кольцевая структура представляет собою депрессию, заполненную раннечетвертичными рыхлыми отложениями, играющими роль перекрывающего чехла для возможных рудных объектов, скрытых на некоторой глубине [5,6].

Гравитационное поле в контурах депрессии характеризуется значениями в -12 мГл и -16мГл и его контуры позволяют наметить некое подобие обособленного гравитационного максимума. Если учесть, что три средних месторождения: Итауз, Сарыоба Западная и Кипшакпай находятся в гравитационном поле между изолиниями от -18 мГл до -20 мГл, то этот объект, несомненно, заслуживает серьезного внимания!

Серьезного внимания заслуживает также площадь, примыкающая к **скважине Ш-2**, пробуренной южнее месторождения Жезказган и обнаружившей мощный пласт пиритизированных серых песчаников (скважина показана на **рис.1 А,Б,В,Г** и **рис.2**).

В соответствии с предлагаемой методикой исследований на основе прогнозных построений в 2002-2003 гг. т.е., 10-11 лет назад, южнее рудного поля месторождения Жезказган, автором была задана глубокая **скважина Ш-2**. Скважина имела глубину 1500 м. На глубине от 1300 м до 1395 м она прошла по тонкозернистым серым песчаникам с желваками пирита по растительным остаткам. Желваки пирита – ярко выраженные признаки гидротермальной деятельности в породах рудоносной таскудукской свиты. **Это высокоинформативный положительный поисковый признак**. Если учесть, что порядок мощностей в разрезе таскудукской рудоносной свиты в Жезказганском рудном районе находится в пределах 200-350 м и при этом в разрезе серые песчаники с рудой и без руды переслаиваются с красноцветными песчаниками, аргиллитами и алевролитами, то **подсечение мощного – в 95 м пласта тонкозернистых серых песчаников с пиритом в общем разрезе таскудукской свиты мощностью в 205 м, пересеченном скважиной, должно привлечь самое пристальное внимание**. Существенно, что наиболее **важный высокоинформативный признак – серые песчаники с пиритом**, причем в пласте значительной мощности, обнаружены на довольно большом удалении от рудного поля месторождения Жезказган – в 11 км. Это указывает на далеко не исчерпанные перспективы пространства, располагающегося к югу от месторождения Жезказган. Следует подчеркнуть, что возрастной размах оруденения в рассматриваемом регионе прослеживается от нижнего карбона (месторождение Итауз) до нижней перми (месторождение Таскура) [46,51].

Заключение.

Результаты выполненных исследований позволяют наметить для проведения детальных поисково-разведочных работ в Жезказганском рудном районе следующие объекты:

1. Площади, рассматриваемые как наиболее перспективные, внутри контура гравитационного максимума **1 (Ближний)**.
2. Гравитационный максимум **2 (Средний)**.
3. Площади, рассматриваемые как наиболее перспективные, внутри контура гравитационного максимума **3 (Дальний – Табылга)**.
4. Серьезного внимания заслуживает **площадь**, перекрытая чехлом рыхлых осадков, расположенная **внутри Теректинской кольцевой структуры**, а также **площадь, примыкающая к скважине Ш-2**, пробуренной южнее месторождения Жезказган и **обнаружившей мощный пласт пиритизированных серых песчаников**.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алексеев А.С., Зейлик Б.С, Воронин Ю.А. Проблема анализа кольцевых структур и космическая охрана Земли. Препринт 912. 31 с. АН СССР. Сибирское отделение. Вычислительный центр. Новосибирск. 1990.
- 2 Вишневецкий С.А. Астроблемы. – Новосибирск: ООО «Нонпарель», 2007. 288 с.
- 3 Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов Д.М. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана // Нефть и газ. 2002. Т.3. 248 с.
- 4 Гаврилов В.П. Феноменальные структуры Земли. Москва. 1978. 144 с.
- 5 Геологическая карта Казахстана. М-6 1:1 000 000 / Гл. редактор Бекжанов Г.Р. Алматы. 1996.

6 Геологическая карта Казахской ССР. М-6 1:500000 (Центрально-Казахстанская серия. Лист М-42-В, Улуту). Отв. редактор Думлер Л.Ф. 1981.

7 Зейлик Б. С. О реликтах крупных палеозойских вулканов в Центральном Казахстане и возможности использования высотных фотоснимков с целью обнаружения подобных структур // Москва. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. №4. С. 74-90.

8 Зейлик Б.С., Сейтмурагова Э.Ю. Метеоритная структура в Центральном Казахстане и её магмородоконтролирующая роль // Москва. ДАН СССР. 1974. Т.218. №1. С.167-170.

9 Зейлик Б.С. Прибалхашско-Илийская космогенная структура и прогноз медно-никелевого оруденения в Северном Прибалхашье // Москва. ДАН СССР. 1975. Т.222. №6. С. 1410-1413.

10 Зейлик Б.С. Космогенные структуры Казахстана и интерпретация кольцевых структур, выраженных в аномальном магнитном поле на территории СССР // Алма-Ата. Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1976. №3. С.69-75.

11 Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). Москва. ВИЭМС. Геоинформ. 1978. 56 с.

12 Зейлик Б.С. Гигантские кольцевые космогенные и унаследованные структуры, и прогноз на глубинные мантийные (в том числе, ювелирные) алмазы // Алмазоносные некимберлитовые породы Казахстана. Алма-Ата. 1986. С.21-32.

13 Зейлик Б.С. Кольцевые структуры Казахстана: Дис. ... докт. геол.-мин. наук. МГРИ. Москва. 1987. 36 с.

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

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

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

17 Зейлик Б.С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Бюллетень Евразийского патентного ведомства. Изобретения (евразийские заявки и патенты). Москва. 1999. №6. С.155.

18 Зейлик Б.С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Официальный бюллетень Патентного ведомства Республики Казахстан «Промышленная собственность». Алматы. 1999. № 2-1 (33). С.120.

19 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.

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

21 Зейлик Б.С. Астроблема – ключ к нефти и газу // Нефтегазовая вертикаль. Москва. 1999. №8. С. 58-63.

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

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

24 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.

25 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.

26 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.

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

28 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.

29 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. №1(30). 2009. С.75-84.

30 Зейлик Б.С., Шевелев Г.А. Прикаспийский нефтегазоносный бассейн как новая крупнейшая рудная провинция благородных металлов // Нефть и газ. Алматы. 2012. №2 (68). С. 63-80.

31 Зейлик Б.С., Тюгай С.М., Шевелев Г.А. Новые технологии прогноза нефтегазоносности и золотоносности Западного Казахстана // Нефть и газ. Алматы. 2012. №5 (71) С. 57-67],

32 Зейлик Б.С., Шевелев Г.А. Прикаспийская впадина: нефтегазоносный бассейн и новая рудная провинция благородных металлов // Промышленность Казахстана. Алматы. 06.2012. №3. (72). С.35-43.

33 Зейлик Б.С., Кадыров Д.Р., Баратов Р.Г. Космогенная угроза земле и соляные купола, обнаженные и необнаженные в метеоритных кратерах – новый тип месторождений благородных металлов // Изв. НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. Алматы. 2012. №1(435). С.109-133.

34 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. МГК – Доклады казахстанских геологов. МИИНТ РК. Комитет геологии и недропользования. КАЗГЕО. АМР РК. Алматы. 2012. С.359-376.

- 35 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.
- 36 Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Гл. ред. Н.П. Лаверов. Москва. ИГЕМ РАН. 2007. С.72
- Космогеологическая карта СССР. М-6 1: 2 500 000 / Под. Ред. Е.А.Козловского. Москва. 1982.
- 37 Карта космогеологических объектов России. М-6 1:10 000 000 / Составил В.Н. Брюханов. Редакторы: *Н.В. Межеловский, А.И. Бурдэ*. Москва. 1995.
- 38 Карта полезных ископаемых Казахстана. М-6 1:1 000 000 Гл. редактор Ужженов Б.С. Алматы. 2003.
- 39 Космогеологическая карта территории России. М-6 1:2 500 000 / Составили В.В.
- 40 Самсонов, СИ. Стрельников, А. А. Пуговкин, В.Н. Зелепугин, Е.К. Федорова. Гл. редакторы: О.В. Петров, А.Ф. Морозов. Ред. А.А. Кирсанов. ФГУП «ВСЕГЕИ». С.-Пб. 2011.
- 41 Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика. Т. VII. Теория упругости. Москва. 1987.188 с.
- 42 Лось В.Л., Гольдберг И.С., Абрамсон Г.Я., Назаров В.Н. Технология прогнозирования и поиска скрытых рудных месторождений // Инновационная технология прогноза, оценки и освоения минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых Республики Узбекистан. Ташкент. 2010. С.86-88.
- 43 Лось В.Л., Абрамсон Г.Я., Гольдберг И.С., Назаров В.Н. Концепция, технология, интерпретация результатов картирования полей концентрации элементов при прогнозно-поисковых работах (Рудный Алтай). VI Всероссийская научно-практическая конференция по прикладной геохимии. Интерпретация и оценка разноранговых рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геологических условиях. 23-26.04.2013. Москва. ИМГРЭ. С. 18-19.
- 44 Лось В.Л. и др. Прогноз, поиски и моделирование рудных объектов. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Т.1А. Алматы. 2008. 466 с.
- 45 Мелош Г. Образование ударных кратеров: геологический процесс. Москва. Мир. 1994.
- 46 Сатпаева М.К. Жезказган: от изучения минералогии руд к поискам скрытых залежей и месторождений. Сборник докладов на XXXIII Международный Геологический Конгресс «Геология Казахстана». Алматы. 2008. С.259-279.
- 47 Милецкий Б.Е. Гипсовые шляпы как, возможно, новый генетический тип месторождений благородных металлов // Геология и охрана недр. Алматы. 2009. №1(30). С.103-104.
- 48 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.
- 49 Червинский О.Ч. Большая нефть. Новое поколение. Алматы, Астана, Актобе и Караганда. 07.07.2000. №27 (111). С.1.
- 50 Шлыгин Е.Д. О сходстве тектонического рисунка Центрально-Казахстанской и Яно-Колымской складчатых областей // Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1976. №3. С. 1-12.
- 51 Штифанов В.И., Сатпаев К.И., Сейфуллин С.Ш., Есенов Ш.Е. Геологоструктурные факторы локализации оруденения и направление дальнейших геологопоисковых и разведочных работ на медь в Жезказганском районе. Большой Жезказган. Геология и Металлогения. Изд. АН Каз ССР. Алма-Ата. 1961.С.101-112.
- 52 Huang Yujin. Meteorite impact is the huge motive power forming the ringlandform in East China // For 30th International Geological Congress. Tianjin Petroleum Chemical Industry Company. Post code 300271, Dagang, Tianjin, China. 1996.
- 53 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 Alekseev A.S., Zejlik B.S., Voronin Ju.A. Problema analiza kol'cevyyh struktur i kosmicheskaja ohrana Zemli. Preprint 912. 31 s. AN SSSR. Sibirskoe otdelenie. Vychislitel'nyj centr. Novosibirsk. **1990**.
- 2 Vishnevskij S.A. Astroblemy. – Novosibirsk: OOO «Nonparel'», **2007**. 288 s.
- 3 Vocalevskij Je.S., Shlygin D.A., Pilifosov D.M. i dr. Glubinnoe stroenie I mineral'nye resursy Kazahstana // Neft' i gaz. **2002**. T.Z. 248 s.
- 4 Gavrilov V.P. Fenomenal'nye struktury Zemli. Moskva. **1978**. 144 s.
- 5 Geologicheskaja karta Kazahstana. M-b 1:1 000 000 / Gl. redaktor Bekzhanov G.R. Almaty. **1996**.
- 6 Geologicheskaja karta Kazahskoj SSR. M-b 1:500000 (Central'no-Kazahstanskaja serija. List M-42-V, Ulutau). Otv. redaktor Dumler L.F. **1981**.
- 7 Zejlik B. S. O reliktah krupnyh paleozojskih vulkanov v Central'nom Kazahstane i vozmozhnosti ispol'zovanija vysotnyh fotosnimkov s cel'ju obnaruzhenija podobnyh struktur // Moskva. Izv. AN SSSR. Ser. geol. **1968**. №4.S. 74-90.
- 8 Zejlik B.S, Sejtмуратова Je.Ju. Meteoritnaja struktura v Central'nom Kazahstane i ejo magmorudokontrolirujushhaja rol' // Moskva. DAN SSSR. **1974**.T.218.№1. S.167-170.
- 9 Zejlik B.S. Pribalhashsko-Ilijskaja kosmogennaja struktura i prognoz medno-nikelevogo orudenenija v Severnom Pribalhash'e // Moskva. DAN SSSR. **1975**. T.222.№6. S. 1410-1413.
- 10 Zejlik B.S. Kosmogennye struktury Kazahstana i interpretacija kol'cevyyh struktur, vyrazhennyh v anomal'nom magnitnom pole na territorii SSSR // Alma-Ata. Izv. AN Kaz SSR. Ser. geol. **1976**. №3. S.69-75.
- 11 Zejlik B.S. O proishozhdenii dugoobraznyh i kol'cevyyh struktur na Zemle i drugih planetah (udarno-vzryvnaja tektonika). Moskva. VIJeMS. Geoinform. **1978**. 56 s.
- 12 Zejlik B.S. Gigantskie kol'cevye kosmogennye i unasledovannye struktury, i prognoz na glubinnye mantijnye (v tom chisle, juvelirnye) almazy // Almazonosnye nekimberlitovye porody Kazahstana. Alma-Ata. **1986**. S.21-32.

- 13 Zejlik B.S. Kol'cevye struktury Kazahstana: Dis. ... dokt. geol.-min. nauk. MGRI. Moskva. **1987**. 36 s.
- 14 Zejlik B.S. O kosmogennom vozdeystvii na Zemlju v svjazi s idejami V.I. Vernadskogo // Alma-Ata. Izv. AN Kaz.SSR. Ser. geol. **1988**. № 6 (304). S. 10—18.
- 15 Zejlik B.S. Udarno-vzryvnaja tektonika i kratkij ocherk tektoniki plit. Alma-Ata. «Gylm». **1991**. 120 s.
- 16 Zejlik B.S. Sposob poiska bogatych i tradicionnyh korennyh mestorozhdenij juvelirnyh i tehniceskikhalmazov i soputstvujushhij im rossypej. Patent № 5369. Zaregistririvan v Gosudarstvennom reestre izobretenij Respubliki Kazahstan 16.07.2001, bjul. №7. KZ(A) №5369, bjul. №4, 15.10.1997.
- 17 Zejlik B.S. Sposob prognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenij uglevodorodov. Bjulleten' Evrazijskogo patentnogo vedomstva. Izobretenija (evrazijskie zajavki i patenty). Moskva. **1999**. №6. S.155.
- 18 Zejlik B.S. Sposob prognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenij uglevodorodov. Oficial'nyj bjulleten' Patentnogo vedomstva Respubliki Kazahstan «Promyshlennaja sobstvennost». Almaty. **1999**. № 2-1 (33). S.120.
- 19 Zejlik B.S. Patent №12039 na izobretenie: Sposob Zejljka prognozirovanija perspektivnyh ploshhadej dlja poiska mestorozhdenij metallicheskih poleznyh iskopaemyh. Zaregistririvan v Gosudarstvennom reestre izobretenij Respubliki Kazahstan 05.07.2002.
- 20 Zejlik B. S., Sydykov K. Zh. Vzgljad iz kosmosa vedet k mestorozhdenijam nefti i gaza // Neft' i gaz Kazahstana (Oil and Gas of Kazahkstan). Almaty. **1999**. № 6. S. 38-46.
- 21 Zejlik B.S. Astroblema – kljuch k nefti i gazu // Neftegazovaja vertikal'. Moskva. **1999**. №8. S. 58-63.
- 22 Zejlik B.S. Raznomasshtabnye kol'cevye struktury – sledstvie katastroficheskikh stolkovenij asteroidov i komet s Zemlej // Bol'shaja Medvedica. Novosibirsk. **2000**. №1. S.16-23.
- 23 Zejlik B.S. Astroblema Semejtau i ejo rudokontrolirujushhaja rol' // Otechestvennaja geologija. Moskva. **2001**. №6. S.65-70.
- 24 Zejlik B.S., Tjugaj O.M., Gurevich D.V., Sydykov K.Zh. Gigantskie astroblemy Zapadnogo Kazahstana i novyj sposob prognoza neftegazonosnosti v osadochnyh bassejnah Mira // Geologija nefti i gaza. Moskva. **2004**. № 2. S. 48-55.
- 25 Zejlik B.S., Kuzovkov G.N. Problema formirovanija platformennyh depressij, vzryvnyh kol'cevych struktur i kosmicheskaja zashhita Zemli dlja sohranenija zhizni na planete // Otechestvennaja geologija. Moskva. **2006**. № 1. S 78-82.
- 26 Zejlik B.S. Novaja ideja prognozirovanija mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh i problema kosmicheskoi ohrany planety dlja sohranenija zhizni na Zemle. VIII Mezhdunarodnaja konferencija «Novye idei v naukah o Zemle». **2007**. Doklady. T.5. Moskva. S.97-100.27 Zejlik B.S. Sovremennye metody regional'nogo prognozirovanija neftegazonosnosti // Neft' i gaz. Almaty. **2009**. №2(50). S.23-38.
- 28 Zejlik B.S. Podkolzin V.F. Transplatformennyj glubinnij razlom – rift i prognoz mestorozhdenij nefti i gaza v ego obramlenii // Neft' i gaz. Almaty. 2009. №6. S.9-21.
- 29 Zejlik B.S. Novaja metodika regional'nogo i lokal'nogo prognozirovanija mestorozhdenij metallicheskih poleznyh iskopaemyh na osnove principov udarno-vzryvnoj tektoniki i dannyh DZZ // Geologija i ohrana neдр. Almaty. №1(30). **2009**. S75-84.
- 30 Zejlik B.S., Shevelev G.A. Prikaspijskij neftegazonosnyj bassejn kak novaja krupnejshaja rudnaja provincija blagorodnyh metallov // Neft' i gaz. Almaty. **2012**. №2 (68). S. 63-80.
- 31 Zejlik B.S., Tjugaj S.M., Shevelev G.A. Novye tehnologii prognoza neftegazonosnosti i zolotonosnosti Zapadnogo Kazahstana // Neft' i gaz. Almaty. **2012**. №5 (71) S. 57-67].
- 32 Zejlik B.S., Shevelev G.A. Prikaspijskaja vpadina: neftegazonosnyj bassejn i novaja rudnaja provincija blagorodnyh metallov // Promyshlennost' Kazahstana. Almaty. 06.2012. №3 (72), S35-43.
- 33 Zejlik B.S., Kadyrov D.R., Baratov R.G. Kosmogennaja ugroza zemle i soljanye kupola, obnazhennye i neobnazhennye v meteoritnyh kraterah – novyj tip mestorozhdenij blagorodnyh metallov //Izv. HAH RK. Ser. geol. i tehn. nauk. Almaty. **2012**. №1(435), S.109-133.
- 34 Zejlik B.S. Udarno-vzryvnaja tektonika i novyj metod prognoza mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh na osnove shirokogo ispol'zovanija dannyh distancionnogo zondirovanija Zemli (DZZ). Nauki o Zemle v Kazahstane. MGK – Doklady kazahstanskih geologov. MiINT RK. Komitet geologii i nedropol'zovanija. KAZGEO. AMP RK. Almaty. **2012**. S.359-376.
- 35 Zejlik B.S., Nadirov N.K., Sydykov K.Zh. Novaja tehnologija prognoza neftegazonosnosti i problema kosmicheskoi ohrany planety dlja sohranenija zhizni na Zemle // Neft' i gaz. Almaty. **2013**. №2 (74). S.51-81.
- 36 Izmenenie okruzhajushhej sredy i klimata. Prirodnye i svjazannye s nimi tehnogennye katastrofy. Gl. red. N.P. Laverov. Moskva. IGE M RAN. **2007**. S.72
- Kosmogeologicheskaja karta SSSR. M-b 1: 2 500 000 / Pod. Red. E.A.Kozlovskogo. Moskva. **1982**.
- 37 Karta kosmogeologicheskikh ob#ektov Rossii. M-b 1:10 000 000 / Sostavil V.N. Brjuhanov. Redaktory: N.V. Mezhelovskij, A.I. Burdje. Moskva. **1995**.
- 38 Karta poleznyh iskopaemyh Kazahstana. M-b 1:1 000 000 Gl. redaktor Uzhkenov B.S. Almaty. **2003**.
- 39 Kosmogeologicheskaja karta territorii Rossii. M-b 1:2 500 000 / Sostavili V.V.
- 40 Samsonov, S.I. Strel'nikov, A. A. Pugovkin, V.N. Zelepugin, E.K. Fedorova. Gl. redaktory: O.V. Petrov, A.F. Morozov. Red. A.A. Kirsanov. FGUP «VSEGEI». S.-Pb. **2011**.
- 41 Landau L.D., Livshic E.M. Teoreticheskaja fizika. T. VII. Teorija uprugosti. Moskva. **1987**.188 s.
- 42 Los' V.L., Gol'dberg I.S., Abramson G.Ja., Nazarov V.N. Tehnologija prognozirovanija i poiska skrytyh rudnyh mestorozhdenij // Innovacionnaja tehnologija prognoza, ocenki i osvoenija mineral'no-syr'evoi bazy tverdyh poleznyh iskopaemyh Respubliki Uzbekistan. Tashkent. **2010**. S.86-88.
- 43 Los' V.L., Abramson G.Ja., Gol'dberg I.S., Nazarov V.N. Konceptcija, tehnologija, interpretacija rezul'tatov kartirovanija polej koncentracii jelementov pri prognozno-poiskovyh rabotah (Rudnyj Altaj). VI Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija po prikladnoj geologii. Interpretacija i ocenka raznorangovyh rudogenykh geohimicheskikh anomalij v slozhnyh landshaftno-geologicheskikh uslovijah. 23-26.04.2013. Moskva. IMGRJe. S. 18-19.

44 Los' V.L. i dr. Prognoz, poiski i modelirovanie rudnyh ob#ektov. Kompleksnaja pererabotka mineral'nogo syr'ja Kazahstana. T.1A. Almaty. **2008**. 466 s.

45 Melosh G. Obrazovanie udarnyh kraterov: geologicheskij process. Moskva. Mir. 1994.

46 Satpaeva M.K. Zhezkazgan: ot izuchenija mineralogii rud k poiskam skrytyh zalezhej i mestorozhdenij. Sbornik dokladov na XXXIII Mezhdunarodnyj Geologicheskij Kongress «Geologija Kazahstana». Almaty. **2008**. S.259-279.

47 Mileckij B.E. Gipsovyje shljapy kak, vozmozhno, novyj geneticheskij tip mestorozhdenij blagorodnyh metallov// Geologija i ohrana neдр. Almaty. **2009**. №1(30). S.103-104.

48 Sokolov B.A., Starostin V.I. Fljuidodinamicheskaja koncepcija obrazovanija mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh (uglevodorodnyh, metallicheskih i nemetallicheskih) // Smirnovskij sbornik – 97. Moskva. Fond im. akad. V.I. Smirnova. **1997**. S.99-147.

49 Chervinskij O.Ch. Bol'shaja neft'. Novoe pokolenie. Almaty, Astana, Aktobe i Karaganda. 07.07.**2000**. №27 (111). S.1.

50 Shlygin E.D. O shodstve tektonicheskogo risunka Central'no-Kazahstanskoj i Jano-Kolymskoj skladchatyh oblastej // Izv. AN Kaz SSR. Ser. geol. **1976**. №3. S. 1-12.

51 Shtifanov V.I., Satpaev K.I., Sejfullin S.Sh., Esenov Sh.E. Geologostrukturnye faktory lokalizacii orudenenija i napravlenie dal'nejshih geologoposkovyih i razvedochnyh rabot na med' v Zhezkazganskom rajone. Bol'shoj Zhezkazgan. Geologija i Metallogenija. Izd. AN Kaz SSR. Alma-Ata. **1961**. S.101-112.

52 Huang Yujin. Meteorite impact is the huge motive power forming the ringlandform in East China // For 30th International Geologikal Congress. Tianjin Petroleum Chemical Industry Company. Post code 300271, Dagang, Tianjin, China. **1996**.

53 Takanori Naito. A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspion Basin // INPEX CORPORATION, г. Джакарта, Индонезия. Нефть и газ. Алматы. **2011**. №6(66). С. 121-134.

Резюме

Б.С. Зейлик

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

ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ МӘЛІМЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ БОЛЖАУДЫҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫ БОЙЫНША СОҚҚЫЛЫ-ЖАРЫЛЫС ТЕКТОНИКАСЫМЕН ЖЕЗҚАЗГАН АЙМАҒЫНЫҢ КЕНДІ БАЗАСЫН БЕКІТУ МӘСЕЛЕСІНЕ

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде Жезқазған кен аумағында келесі нысандарға ізденіс-барлау жұмыстарын егжей-тегжейлі жүргізуге мүмкіндік береді:

1. Біршама перспективалы аумақ ретінде қарастырылатын аудандар контурының ішінде «жақын» , гравитационды максимумы.

2. «Орташа» гравитационды максимумы.

3. Біршама перспективалы аумақ ретінде қарастырылатын аудандар контурының ішінде «Алыс» (Табиғи) гравитационды максимумы.

4. Теректі шеңберлі құрылымның ішінде орналасқан борпылдақдармен көмкерілген аумақ пен Жезқазғанның оңтүстік жағында бұрғыланған Ш-2 скважинасына кіретін және пиритизирленген сұр топырақта табылған мықты пласттың аумағы маңызды назарды аудартады.

Тірек сөздер: пайдалы қазбалар кенорнын болжау, шеңберлі космогенді құрылымдар, созылу-тғыздалу және қысылу зоналары, өзара орналасу блоктары.

Summary

B.S. Zeylik

(Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev)

ON THE PROBLEM OF STRENGTHENING OF CUPPER-ORE BASE IN ZHEZKAZGAN REGION WITH SELECTION OF PERSPECTIVE AREAS ON NEW TECHNOLOGY TO BASED OF DATE REMOTE SENSING OF THE EARTH

1. The results of the research allow to plan execution of detailed exploration works in the Zhezkazgan mineral region of the following objects: 1. Areas, regarded as the most promising within the contour of the maximum gravitational "The Middle".

2. Gravity maximum "Medium".

3. Areas, regarded as the most promising within the contour of the maximum gravitational "Far" (Tabylga).

4. Serious attention deserves square, roofed by the cover of unconsolidated sediments, located inside Terektinsky ring structure, and the area adjacent to the well Sh-2, drilled to the south of the Zheskazgan deposit and discovered the powerful layer of pyritized gray sandstone.

Key words: prediction, deposits, minerals, cosmogenic ring structure, areas of tension – compression and decompression, blocks of their overlap.

Поступила 23.10.2013 г.

УДК 553(493+46)(235.216)

Е.А.ИВЛЕВА, Н.Т.ПАК

(Институт геологии НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек)

РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЕ ТАНТАЛ-НИОБИЕВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ САРЫСАЙ В КАРБОНАТИТАХ ТЯНЬ-ШАНЯ

Аннотация

Дается характеристика интрузивного комплекса, с которыми связано редкоземельное месторождение в карбонатитах. Рассмотрена минералогическая характеристика редкоземельного и тантал-ниобиевого оруденения. Выделены и охарактеризованы метасоматические ассоциации сопровождающие рудные тела и зоны. Показаны относительные содержания редких земель в рудах. Месторождение отнесено к альбититовому типу в карбонатитах.

Ключевые слова: месторождение, редкие земли, тантал, ниобий, карбонатит, метасоматит, интрузия.

Тирек сөздөр: кенорын, сирек жерлер, тантал, ниобий, карбонатит, метасоматит, интрузия.

Keywords: deposit, rare earths, tantalum, niobium, carbonatite, metasomatic rock, intrusion.

Карбонатиты магматического происхождения - довольно широко распространенные в мире породы. Чаще всего они встречаются в составе сложных кольцевых плутонических щелочно-ультраосновных комплексов, в ассоциации с ультраосновными и щелочно-ультраосновными породами: оливинитами, пироксенитами, урритами, ийолитами и др. Гораздо реже карбонатиты встречаются в щелочно-габброидных и сиенитовых комплексах. При развитии карбонатитов по сиенитам могут формироваться ореолы альбититов с тантал-ниобиевым и редкоземельным оруденением (Nb, Ta, TR, Y). Наиболее характерной является циркон-пирохлоровая минерализация. Серии нефелиновых и щелочных сиенитов, сопряженных с гранитоидами, могут нести более разнообразную постмагматическую минерализацию в альбититах, кальцититах, гидротермалитах (Nb, Ta, Zr, Li, TR, Th, U) [1, 2].

Примером такой рудной минерализации в карбонатитах Тянь-Шаня, связанных с сиенитами может служить комплексное тантал-ниобиевое редкоземельное месторождение Сарысай.

Сарысай является вторым по значимости и средним по величине запасов месторождением редких земель в Кыргызстане. Самым крупным и известным месторождением редких земель на территории Кыргызстана является месторождение Кутессай-2 [3]. Оно разрабатывалось с середины прошлого столетия до 1995 г. В настоящее время планируется возобновление добычи руд Канадской фирмой «Stans Energy corp».

Месторождение Сарысай находится в юго-восточной части Кыргызстана в Кокшальском хребте (рисунок1). Район месторождения сложен терригенно-карбонатными отложениями девона, карбона и перми. Интрузивные породы представлены нижнепермскими гранитами, гранитами-рапакиви Джангартского комплекса и верхнепермскими щелочными породами Кайчинского массива и его сателлитами, с которыми связано тантал-ниобиевое и редкоземельное оруденение.

Кайчинский массив входит в состав Суртекинского интрузивного комплекса образованного, в период позднепермской постколлизийной внутриплитной активизации. Породы данного комплекса относятся к калий-натровой серии щелочных пород и распространены только в Южном Тянь-Шане.

Суртекинский комплекс состоит из ряда довольно крупных интрузивных массивов: Суртекинского, Кайчинского, Айлагырского, Караторского, Карабельского и многочисленных мелких тел. Породы Суртекинского комплекса в нескольких местах прорывают отложения верхнего карбона. Определения абсолютного возраста К-Аг методом дают широкий разброс значений от 203 до 330 млн. лет, т.е. от раннего карбона до триаса. По сопоставлению с другими интрузивными комплексами, возраст Суртекинского комплекса принят как позднепермский.



Рисунок 1 – Схема размещения месторождений и проявлений редких земель в Кыргызстане.

Основные структурные элементы Тянь-Шаня:

I - Северный Тянь-Шань; II - Срединный Тянь-Шань; III - Южный Тянь-Шань; IV - Северный Памир.

Разломы: 1 - Таласо-Ферганский, 2 - Южно-Ферганский, 3 - Линия Николаева, 4 - Атбашо-Иньальекский, 5 - Гиссаро-Кокшальский.

● - Месторождения и рудопроявления редких земель

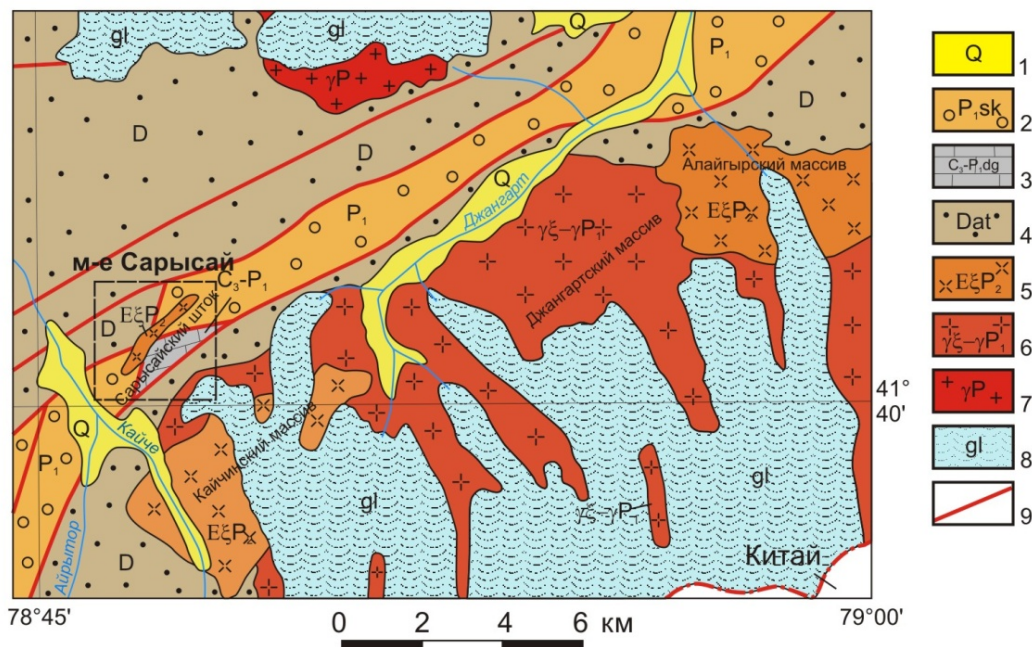


Рисунок 2 – Геологическая схема района месторождения Сарысай

1. Четвертичные отложения. 2. Нижняя пермь. Алевросланцы, конгломераты, известняки, олистостромы. 3. Верхний карбон-нижняя пермь. Известняки, мраморы. 4. Девон. Алевролиты, сланцы с редкими прослоями песчаных известняков. 5. Щелочные и нефелиновые сиениты с карбонатитами Суртекинского комплекса. 6. Граниты-рапакиви и сиениты Джангартского комплекса. 7. Порфиридные и лейкократовые турмалиносодержащие граниты Майдадырского комплекса. 8. Ледники. 9. Разломы.

Кайчинский массив слагает довольно крупное штокообразное тело (около 18 км²) в Кокшальском хребте Южного Тянь-Шаня. Интрузия прорывает девонские отложения терригенно-карбонатной формации и граниты-рапакиви Джангартского плутона (рисунок 2). Осадочные породы девона в зоне контактового метаморфизма Кайчинского массива шириной до 0,5 км превращены в полосчатые амфибол-пироксен-биотитовые роговики, мрамора и мраморизованные известняки.

Производные Кайчинского массива в виде даек и небольших тел неправильной формы цепочкой прослеживаются вдоль зон крупных разломов. На пересечении таких разломов сформировался небольшой линзовидный Сарысайский шток (0,2×1,6км) к которому приурочено одноименное месторождение Сарысай.

Кайчинское тело щелочных сиенитов имеет грубо-концентрическое зональное строение. Его центральная часть сложена бесплагиоклазовыми эгирино-авгитовыми, пертитовыми щелочными сиенитами - тенсбергитами. Среди этих пород отмечаются нефелинсодержащие разновидности - пуласкиты. По направлению к контактам с вмещающими породами, тенсбергиты сменяются кварцсодержащими щелочными сиенитами - нордмаркитами. По мере приближения к контакту количество кварца в нордмаркитах увеличивается. Дальнейшее раскисление пород приводит к вытеснению эгирин-авгита авгитом, появлению обыкновенной роговой обманки, биотита и плагиоклаза. Контакт между нордмаркитами и гранитами-рапакиви Джангартского массива вследствие этого имеет расплывчатый характер, с образованием полосы переходных гибридных пород непостоянного промежуточного состава - субщелочных кварцевых сиенитов, которые образовались путем ассимиляции щелочно-сиенитовой магмой гранитного материала.

Жильное сопровождение этого комплекса представлено породами двух субфаз: щелочными и нефелиновыми сиенитами и карбонатитами. Эти породы образуют дайки и мелкие штокообразные тела в эндо- и экзозонах интрузий. Дайковые тела чаще всего контролируются системами трещин и разломов. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до первых десятков метров, а протяженность - от нескольких десятков до первых сотен метров. Редкие, изометричные в плане, штокообразные тела имеют размеры до нескольких метров в поперечнике. Среди пород ранней субфазы преобладают мелкозернистые щелочные сиениты с переходами от лейкократовых к меланократовым. Для центральных частей мощных дайковых тел характерны переходы от нордмаркитов к тенсбергитам.

Условно отнесенные к поздней субфазе, карбонатиты представляют собой породы спорного генезиса с признаками как магматических интрузивных, так и гидротермальных пород. Пространственно они тесно сопряжены с ранними интрузивными телами. Они образуют относительно частые жилообразные тела мощностью до 1 м, протяженностью в несколько сотен метров, часто слагают зальбанды даек ранней субфазы. По составу это кальцитовые карбонатиты с переменным содержанием полевых шпатов и эгирин-авгита.

В Сарысайском штоке пространственно совмещены проявления трех последовательных фаз щелочного интрузивного магматизма: луявриты, пуласкиты – первой фазы; лейкократовые щелочные сиениты – второй фазы; эгирин-кальцитовые карбонатиты магматического облика – третьей фазы.

Породы первой фазы слагают линейно вытянутый шток размером 110×900м, контролирующийся одной из ветвей регионального Джангартского разлома. Породы второй фазы образуют дайкообразное тело мощностью до 80м, протяженностью 1,6км и многочисленные жилообразные апофизы, проникающие как в сиениты первой фазы, так и во вмещающие роговики; породы третьей фазы (эгирин-полевошпат-кальцитовые карбонатиты) предположительно образуют изометрический шток размером более 150 м в диаметре, локализованный в узле сопряжения разломов трех направлений. От штока радиально разветвляются жилообразные апофизы карбонатитов метасоматического облика. Подобные же карбонатиты совместно с щелочными полевошпат-эгириновыми метасоматитами развиваются в экзозонах даек щелочных сиенитов второй фазы.

Все три стадии внедрения пород сопровождалась процессами рудогенерирующего метасоматоза и аутометасоматоза, выразившимися в образовании фенитов, альбититов, калишпатитов и карбонатитовых метасоматитов. Рудные метасоматиты всех стадий пространственно сближены, обычно телескопированы и образуют единые рудные зоны.

На месторождении Сарысай "Главная рудная зона" (рисунок 3) прослежена фрагментами в виде плащеобразной залежи вдоль северного и южного контактов Сарысайского штока на 2100 м по простиранию при мощности 50-90 м. На западном окончании "Главной рудной зоны" выделено рудное тело «Масштабное», на противоположном фланге – рудное тело «Восточное». На юге месторождения выделен участок «Левобережный» приуроченный к метасоматически переработанным дайкам щелочного состава.

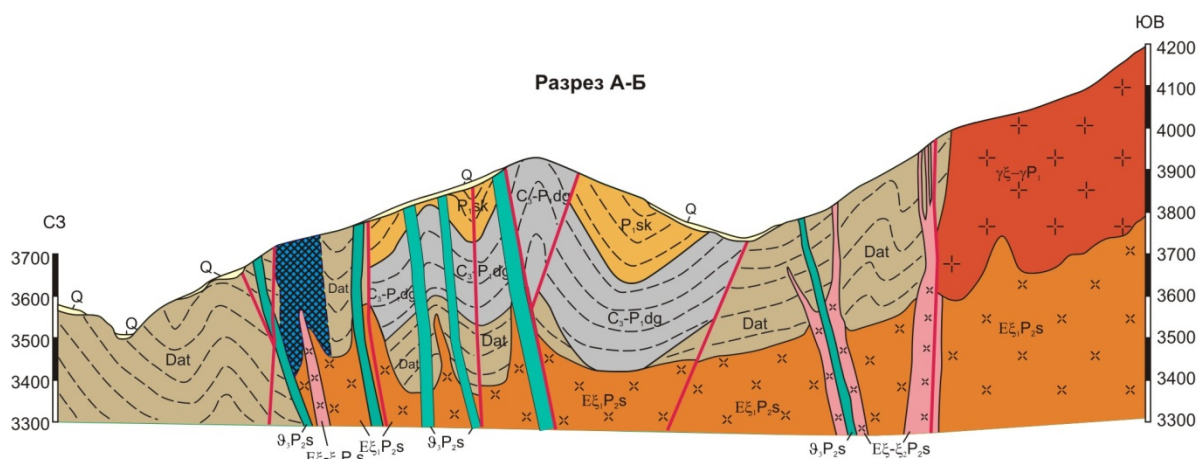
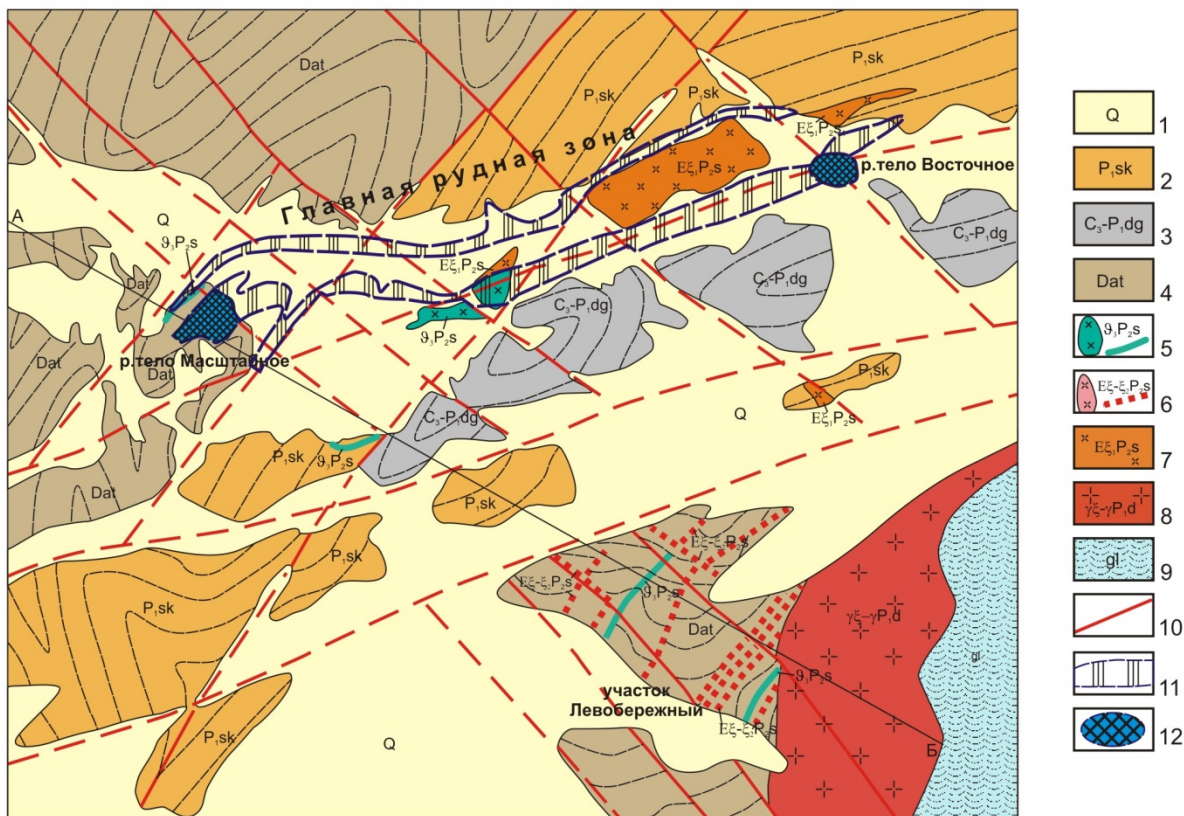


Рисунок 3 – Геологическая схема месторождения Сарысай

1. Четвертичные отложения. 2. Нижняя пермь. Саукторская свита. Алевросланцы, конгломераты, известняки, олигостромы. 3. Верхний карбон-нижняя пермь. Джангартская серия. Известняки, мраморы. 4. Девон. Айрытгорская свита. Алевролиты, сланцы с редкими прослоями песчаных известняков. 5-7 Интрузивные породы Суртекинского комплекса верхней перми: 5. 3-я фаза. Карбонатиты. 6. 2-я фаза. Мелко-среднезернистые щелочные и нефелиновые сиениты (жильное и дайковое сопровождение Кайчинского массива). 7. 1-я фаза. Средне-крупнозернистые щелочные сиениты Кайчинского массива и его апофиз. 8. Граниты-рапакиви и сиениты Джангартского комплекса нижней перми. 9. Ледники. 10. Разломы. 11. Рудные зоны. 12. Рудные тела.

От "Главной рудной зоны" в южных румбах ответвляются подковообразные жилоподобные апофизы рудных метасоматитов, прослеживаемые по простиранию более чем на 100 м при мощности в 1-15 м. Апофизы контролируются тектоническими трещинами скола двух взаимно перпендикулярных направлений. Подобные апофизным жильные метасоматиты фиксируются и в южной части месторождения (участок Левобережный). В своей центральной части "Главная рудная зона" перекрыта мощным чехлом рыхлых четвертичных отложений.

Рудное тело "Масштабное" имеет форму клиновидного штока с остриём, обращённым на юго-запад. В северном направлении шток разветвляется надвое. На юго-западе от штока отходят две полукольцевые жилы рудных метасоматитов. По простиранию рудное тело прослеживается на 160 м (рисунок 4).

Оно имеет симметричное строение: внешняя зона состоит из редкоземельных руд, внутренняя - тантал-ниобиевых и промежуточная представлена комплексными рудами. Эта зональность в общих чертах соответствует смене различных метасоматитов.

В пределах изученной части рудного тела "Масштабное" выделяются рудные интервалы, имеющие промышленное содержание TR_2O_3 мощностью десятки метров. Содержание TR_2O_3 в отдельных пробах достигают 0,5-1,24 %. Средние содержания в контуре редкоземельных руд на среднюю горизонтальную мощность 36 м составляют: сумма оксидов редких земель - 0,24%; оксид иттрия - 0,06%; оксид ниобия - 0,09%; оксид тантала - 0,011%. Среднее отношение оксида иттрия к сумме оксидов редких земель по этому рудному телу - 1:4.



Рисунок 4 – Месторождение Сарысай. Схема рудного тела Масштабное

1. Щелочные сиениты. 2. Метасоматиты. 3-5. Рудные тела: 3. С тантало-ниобиевой минерализацией. 4. С редкоземельной минерализацией. 5. С комплексной минерализацией. 6. Тектонические зоны. 7. Канавы. 8. Средние содержания (%) TR_2O_3 , Ta_2O_5 , Nb_2O_5 (числитель); мощность, м (знаменатель).

В контуре собственно редкометалльных (тантал-ниобиевых) руд при средней горизонтальной мощности 6,2 м среднее содержание составило: оксида ниобия - 0,15%, оксида тантала - 0,011%.

В рудном теле "Масштабное" как и в целом по месторождению, наблюдается повышенная радиоактивность, связанная как с ториевой, так и с урановой минерализацией. Однако, содержания урана на месторождении не достигают промышленно-значимых концентраций. По имеющимся

данным, уран концентрируется только в гатчеттолите (пироксид), совместно с ниобием, торием, танталом и редкими землями. Торий, кроме того, концентрируется в торите и ферриторите. Гатчеттолит (пироксид) является одним из ведущих рудных минералов на месторождении.

Рудное тело "Восточное" прослеживается по мелким изолированным скальным выходам среди коллювиально-деллювиальных отложений большой мощности. Здесь обнаружены кварц-флюорит-эгириновые метасоматиты с высокой активностью (100-1200 мкР/ч). Непрерывность оруденения на крайнем восточном отрезке рудной зоны подтверждается повышенной в 1,5-2 раза по сравнению с фоном гамма-активностью.

В восточном секторе выявлены рудные тела, которые находятся в такой же структурной позиции, что и в западном - в виде залежи на участке выклинивания линейно-вытянутого Сарысайского интрузивного штока. Как и на рудном теле "Масштабное", вскрытые здесь метасоматиты обладают зональностью: краевые фации сложены кальцит-флюорит-слюдисто-эгириновой ассоциацией, внутренние - существенно полевошпатовыми разностями флюорит-эгирин-полевошпатового состава.

В отличие от метасоматитов западного сектора, здесь на отдельных участках наблюдается окварцевание и небольшие агрегатные обособления флюорит-кварцевого состава с мелкой, визуально определяемой вкрапленностью ферриторита. Гамма-активность в таких участках достигает 1200 мкР/ч, что связано с повышенным содержанием тория до 0,5-1,0% при весьма незначительных содержаниях (0,002-0,003%) урана. Наблюдаются также повышенные содержания бериллия (0,01-0,02%) и лития (0,05-0,7%) при невысоких содержаниях иттрия и редких земель, ниобия и тантала.

Рудное тело "Левобережное" состоит из трех сближенных серий жил. Мощность таких серий 20-30 м, количество жил в каждой серии 6-10, мощность отдельных жил 0,3-2,0 м. Своеобразие геологического строения южного сектора площади обусловлено влиянием Джангартского батолита, контактовая зона которого находится к юго-востоку (рисунок 2). Здесь фрагментарно, по мелким изолированным коренным выходам фиксируются две апофизы гранитоидов, протягивающиеся от контактовой плоскости на 0,5-1,0 км во вмещающие полосчатые роговики. В переходной контактовой полосе шириной 50-200 м развиты мигматизированные породы крайне изменчивого (в количественном и качественном отношении) петрографического состава: от полосчатых пород с новообразованиями эгиринов-авгита, полевого шпата, биотита до порфировых разностей с крупными порфиробластами полевого шпата в мелкозернистой кварц-биотит-полевошпатовой гранитоидной массе. Нечеткие, причудливые границы таких образований с вмещающими гранитами и роговиками не поддаются картированию. Площадь южного сектора насыщена жильными образованиями разнообразного состава.

Метасоматиты содержат редкоземельную минерализацию с иттербиевым максимумом (0,01-0,05 %), при относительно низких содержаниях церия, лантана, иттрия, ниобия (около 0,05 % для каждого элемента). Рудные жилы, как правило имеют кварц-полевошпат-эгириновый состав. Гамма-активность жил колеблется в пределах 120-600 мкР/ч, они прослежены по простиранию до 500 м. Радиоактивность вызвана высоким содержанием тория (0,15%). Кроме этого отмечаются повышенные содержания олова (0,01-0,05%), лития (0,1%), бериллия (0,003-0,01%).

В разных рудных телах месторождения Сарысай, как правило, выдерживаются примерно одинаковые соотношения ниобия к танталу примерно 10:1, сумма редких земель к иттрию 4:1.

Большинство рудных жил имеет зональное строение. В центральных частях, как правило, развиты лейкократовые фениты с редким эгирином, в краевых - карбонатиты с непостоянным содержанием кальцита. Промежуточные разности представлены эгирин-амфибол-полевошпатовыми метасоматитами. Все эти разности являются продуктами метасоматических фаций единого карбонатитового процесса.

Количество эгирина и эгиринов-авгита в метасоматитах весьма изменчиво и варьирует в пределах 0-40 % от объема породы. По результатам спектрального анализа метасоматиты содержат 10-30 % оксида натрия (альбит и эгирин), 12-30 % оксида алюминия, 1-3 % оксида кальция.

В 1985 году В.Ф.Кимом были проведены минералого-петрографические исследования, по результатам которых им было выделено 7 ассоциаций карбонатитов и карбонат-содержащих метасоматитов, с которыми связано оруденение:

1 - дорудные магматические **альбит (5-10%) - микроклин (10-20%) - эгирин (20-30%) - кальцитовые (40-50%) карбонатиты** с акцессорными апатитом, сфеном, цирконом.

2 - **микроклин (5-35%) - кальцит (10-30) - альбит (5-25%) - эгириновые (20-60%) метасоматиты** с гатчеттолитом (до 2 %), циртолитом и бадделеитом (до 2-4 %), акцессорным микролитом и ксенотимом (ед.зн.). На некоторых участках отмечается развитие флогопита, рибекита, флюорита (до 5%). Содержание в них иттрия достигает 0,1%, лантана 0,2%, церия 0,2%. Эти метасоматиты могут являться перспективными на тантал-ниобиевое и редкоземельное оруденение.

3 - **микроклин (10-30%) – альбит (15-35%) - кальцит (10-30%) - рибекитовые (15-50%) метасоматиты** с гатчеттолитом, бадделеитом, циртолитом, моноцитом. По предварительным оценка содержание TR_2O_3 в них около 0,25%. С ними так же связана тантал-ниобиевая минерализация. Типоморфными минералами являются - рибекит и роговая обманка.

4 - **флюорит (1-7%) - рибекит (7-15%) - эгирин (3-25%) - кальцит (5-15%) - микроклин (5-20%) - альбитовые (20-40%) метасоматиты** с комплексной редкометалльно-редкоземельной минерализацией - гатчеттолит, пироклор, доверит, монацит, фергусонит, ксенотим, циртолит, циркон, апатит. Типоморфными минералами являются рибекит, эгирин.

5 - **кварц (5-30%) - амфибол (5-25%) - кальцит (5-30%) - альбит (15-35%) - микроклин (3-15%) - лепидомелановые (10-65%) метасоматиты** с непромышленными концентрациями полезных компонентов. Типоморфный минерал – лепидомелан. Из рудных минералов присутствуют циртолит, торит, монацит, ксенотим.

6 - **кварц (5-25%) - кальцит (10-35%) - альбит (5-40%) - микроклиновые (20-60%) метасоматиты** с преимущественно редкоземельной минерализацией – монацит, циртолит, ксенотим, иттропаризит, доверит, торит, пироклор, апати. В незначительных количествах могут присутствовать лепидомелан, рибекит, эгирин, флогопит. Типоморфными минералами являются кварц и микроклин. Содержание TR_2O_3 в них около 0,60%, Y_2O_3 - 0,15%.

7 - **кварц (30-60%) - кальцитовые (25-75%) карбонатиты**, пострудные по отношению к редкоземельной минерализации, с сульфидами и рассеянной минерализацией золота в зонах разломов северо-западного простирания. Типоморфные минералы – сульфиды, золото.

Из вышеприведенного описания видно, что рудная минерализация на месторождении Сарысай связана только с постмагматическими метасоматическими процессами проявившимися как в магматических карбонатитах и сиенитах, так и во вмещающих осадочных породах.

Из промышленно ценных минералов в составе руд месторождения Сарысай установлены радиоактивный пироклор (гатчеттолит) с примесью эвксенита (по данным рентгеноструктурного анализа, ВИМС), ксенотим, карбонаты редких земель и рыхлые землистые продукты их изменения, ильменорутит, циркон, торит. Сульфидная минерализация представлена галенитом, пиритом, сфалеритом, халькопиритом, пирротинном, молибденитом в незначительных количествах. Гипергенные минералы представлены гидроокислами железа и марганца.

При расчете минерального баланса пятиоксидов ниобия и тантала установлено, что только 60% их связало с пироклором, остальное рассеяно по пороодообразующим минералам в неизвлекаемой форме. Размеры зерен промышленно ценных минералов составляют для пироклора - от субмикроскопических включений до 0,2 мм, для ксенотима, карбонатов редкие земель и продуктов их изменения - 0,05-0,1мм.

Полуколичественным спектральным анализом установлены содержания полезных компонентов в отдельных минералах:

1 - в пироклоре (гатчеттолит) содержится ниобия - более 1%, тантала - более 0,5% иттрия - 0,012%, урана - 0,2%, тория - 0,01%;

2 - в полевых пшатах - ниобия 0,05-0,3%, иттрия 0,003-0,09%, лантана - 0,1%, тория 0,09-0,15%;

3 - для редкоземельных минералов и торита отбор мономинеральных фракций на анализ не производился;

4 - в ильменорутите – ниобия - 0,3%, лантана - 0,015%;

5 - в эгирине, флюорите, галените, пирите - редкоземельные элементы и ниобий содержатся в близких к кларковому содержаниях.

На диаграмме (рисунок 5.) показаны относительные содержания редких земель в руде при средних весовых содержаниях TR в пробах - 0,3%. Наиболее высокие содержания среди редких земель имеют иттрий, неодим, церий, лантан, празеодим. Содержание элементов иттриевой группы достаточно высокое, так на долю иттрия приходится 19,19%, на долю остальных компонентов иттриевой группы - почти 6%.

По геологическому положению, рудоносным метасоматитам, характеру рудной минерализации, наиболее близким аналогом Сарысайским рудам являются месторождения эгирин-альбитового с гачеттолитом и цирконом генетического типа карбонатитовой формации [4].

Месторождения этого типа формируются в зонах глубокой метасоматической проработки вмещающих пород и по статистическим параметрам представлены рудными телами длиной до 1км, мощностью до десятков метров. В составе комплексных руд обычно присутствуют 0,01-0,02% Ta₂O₅, 0,15-0,3 % Nb₂O₅, до 0,3% ZrO₂, до 0,05% HfO₂, до 0,2% TR₂O₃.

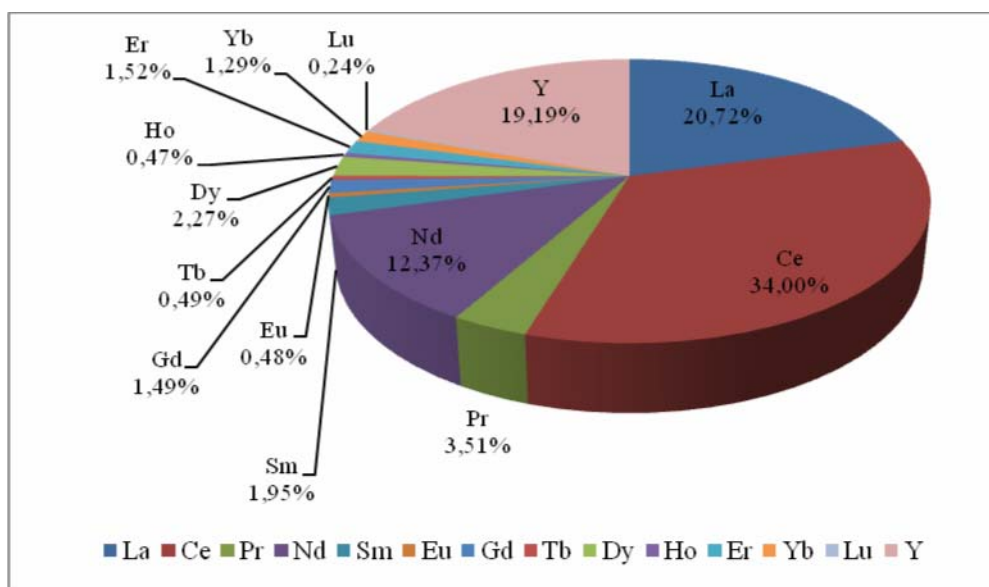


Рисунок 5 – Относительные содержания редкоземельных элементов на месторождении Сарысай ($\Sigma TR=100\%$), при средних весовых содержаниях TR в пробах - 0,3%

Месторождения этого типа обычно имеют неравномерное и незакономерное распределение полезных компонентов в комплексных рудах, для них характерно наличие только цериевых редкоземельных элементов. Но, для месторождения Сарысай отношение Y₂O₅:TR₂O₅ достигает 1:4, так же наблюдается наличие других элементов иттриевой группы. Поэтому возможно предположить, что нехарактерный для этого типа месторождений высокий удельный вес металлов иттриевой подгруппы в составе редкоземельной минерализации вызывается участием в рудообразовании не только карбонатитов (магматических и метасоматических) по сиенитам, но и производных гранитоидной магмы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Андреева Е.Д. и др. Магматические горные породы. Т.2. М.: Наука. 1984.
- 2 Рудные месторождения СССР. Под ред. В.И. Смирнова. Т.3. М.: Недра. 1978. -496 с.
- 3 Ивлева Е.А., Пак Н.Т. Минеральные типы руд редкоземельного месторождения Кутессай-II (Кыргызстан) // Геологическая наука независимого Казахстана. Достижения и перспективы. Алматы. 2011. - С.183-192.
- 4 Солодов Н.А. и др. Геологический справочник по тяжёлым литофильным редким металлам, М.: Недра. 1987. - С.121.

REFERENCES

- 1 Andreeva E.D, ets. Magmaticeskije gornye porody. Vol.2 Nauka. 1984. (in Russ)
- 2 Rudnye mestorozhdeniia SSSR. Pod red. V.I. Smirnova. , Vol.3 Nedra. 1978. 496 p. (in Russ)

3 Ivleva E.A., Pak N.T. Mineral'nye tipy rud redkozemel'nogo mestorozhdeniia Kutessai-II (Kyrgyzstan). Geologicheskaiia nauka nezavisimogo Kazakhstana. Dostizheniia i perspektivy. Almaty. 2011. P.183-192. (in Russ)

4 Solodov N.A., ets. Geologicheskii spravochnik po tiazhelym litofil'nyim redkim metallam *Nedra*. 1987. P.121. (in Russ)

Резюме

Е.А. Ивлева, Н.Т. Пак

(Қырғыз Республикасының ҰҒА-ның Геология институты, Бішкек қ.)

ТЯНЬ-ШАНЬ КАРБОНАТТАҒЫ СИРЕКЖЕРЛІ ТАНТАЛ-НИОБИЛІК САРЫСАЙ КЕНОРНЫ

Карбонатиттағы сирекжерлі кенорындармен байланысатын интрузивті кешендерге сипаттама беріледі. Сирекжерлі және тантал-ниобийлі кенденулердің минералогиялық сипаттамасы қарастырылған. Кен денелері мен зоналарын ерітетін метасоматикалық қоғамдастық белгіленген және сипатталған. Кендегі сирек жерлердің қатысты мазмұны көрсетілген. Кенорын карбонатиттағы альбитит типіне жатқызылған.

Тірек сөздер: кенорын, сирек жерлер, тантал, ниобий, карбонатит, метасоматит, интрузия.

Summary

E.A. Ivleva, N.T. Pak

(National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. Institute of Geology Bishkek)

RARE EARTH-TANTALUM NIOBIUM KARASAI FIELD IN THE TIEN SHAN CARBONATES

The rare-earth deposit in carbonatites of the intrusive syenite complex is investigated. The mineralogical characteristic of rare-earth and tantalum-niobium ores is given. Ore bodies and zones are accompanied by different metasomatic associations. Relative contents of rare earths in ores are shown. The deposit is belong to the albitite type in carbonatites.

Keywords: deposit, rare earths, tantalum, niobium, carbonatite, metasomatic rock, intrusion.

Поступила 16.10.2013 г.

УДК 556.3.012

В.И.ПОРЯДИН

(Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, г. Алматы)

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

Аннотация

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

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

Тірек сөздер: заңды филтрлар, акустика, өткізгіштік, пьезосезгіштік, серпімділік, қабат, ауысу, кезең теңселуі, теория.

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

Введение. В первой части статьи [1] обосновывается акустический характер распространений гидродинамических возмущений в геофильтрационной среде, описываемый модифицированным уравнением Дар-си, а также гиперболическим (волновым) уравнением пьезопроводности, решение которого позволило получить, на основе молекулярно-кинетической теории жидкости Я.И.Френкеля, фундаментальные выражения и взаимосвязь проницаемости и пьезопроводности пласта.

Для того чтобы разобраться в деталях волновых (акустических) процессов в подземной гидросфере, обратимся к анализу ее порового субстрата и на этой основе также обоснуем параметры акустической геофильтрации, проницаемости и пьезопроводности.

Теория. В свете дуальной природы закона Дарси-Жуковского [2], адекватность которого подтверждается гиперболическим уравнением пьезопроводности (27, часть 1),

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

поровое пространство (субстрат) природных водонапорных систем литосферы, как нам представляется, следует рассматривать в качестве набора акустических резонаторов Гельмгольца – микрососудов (пор квазисферообразной формы), сообщающихся между собой и с внешней средой посредством межпоровых микротрубок, а также акустических фильтров – устройств генерации звуковых колебаний разных (низких и высоких) частот и выделения из сложного набора звуковых колебаний жидкой среды, заполняющей поровое пространство, звуков определенной полосы частот. Теория акустических резонаторов была разработана Г. Гельмгольцем (1860г.) и Дж. Рэлеем (1878г.).

Следуя физической сути акустического резонатора Г. Гельмгольца [3,5], вода в горловине является колеблющейся массой, а объем воды сферической поры играет роль упругого элемента.

При смещении этой массы в сторону сферической поры объема V вода в этом объеме слегка сжимается и возникающие силы избыточного давления δp выполняют роль возвращающей силы Гука. Основная часть кинетической энергии колебаний оказывается сосредоточенной в горле резонатора, где колебательная скорость частиц воды имеет наибольшую величину.

Если площадь горловины S , а её длина l , то колеблющаяся масса в горловине равна

$$m = \rho_0 l S,$$

где ρ_0 – плотность невозмущенной воды. При смещении массы m на расстояние $\xi \ll l$ (в положительном направлении оси $O\xi$) плотность воды изменяется на величину $\delta\rho$, удовлетворяющую равенству

$$\frac{\delta\rho}{\rho_0} = -\frac{S\xi}{V}. \quad (1)$$

Избыточное давление связано с избыточной плотностью соотношением

$$\delta p = c^2 \delta\rho = -\frac{\rho_0 c^2 S}{V} \xi, \quad (2)$$

где c – скорость звука. Следовательно, уравнение движения массы воды m согласно второму закону Ньютона принимает вид

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \delta p S$$

или, после подстановки выражений избыточного давления и колеблющейся массы (1, 2), вид

$$\rho_0 S l \frac{d^2 \xi}{dt^2} = -\frac{\rho_0 c^2 S^2}{V} \xi.$$

Окончательно получим уравнение незатухающих гармонических колебаний или уравнение гармонического осциллятора

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} + \omega_0^2 \xi = 0, \quad (3)$$

где $\omega_0 = c \sqrt{\frac{S}{lV}}$ – собственная круговая (циклическая) частота колебаний. Таким образом, собственная частота колебаний воды в горловине, или частота акустического резонатора Гельмгольца f_0 (Γu), определится выражением

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{lV}}. \quad (4)$$

Собственные колебания на собственной частоте в физической системе совершаются при отсутствии внешнего воздействия за счёт первоначально накопленной энергии вследствие наличия начального смещения или начальной скорости. Характер собственных колебаний определяется главным образом собственными параметрами системы – массой и упругостью. В реальных системах вследствие рассеяния энергии собственные колебания всегда затухающие, а при больших потерях они становятся апериодическими.

Решением уравнения (3) является семейство гармонических функций ($\xi \equiv s$)

$$s(t) = s_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

с собственной частотой незатухающих гармонических колебаний ω_0 .

В реальных системах всегда происходит диссипация энергии. В результате этого колебания с течением времени будут затухать и через какое-то время прекратятся вообще.

Затухающие колебания описываются уравнением

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -\omega_0^2 s - \alpha \frac{ds}{dt}, \quad (5)$$

которое, в отличие от уравнения свободных незатухающих гармонических колебаний, содержит силу сопротивления движению $\alpha ds/dt$, зависящую при движении в вязкой среде от величины скорости $v = ds/dt$. Эта сила, в соответствии с законом трения Ньютона, по Н.Е.Жуковскому равна

$$F_{\text{вяз}} = -\alpha \frac{ds}{dt},$$

где $\alpha = \frac{\nu}{K}$ – коэффициент сопротивления фильтрационной среды или показатель затухания колебаний; K – проницаемость среды фильтрации; ν – кинематическая вязкость жидкости.

Общее решение уравнения затухающих колебаний (5) может быть записано в виде:

$$s(t) = s_0 e^{-\alpha t} \sin(\omega_{\text{затух}} t + \varphi_0), \quad (6)$$

где $\omega_{\text{затух}} = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$ – частота затухающих колебаний, оказывается меньше, чем частота собственных незатухающих колебаний ω_0 .

Колебания, описываемые (6), не являются гармоническими, их амплитуда

$$A(t) = s_0 e^{-\alpha t}$$

монотонно убывает со временем, а "длительность" колебаний характеризуется временем затухания (релаксации)

$$\tau_v = \frac{1}{\alpha} = \frac{K}{\nu}, \quad (7)$$

характеризующим уменьшение амплитуды колебаний в $e = 2,718\dots$ раз.

При $\alpha \ll \omega_0$ и соотношении частот $\omega_{\text{затух}} \approx \omega_0$ полная энергия осциллятора, равная вначале

$E_0 = \frac{1}{2} m s_0^2 \omega_0^2$, монотонно убывает со временем по экспоненциальному закону и уменьшается в $e = 2,718\dots$ раз за время

$$\tau_E = \frac{1}{2\alpha} = \frac{\tau_v}{2}.$$

Для поддержания незатухающих колебаний необходимо непрерывное воздействие на колебательную систему внешней периодической вынуждающей силы. В этом случае внешняя сила совершает положительную работу и обеспечивает приток энергии к колебательной системе: она не дает колебаниям затухать, несмотря на действие сил трения.

Периодическая внешняя сила может изменяться во времени по различным законам, в т.ч. гармоническому, с частотой ω

$$F(t) = F_0 \sin \omega t, \quad (8)$$

вообще говоря, произвольно в пределах периода длительностью T (промежуток времени, через который повторяются какие-либо показатели состояния системы, когда система совершает одно полное колебание)

$$F(t) = F(t+T).$$

Воздействуя на колебательную систему, способную совершать собственные колебания на собственной частоте ω_0 , эта сила формирует вынужденные колебания согласно неоднородному уравнению второго порядка

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -\alpha \frac{ds}{dt} - \omega_0^2 s + F_0 \sin \omega t. \quad (9)$$

В начальный момент в колебательной системе возбуждаются оба процесса – вынужденные колебания на частоте ω и свободные колебания на собственной частоте ω_0 . Время установления вынужденных колебаний равно по порядку величины времени затухания τ свободных колебаний в колебательной системе.

Как показывает опыт, амплитуда s_0 и начальная фаза φ_0 установившихся колебаний зависят не только от амплитуды силы F_0 (что очевидно), но и от того, насколько частота вынуждающей силы ω отличается от собственной частоты колебаний ω_0 . При совпадении этих частот: $\omega \approx \omega_0$, вынужденные колебания происходят на собственной частоте – частоте колебаний акустического резонатора Гельмгольца

$$\frac{d^2 s}{dt^2} + \omega_0^2 s = 0. \quad (10)$$

В этом случае уравнение вынужденных колебаний (9) упрощается до выражения

$$\alpha \frac{ds}{dt} = F_0 \sin \omega_0 t. \quad (9a)$$

Интегрируя уравнение (9a), получаем выражение для смещения:

$$s(t) = \frac{F_0}{\alpha} \sin(\omega_0 t - \pi/2),$$

где амплитуда колебаний во много раз превышает амплитуду медленных квазистатических колебаний

$$s(t) = \frac{F_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t.$$

Такой режим становится резонансным.

Итак, следствием элементарных волновых возмущений в многочисленных акустических резонаторах являются гармонические волны с синусоидальным профилем. Зная поведение таких волн, можно по теореме Фурье рассчитать характеристики суперпозиции таких волн в виде суперпозиции гармонических функций в виде ряда Фурье:

$$F(t) = \sum_{n=0}^{\infty} F_{0n} \sin\left(\frac{2\pi}{T} nt + \varphi_n\right). \quad (11)$$

Физический смысл этого представления состоит в том, что периодическое воздействие $F(t)$ эквивалентно одновременному воздействию постоянной силы F_{00} и набора гармонических сил с соответствующими амплитудами F_{0n} начальными фазами φ_n и частотами $\omega_n = \frac{2\pi}{T} n = \omega n$ кратными низшей (основной) частоте $\omega_n = \frac{2\pi}{T}$.

Чтобы получить полную картину вынужденных колебаний под действием силы (11), необходимо принять во внимание линейность уравнения (9). Это позволяет представить его решение $s(t)$ как сумму гармонических колебаний [5]:

$$s(t) = \sum_{n=0}^{\infty} s_{0n} \sin\left(\frac{2\pi}{T} nt + \varphi_n\right), \quad (12)$$

происходящих с установившимися амплитудами s_{0n} и фазами φ_n на частотах ω_n соответствующих гармоник вынуждающей силы (8). Каждое слагаемое в (12) может рассматриваться как вынужденное гармоническое колебание, происходящее под действием внешней гармонической силы F_{0n} с амплитудой s_{0n} и частотой $\omega_n = \frac{2\pi}{T}$.

Пористые среды, однако, выполняют функцию не только акустических резонаторов, но и акустических фильтров, генерирующих и пропускающих либо все частоты ν не выше собственной частоты ν_0 , именуемые низкочастотными (НЧ) акустическими фильтрами ($\nu_0 \geq \nu$), либо высокочастотными (ВЧ) акустическими фильтрами, пропускающими все частоты ν выше собственной ν_0 ($\nu \geq \nu_0$). Промежуточное соотношение частот $\nu_0 = \nu$ является резонансом.

Акустические фильтры, пропускающие более или менее узкий диапазон частот между НЧ- и ВЧ-колебаниями, именуется полосовыми [3].

Низкочастотный акустический фильтр (см. рисунок) представляет собой совокупность одинаковых полостей объёмом V , соединённых трубками длиной l и сечением S . В первом приближении считается, что вся кинетическая энергия системы сосредоточена в воде, движущейся в трубках, а потенциальная – с упругой деформацией воды в порах. Аналогом набора низкочастотных акустических фильтров является природная пористая среда коллекторов подземных вод.

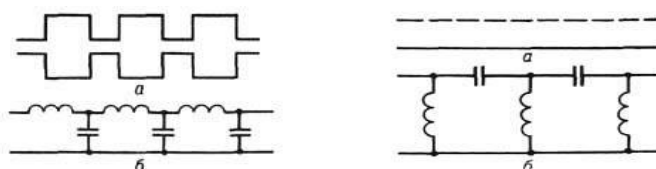


Рисунок – Схемы низкочастотного (слева) и высокочастотного (справа) акустических фильтров (а) и их электрических аналогов (б) [2]

Высокочастотный акустический фильтр (рисунок) представляет собой узкую трубу (любой поперечной формы) с просверленными в ней на одинаковом расстоянии отверстиями (например, флейта, губная гармошка и др). Аналогом высокочастотного акустического фильтра служит природная пластовая пористая среда с межпластовыми «водоупорами», сквозь которые осуществляется межпластовые перетоки. В этой системе кинетическая энергия сосредоточена в воде, движущейся сквозь отверстия (межпластовые перетоки), а потенциальная связана с водой в трубе, имитирующей движение подземных вод вдоль водоносного горизонта (коллектора подземных вод). Под действием низкочастотных колебаний вода в отверстиях интенсивно колеблется, поэтому для этих составляющих происходит «короткое замыкание в электрическом аналоге» и они не проходят по трубе. На высоких частотах в отверстиях колебания воды не происходят и высокочастотные составляющие свободно проходят по трубе. Комбинация низкочастотного и высокочастотного акустических фильтров представляет собой полосовой (пластовый) акустический фильтр.

Выясним условия существования акустического резонанса и акустической фильтрации. С этой целью преобразуем уравнение (4) следующим образом, учитывая, что поперечное сечение трубки акустического резонатора S характеризует локальную проницаемость пористой среды K ,

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{lV}}. \quad (4a)$$

Для дальнейшего преобразования (45а) воспользуемся формулой Козени-Кармана для идеальных пористых сред, связывающей пористость n , проницаемость K и удельную поверхность пористой среды $S_{уп}$,

$$S_{уп}^2 = \frac{n^3}{2K}, \quad (13)$$

а также взаимосвязью удельной поверхности пористой среды $S_{уп}$, среднего радиуса пор R и пористостью породы n [4]

$$R = \frac{n}{2S_{уп}}. \quad (14)$$

Совместное решение двух последних соотношений приводит к зависимости проницаемости K от среднего радиуса пор R и пористости n

$$K = 2nR^2. \quad (15)$$

Подставляя выражение проницаемости (15) в формулу акустического резонатора Рейля-Гельмгольца (4), получим зависимость частоты f от акустической скорости c в конкретной субстанции пористой среды с пористостью n и проницаемостью K :

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{lV}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{2nR^2}{lR^3}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{4n}{2lR}} = \frac{c}{\pi} \sqrt{\frac{n}{K}}, \quad (16)$$

где $R = V^{1/3}$, $K = R^2$, $R = K^{1/2}$, $l = 0,5R$.

Используя дисперсионное уравнение $\omega^2 = k_\lambda^2 c^2$, а также связь волнового числа с длиной волны $k_\lambda = 2\pi/\lambda$ и соотношение частот $\omega = 2\pi f$, перепишем (16) к виду универсальных зависимостей параметров акустического процесса, независимых от субстанции, заполняющей поровое пространство:

1- волнового числа в пористой среде с пористостью n и проницаемостью K

$$k_\lambda = 2\sqrt{\frac{n}{K}} \quad (17)$$

2- длины волны в пористой среде с пористостью n и проницаемостью K

$$\lambda = \pi\sqrt{\frac{K}{n}} \quad (18)$$

3 - длины волны в пористой среде среднего радиуса пор R (с учетом $K = 2nR^2$)

$$\lambda = \pi R\sqrt{2} \quad (18a)$$

Использование соотношений $k_\lambda = 2\pi/\lambda$ и $\lambda = \pi R\sqrt{2}$ позволяет записать волновое число как обратную величину среднего радиуса пор R

$$k_\lambda = \frac{\sqrt{2}}{R} \quad (17a)$$

Следовательно, выражение частоты волны акустического резонатора Гельмгольца (4) с учетом дисперсионного уравнения $\omega^2 = k_\lambda^2 c^2$ или $f = \frac{c}{\lambda}$ запишется в виде

$$f = \frac{c}{\pi R\sqrt{2}}. \quad (4б)$$

Выражение $\lambda = \pi R\sqrt{2}$ интересно следующим. Если принять средний радиус пор в качестве характерного размера пористой среды

$$R \sim V^{1/3},$$

что вполне логично, поскольку это отвечает формулам Козени-Кармана (13), Лыкова (14) и их обобщенного варианта (15), то выражение

$$\lambda = \pi R\sqrt{2}$$

определяет условие существования акустического резонанса и акустической фильтрации, а именно – длина акустической волны λ больше характерного линейного размера порового пространства R . Особенность акустического резонатора в том, что длина волны его собственных колебаний значительно больше характерного размера акустического резонатора $V^{1/3}$.

Однако, в самой полости можно возбудить стоячие волны с длиной $\lambda \leq V^{1/3}$ и частотой

$$f = \frac{c}{\lambda} \geq \frac{c}{V^{1/3}}. \quad (4в)$$

Частоты упругих акустических волн в жидкостях, газах и в твердых телах лежат в диапазоне от долей герца (инфразвук) до 10^{13} Гц (гиперзвук). Этим частотам соответствуют длины волн λ от десятков километров до долей ангстрема. Значения скоростей (фазовых и групповых) для разных сред лежат в диапазоне от долей до десятков км/с, тогда как скорость звука в газе по порядку величины совпадает со средней скоростью теплового движения молекул.

Вычислим скорость распространения продольных волн с использованием волнового уравнения. Последнее может быть получено из уравнения движения

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \delta p S,$$

переписанного к виду

$$dm \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = [-\delta p(x + dx, t) + \delta p(x, t)] S,$$

где $\delta p = (p_0 - p)$ – возмущение давления, p – давление в волне, p_0 – равновесное давление.

Дополним уравнение движения уравнением состояния

$$p = p(\rho).$$

При очень малых возмущениях плотности $\delta \rho \ll \rho_0$ и давления $\delta p \ll p_0$ из уравнения состояния получаем:

$$\delta p = \left(\frac{dp}{d\rho} \right)_{\rho_0} \delta \rho = c^2 \delta \rho,$$

где $c = \sqrt{(dp/d\rho)_{\rho_0}}$ – скорость звука. Для газа уравнение состояния является уравнением адиабаты

$$p = p_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^\chi, \quad (19)$$

где $\chi = C_p/C_V$ – показатель адиабаты (C_p – изобарная теплоемкость газа, C_V – изохорная теплоемкость газа). С учетом уравнения состояния выражение скорости звука запишется к виду

$$c = \sqrt{\chi \frac{p_0}{\rho_0}} = \sqrt{\chi \frac{RT}{\mu}}, \quad (20)$$

где μ – молярная масса газа.

Деформация растяжения (сжатия) определяется относительным удлинением элемента dx :

$$\varepsilon(x, t) = \frac{s(x + dx, t) - s(dx, t)}{dx} = \frac{\partial s}{\partial x}.$$

При растяжении (сжатии) уменьшается (увеличивается) плотность среды ρ (деформации растяжения соответствует $\varepsilon > 0$, а сжатия $-\varepsilon < 0$); следовательно плотность можно представить в виде

$$\rho = \rho_0 + \delta \rho; \quad |\delta \rho| \ll \rho_0$$

(здесь $\delta \rho$ – малая добавка к равновесной плотности ρ_0 причем $\delta \rho$ может быть как положительной, так и отрицательной). С учетом постоянства массы деформируемого элемента dx можем записать

$$\rho_0 dx = (\rho_0 + \delta \rho) [dx + s(x + dx, t) - s(x, t)] = (\rho_0 + \delta \rho) dx (1 + \varepsilon).$$

Раскрывая скобки и пренебрегая малой величиной произведения $\varepsilon \delta \rho$ находим

$$\frac{\delta \rho}{\rho_0} = -\varepsilon$$

Возмущения плотности $\delta \rho$ связаны со смещением s соотношением

$$\delta \rho = -\rho_0 \frac{\partial s}{\partial x},$$

следовательно, выражение возмущения давления примет вид

$$\delta p = -\rho_0 c^2 \frac{\partial s}{\partial x}. \quad (21)$$

Подставляя (21) в (19), записывая $dm = \rho_0 S dx$ и переходя к пределу при $dx \rightarrow 0$, получим простейшее гиперболическое (волновое) уравнение для смещений

$$\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 s}{\partial x^2}, \quad (22)$$

свидетельствующее, что скорость волны задается выражением (20) и не зависит от частоты (дисперсия отсутствует). Естественно, что с такой скоростью распространяются волны с длиной волны λ , превосходящей длину свободного пробега l молекул в газе или межатомные расстояния в жидкостях, $\lambda > l$; в этом случае жидкость и газ могут рассматриваться как сплошные среды и к ним применимы уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Для волн высоких частот, когда $\lambda \sim l$, возникает дисперсия, а волны с длиной $\lambda < l$ распространяться не могут вообще.

Оценим адекватность наших выкладок (таблица). Горные породы по проницаемости подразделяются на 6 классов [6]: I – очень хорошо проницаемые, $K > 10^3 \div 10^2 \text{ мкм}^2$, с коэффициентом фильтрации $k > 10^3 \div 10^2 \text{ м/сут}$ (крупный галечник и гравий, чистый или частично заполненный крупнозернистым песком, сильно закарстованные известняки, сильно трещиноватые породы); II – хорошо проницаемые, $K = 10^2 \div 10 \text{ мкм}^2$, с коэффициентом филь трации $k > 10^2 \div 10^1 \text{ м/сут}$ (галечник и гравий, заполненный крупнозернистым песком, крупнозернистые и среднезернистые пески, трещиноватые породы); III – среднепроницаемые, $K = 10 \div 1 \text{ мкм}^2$, с коэффициентом фильтрации $k > 10 \div 1 \text{ м/сут}$ (галечник и гравий, заполненный мелкозернистым и глинистым песком, среднезернистые и мелкозернистые пески, малотрещиноватые породы, бурый и каменный уголь); IV – слабо проницаемые, $K = 1 \div 0,1 \text{ мкм}^2$, с коэффициентом фильтрации $k > 1 \div 0,1 \text{ м/сут}$ (мелкозернистые пески, супеси, песчаники с глинистым цементом, антрацит, слаботрещиноватые породы); V – очень слабо проницаемые, $K = 10^{-1} \div 10^{-3} \text{ мкм}^2$, с коэффициентом фильтрации $k > 10^{-1} \div 10^{-3} \text{ м/сут}$ (суглинки, песчаные глины, глинистые сланцы, очень слабо трещиноватые породы); VI – практически непроницаемые, $K < 10^{-3} \text{ мкм}^2$, с коэффициентом фильтрации $k < 10^{-3} \text{ м/сут}$ (плотные глины, мергели, аргиллиты, массивные породы).

Таблица – Параметры акустической геофильтрации, проницаемости и пьезопроводности (порядок величин)

| Параметры акустической геофильтрации | Классы (I – VI) проницаемости $K, \text{ мкм}^2$ | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|----------------------|
| | I $> 10^3 \div 10^2$ | II $10^2 \div 10$ | III $10 \div 1$ | IV $1 \div 0,1$ | V $10^{-1} \div 10^{-3}$ | VI $< 10^{-3}$ |
| $R \sim K^{1/2} \text{ мкм}$ | $> 30 \div 10$ | $10 \div 3$ | $3 \div 1$ | $1 \div 0,3$ | $0,3 \div 0,03$ | $< 0,03$ |
| $\lambda \geq 2^{1/2} \pi R \text{ мкм}$ | $> 140 \div 44$ | $44 \div 13$ | $13 \div 4,4$ | $(4,4 \div 1,4)$ | $(1,4 \div 0,14)$ | $< 0,14$ |
| $\tau_\alpha = K / v, \text{ с}$ | $> 10^3 \div 10^4$ | $10^4 \div 10^5$ | $10^5 \div 10^6$ | $10^6 \div 10^7$ | $10^7 \div 10^9$ | $> 10^9$ |
| $f_0 = c / \lambda, \text{ Гц}$ | $< (1 \div 3) 10^7$ | $(3 \div 10) 10^7$ | $(1 \div 3) 10^8$ | $(3 \div 10) 10^8$ | $(1 \div 10) 10^9$ | $> 10^{10}$ |
| $s_0 \sim 0,1 R \text{ мкм}$ | $< 3 \div 1$ | $< 1 \div 0,3$ | $< 0,3 \div 0,1$ | $< 0,1 \div 0,03$ | $< 0,03 \div 0,003$ | $< 0,003$ |
| $p_0 = 10^4 \rho s_0, \text{ Па}$ | $< 0,03 \div 0,01$ | $< 0,01 \div 0,003$ | $< 0,003 \div 0,001$ | $< 0,001 \div 0,0003$ | $< 0,0003 \div 0,00003$ | $< 0,00003$ |
| $I = \rho_0^2 / \rho c, \text{ Вт/м}^2$ | $< 6 \cdot 10^{-10} \div 6 \cdot 10^{-11}$ | $6 \cdot 10^{-11} \div 6 \cdot 10^{-12}$ | $6 \cdot 10^{-12} \div 6 \cdot 10^{-13}$ | $6 \cdot 10^{-13} \div 6 \cdot 10^{-14}$ | $6 \cdot 10^{-14} \div 6 \cdot 10^{-15}$ | $< 6 \cdot 10^{-15}$ |
| $v_0 = I_0 / p_0, \text{ м/с}$ | $> 2 \cdot 10^{-8} \div 6 \cdot 10^{-9}$ | $6 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-9}$ | $2 \cdot 10^{-9} \div 6 \cdot 10^{-10}$ | $6 \cdot 10^{-10} \div 2 \cdot 10^{-10}$ | $2 \cdot 10^{-10} \div 2 \cdot 10^{-11}$ | $< 2 \cdot 10^{-11}$ |
| $a_g = 2\pi f(2I / c\rho_0)^{1/2}, \text{ м/с}^2$ | ~ 2 | ~ 2 | ~ 2 | ~ 2 | ~ 2 | ~ 2 |
| $a_g / f_0, \text{ м/с}$ | $> 2 \cdot 10^{-7} \div 6 \cdot 10^{-8}$ | $(6 \div 2) 10^{-8}$ | $(2 \div 0,6) 10^{-8}$ | $(6 \div 2) 10^{-9}$ | $(20 \div 2) 10^{-10}$ | $< 2 \cdot 10^{-10}$ |
| $v_g = v_0 + a_g / f, \text{ м/с}$ | $> 2 \cdot 10^{-7} \div 6 \cdot 10^{-8}$ | $(6 \div 2) 10^{-8}$ | $(2 \div 0,6) 10^{-8}$ | $(6 \div 2) 10^{-9}$ | $(20 \div 2) 10^{-10}$ | $< 2 \cdot 10^{-10}$ |
| v_g / v_0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| $N = 10 \lg(I / I_0), \text{ дБ}$ | 30 ÷ 20 Едва слышно | 20 ÷ 10 Едва слышно | 10 ÷ 1 Едва слышно | 0 Не слышно | 0 Не слышно | 0 Не слышно |
| $a = (Kc^*) / v, \text{ м}^2 / \text{сут}$ | $(3,5 \div 0,35) 10^8$ | $(3,5 \div 0,35) 10^7$ | $(3,5 \div 0,35) 10^6$ | $(3,5 \div 0,35) 10^5$ | $3,5 \cdot 10^4 \div 3,5 \cdot 10^2$ | $< 3,5 \cdot 10^2$ |
| $a = K / 0,02 \tau_0, \text{ м}^2 / \text{сут}$ | $(3,5 \div 0,35) 10^8$ | $(3,5 \div 0,35) 10^7$ | $(3,5 \div 0,35) 10^6$ | $(3,5 \div 0,35) 10^5$ | $3,5 \cdot 10^4 \div 3,5 \cdot 10^2$ | $< 3,5 \cdot 10^2$ |

Примечание: τ_v – период релаксации; амплитуды: s_0 – смещения, v_a – колебательной скорости, p_0 – звукового давления; a_g – амплитудное ускорение; c^* – пластовая скорость звука; a – пьезопроводность; $\tau_0 = 1,2285 \cdot 10^{-11} \text{ с}$ – период осцилляции; N – интенсивность звука по шкале децибел (дБ), $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ – порог интенсивности, отвечающий частоте $f = 1 \text{ кГц}$ и звуковому давлению $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$.

Следовательно, величина характерного линейного размера порового пространства $R \sim K^{1/2} \sim V^{1/3}$ по классам проницаемости пород составляет: $R > 10^{-3} \div 10^{-5} \text{ м}$ – очень хорошо проницаемые; $R = 10^{-5} \div 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ – хорошо проницаемые; $R = 3 \cdot 10^{-6} \div 10^{-6} \text{ м}$ – среднепроницаемые; $R = 10^{-6} \div 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ –

слабопроницаемые; $R = 10^{-6} \div 3 \cdot 10^{-8}$ м – очень слабопроницаемые; $R < 3 \cdot 10^{-8}$ м – практически непроницаемые (таблица).

Таким образом, длины акустических волн, отвечающие характерным линейным размерам порового пространства, будут следующими: $\lambda > 4,4 \cdot 10^{-3} \div 4,4 \cdot 10^{-5}$ м – очень хорошо проницаемые породы; $\lambda = 4,4 \cdot 10^{-5} \div 1,3 \cdot 10^{-5}$ м – хорошо проницаемые; $\lambda = 1,3 \cdot 10^{-5} \div 4,4 \cdot 10^{-6}$ м – среднепроницаемые; $\lambda = 4,4 \cdot 10^{-6} \div 1,2 \cdot 10^{-6}$ м – слабопроницаемые; $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-6} \div 1,2 \cdot 10^{-7}$ м – очень слабопроницаемые; $\lambda < 1,2 \cdot 10^{-7}$ м – практически непроницаемые (таблица).

По диапазону частот звуки, как известно [2], подразделяются на: инфразвук $f \leq 16$ Гц; звуки диапазона слышимости человека – $f = (16 \div 2 \cdot 10^4)$ Гц; ультразвук – $f = (2 \cdot 10^4 \div 10^9)$ Гц; гиперзвук – $f \geq 10^9$ Гц (этим частотам соответствуют длины волн от десятков километров до нескольких ангстрем). Следовательно, звуки капиллярно-пористых сред I–III классов и части IV класса проницаемости относятся к ультразвуковому диапазону, звуки капиллярно-пористых сред части IV класса и V–VI классов проницаемости – к гиперзвуковому диапазону (таблица).

Частотный диапазон гиперзвуковых волн имеет физическое ограничение сверху, обусловленное атомно-молекулярным строением сред: в газах длина упругой волны должны быть больше длины свободного пробега молекул, а в жидкостях и твердых телах – больше удвоенного межмолекулярного или межатомного расстояния. На этом основании за верхнюю частотную границу гиперзвука в газах принята частота 10^9 Гц, в твердых телах – $10^{12} \div 10^{13}$ Гц, в жидкостях промежуточное значение $\sim 10^{11}$ Гц (показанное выше $f_0 = 8,14 \cdot 10^{10}$ Гц). Заметим, также, что в свободной воде акустическая длина волны на частоте $f = 3 \cdot 10^9$ Гц при скорости звука $c \sim 1500$ м/с равна $\lambda = c/f = 55,5$ мкм, что соответствует длине волны видимого света.

Поровое пространство горных пород всех классов – сложная нерегулярная система сообщающихся межзерновых пустот и трещин различной проницаемости, отвечающая в среднем определенному классу проницаемости. Поэтому в каждом классе пород мы можем иметь сложный спектр акустических частот, взаимодействующих между собой по законам акустики.

Универсальность гармонического колебания заключается в том, что любой периодический сигнал может быть составлен (синтезирован) из гармонических колебаний определенных амплитуд, частот и начальных фаз методом Фурье-анализа [7].

Как известно, любой сигнал с периодом T может быть представлен суммированием определенного набора гармонических колебаний с круговыми частотами, равными $\omega_n = n\omega_1 = 2\pi n/T$, где (n – номер гармоники, натуральное число; гармоника с номером $n = 1$ именуется основной гармоникой, а гармоники с номерами $n > 1$ – высшими гармониками; в общем случае количество таких гармоник может быть бесконечным).

Сигнал, представленный суммой гармоник, записывается в виде [7]:

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_1 t) + b_n \sin(n\omega_1 t)], \quad (23)$$

$$\text{где } a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) dt; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \cos(n\omega_1 t) dt; \quad b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) \sin(n\omega_1 t) dt.$$

В силу линейности колебательной системы в самом общем случае получаем для смещения всех частиц выражение:

$$s(x_n, t) = \sum_p s_p(x_n, t), \quad (24)$$

где суммирование проводится только по тем модам, которые участвуют в колебаниях.

Важнейшей характеристикой акустического процесса является интенсивность (сила) звука – средняя по времени плотность потока звуковой энергии dJ через поверхность, перпендикулярную направлению распространения звука dS :

$$I = \frac{dJ}{dS}.$$

Плотность потока звуковой энергии, Вт ($\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^3$), переносимой звуковой волной, равна отношению звуковой энергии dW ($\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$), переносимой упругой средой через заданную поверхность, к интервалу времени $dt(c)$, за который эта энергия переносится:

$$J = \frac{dW}{dt}.$$

Для периодического звука усреднение производится либо за промежуток времени, большой по сравнению с периодом, либо за целое число периодов; для плоской синусоидальной бегущей волны интенсивность звука ($\text{Вт}/\text{м}^2$), т.о., равна

$$I = \frac{dJ}{dS} = \frac{d(dW/dt)}{dS} = \frac{p\nu}{2} = \frac{\langle p^2 \rangle_t}{2\rho c} = \frac{\pi p_0^2}{\omega Z}, \quad (25)$$

где p – амплитуда звукового давления, ν – амплитуда колебательной скорости, ρ – плотность среды, c – скорость звука (таблица).

Приступая к оценке акустической интенсивности инфильтрационного процесса, вначале оценим интенсивность собственно инфильтрационного процесса, используя модуль подземного стока (интенсивность питания подземных вод), который выражается двояко (взаимно обращающимися выражениями): как расход потока инфильтрации q , размерностью $\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$, и как скорость потока ν , размерностью $\text{м}/\text{с}$, связанных соотношением

$$q (\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2) = 10^{-9} \nu (\text{м}/\text{с}).$$

Для простоты и общности дальнейшего анализа будем оперировать пресной водой плотностью $1\text{г}/\text{см}^3$ ($1\text{кг}/\text{дм}^3$). В этом случае весовой расход потока переписывается к виду

$$1\text{кг}/\text{с}\cdot\text{км}^2 = 10^{-6} \text{кг}/\text{с}\cdot\text{м}^2.$$

Для модуля подземного стока $q = 1\text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ квадрат скорости инфильтрационного потока составит

$$\nu^2 = 10^{-18} \text{м}^2/\text{с}^2.$$

Энергия инфильтрационного потока пропорциональна квадрату скорости инфильтрации и для 1кг пресной воды при модуле подземного стока $q = 1 \text{дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ составит

$$dW = 10^{-18} \text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2 (\text{Дж}).$$

Чтобы получить значение мощности потока инфильтрации, необходимо отнести полученное значение энергии инфильтрационного потока к единице времени (секунде, в системе СИ); следовательно, будем иметь

$$dJ = \frac{dW}{dt} = 10^{-18} \text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^3 (\text{Вт}).$$

Определимся, наконец, с выражением интенсивности инфильтрации – средней по времени плотности энергии инфильтрационного потока dJ через поверхность dS , перпендикулярную направлению распространения потока инфильтрации, учитывая что в системе СИ единицей площади является м^2 . Таким образом, интенсивность инфильтрации оказывается весьма малой величиной:

$$I = \frac{dJ}{dS} = \frac{d(dW/dt)}{dS} = 10^{-18} \text{кг}/\text{с}^3 (\text{Вт}/\text{м}^2), \quad (26)$$

тогда как интенсивность акустического процесса оценивается в $6\cdot 10^{-10} \div 6\cdot 10^{-15} \text{Вт}/\text{м}^2$ (таблица). Для сравнения: среднее значение теплового потока из недр Земли достигает $I_T \cong 1,525 \text{мккал}/\text{с}\cdot\text{см}^2 \cong 6,3\cdot 10^{-2} \text{Вт}/\text{м}^2$.

Продолжим оценки. Энергия, переносимая звуковой волной, равна

$$E_0 = \frac{1}{2} m s_0^2 \omega_0^2,$$

откуда интенсивность звука задается формулой

$$I = \frac{1}{2} c \rho_0 \omega^2 s_0^2,$$

свидетельствующей о ее пропорциональности квадратам амплитуды и частоты.

Для наших целей интенсивность I необходимо выразить через амплитуду колебаний возмущений давления $(\delta p)_0$, как части пластового давления, используя выражение амплитуды скорости колебаний частиц [5]

$$v_0 = 2\pi f s_0.$$

Следовательно, амплитуда скорости равна

$$v_0 = \frac{(\delta p)_0}{\rho_0 c},$$

а интенсивность звука ($Па \cdot c/m$)

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\delta p)_0^2}{c \rho_0} \quad (27)$$

оказывается, в конечном итоге, пропорциональной квадрату амплитуды звукового давления и обратно пропорциональной акустическому сопротивлению (импедансу) среды $c\rho_0$.

Проведенные оценки интенсивности звука, сопровождающего геофильтрацию, свидетельствуют о значительном ее превышении относительно интенсивности собственно геофильтрации (таблица).

Акустическое давление, оказываемое на частицы среды при распространении волны, является результатом действия как упругих, так и инерционных сил; последние вызываются амплитудным ускорением

$$a_g = 2\pi f \sqrt{\frac{2I}{c\rho_0}} = 2\pi f \frac{p_0}{c\rho_0} \sqrt{2}, \quad (28)$$

изменяющимся в течение периода колебаний от нуля до максимума. Кроме того, в течение периода колебаний ускорение меняет свой знак. Максимальные значения величин ускорения и давления, возникающие в среде при прохождении в ней акустических волн, не совпадают во времени: в момент, когда перепад ускорения достигает своего максимума, перепад акустического давления становится равным нулю.

Амплитудное ускорение $a_g \sim 0,2g$ вызывает увеличение амплитудной скорости

$$v_g = v_0 + a_g/f \quad (29)$$

до величины $v_g \sim 10^{-7} \div 10^{-11} \text{ м/с}$; эффект ускорения течения достигает $v_g/v_0 \sim 10$ (таблица).

Амплитудные ускорение и скорость – это переменные величины, возникающие в упругой среде при прохождении через неё акустической волны, т.е. мгновенные значения амплитудного ускорения и амплитудной скорости в точках среды, изменяющиеся как со временем, так и при переходе к другим точкам среды. Следовательно практическое значение приобретает средне-квадратичное амплитудное значение скорости

$$\langle v_a^2 \rangle_t = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v_a^2(t) dt} = \frac{\pi v_{0a}^2}{\omega Z_a}.$$

Амплитудное значение скорости есть максимальное по модулю значение мгновенной скорости за весь период колебаний:

$$v_M = \max |v(t)|,$$

при этом для гармонических колебаний мгновенное значение скорости выражается как

$$v(t) = v_M \sin(\omega t + \varphi).$$

ЛИТЕРАТУРА

1 *Порядин В.И.* К обоснованию акустической геофильтрации, проницаемости и пьезопроводности // Изв. НАН РК. Серия геол. и техн. 2013. № 4, с. 50-61.

2 *Порядин В.И.* Модифицированные формы закона Дарси как отражение волновых свойств материи // Изв. НАН РК. Серия геол. и техн. 2011. № 2, с. 17-27.

3 *Физическая энциклопедия.* М.: Советская энциклопедия, 1988–1998 гг.

4. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. М.: Энергия, 1972. 560 с.
5. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Колебания и волны. Лекции. М.: МГУ, 2001. 143 с.
6. Горная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1984-1991 гг.
7. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1969. 288 с.

REFERENCES

1. Porjadin V.I. K. obosnovaniju akusticheskoj geofiltracii, pronicaemosti i p'ezoprovodnosti. Izvestija NAN RK. Serija geol.i tehn. **2013**. № 4. P. 50-61 (in Russ.).
2. Porjadin V.I. Modificirovannye formy zakona Darsy kak otrazhenie volnovyh svoystv materii. Izvestija NAN RK. Serija geol.i tehn. **2011**. № 2. P.17-27. (in Russ.).
3. Fizicheskaja enciklopedija. Sovetskaja enciklopedija, **1988-1998**. (in Russ.).
4. Lykov A.V. Teplomassoobmen. Energija, **1972**. 560 p. (in Russ.).
5. Aleshkevich V.A., Dedenko L.G., Karavaev V.A. Kolebanija i volny. Lekcii. **MGU**, **2001** г. 143 p.(in Russ.).
6. Gornaja enciklopedija. Sovetskaja enciklopedija, **1984-1991**. (in Russ.).
7. Aramanovich I.G., Levin V.I. Uravnenija matematicheskoj fiziki. Nauka, **1969**. 288 p. (in Russ.).

Резюме

В.И.Порядин.

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

СУЛЫ ҚАБАТТАРДЫҢ АКУСТИКАЛЫҚ ГЕОФИЛЬТРАЦИЯ, ӨТКІЗГІШТІК ЖӘНЕ ПЬЕЗОСЕЗГІШТІК (II БӨЛІМ) НЕГІЗДЕМЕГЕ

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

Тірек сөздер: заңды фильтрлар, акустика, өткізгіштік, пьезосезгіштік, серпімділік, қабат, ауысу, кезек теңселуі, теория.

Summary

V.I.Poryadin

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

TO REASONS OF ACOUSTICS GEOFILTERING, OF PERMEABILITY, OF PIEZOCONDUCTIVITY

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

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

УДК 550.348

Т.В. ТАРАДАЕВА¹, Н.А. ТАРАДАЕВ², Н.П. СТЕПАНЕНКО¹, Б.М. АШИРОВ¹

(¹ТОО «Институт Сейсмологии», г. Алматы; ²ГУ «СОМЭ КН МОН РК», г. Алматы)

СЕЙСМОТЕКТОНИКА РАЙОНА САРЫЖАЗСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Аннотация

В северной части высокогорного свода Хан-Тенгри на расстоянии 40 км от поселка Сарыжаз 28 января 2013 года произошло землетрясение с магнитудой $M_s=6,0$. Для выявления закономерностей возникновения очага землетрясения проанализирована сеймотектоника Центрального Тянь-Шаня по литературным источникам и проведены собственные морфоструктурные исследования. В результате, в пределах рассматриваемого региона, намечены морфоструктуры, ответственные за возникновение землетрясений, зоны аномально напряженного состояния и предложена интерпретация геологической природы очага Сарыжазского землетрясения.

Ключевые слова: сеймотектоника, морфоструктура, линеамент, разломы, морфоструктурные узлы, сейсмичность.

Тірек сөздер: сейсмикалық тектоника, морфоқұрылым, линеамент, жарық, морфоқұрылымды түйіндер, сейсмикалық.

Keywords: seismotectonics, morphostructure, lineament, faults, morphostructure knots, seismicity.

Сеймотектонике и морфоструктуре Центрального Тянь-Шаня посвящены многочисленные публикации [1, 2 и др.]. Район эпицентра Сарыжазского землетрясения входит в Восточно-Терскайский морфоструктурный узел, описываемый с помощью терминов – морфоструктура, линеамент, морфоструктурный узел, сформулированных И.П.Герасимовым, Е.Я.Ранцман [3, 4]. В настоящее время эти термины являются основными понятиями структурно-геоморфологического анализа; под *морфоструктурой* понимается выраженная в рельефе тектоническая форма. *Линеаменты* – это зоны глубинных разломов, выделенные с помощью космодатаснимков. *Морфоструктурные узлы* – районы пересечения зон глубинных разломов (линеаментов), являются самыми подвижными и проницаемыми участками земной коры. Мы также придерживаемся данных определений.

Рассматриваемый регион представляет собой типичный горный район Северного Тянь-Шаня (рисунок 1), сложенный древними палеозойскими и допалеозойскими породами, дислоцированными движениями каледонского в Северном Тянь-Шане (до Центрально-Терскайского разлома), герцинского в Южном Тянь-Шане (к югу от Атбаши-Иньльчекского разлома) и движениями того и другого циклов в Среднем Тянь-Шане; здесь также установлены эпикаледонские наложенные прогибы, срединные и краевые массивы, в которых обнажается догеосинклинальное основание докембрийского возраста [5-7].

Обширные территории региона занимает заилийский комплекс гранитоидов, формирование которого происходило в три основные фазы. Комплексами пород второй (позднеордовикской) фазы сложены громадные батолиты Кунгей Алатау, Заилийского Алатау, Терскай Алатау (батолиты Копылский и Баянкольский). Неоген-четвертичный вулканизм известен в хр.Кетмень на плато Ушхасан (междуречье Киргизсай-Сумбе), где сохранились конические постройки вулканов, силлы, дайки базальтоидов.



Рисунок 1 – Ярусный рельеф высокогорного свода Хан-Тенгри (6995 м). За оз.Тузколь низкогорная гряда Жабартау (2292 м) – межразломная обращенная синклираль, сложенная озерными, аллювиально-делювиальными отложениями N_1 и N_2 , осложняющая северное крыло Текесской впадины. Снимок предоставлен Т.Е. Нысанбаевым

По особенностям мезозойско-кайнозойской истории становления рельефа в регионе выделены: системы линейно-вытянутых передовых хребтов, система срединных брахиморфных хребтов и горных массивов [7, 8]. На рисунках 2-3 показаны фрагменты всех трех хребтов, составляющих Центральный Тянь-Шань, субширотных цепей: Северной передовой зоны (Заилийский Алатау – 1 ряд, Кунгей Алатау и Кетмень – 2 ряд, Терской Алатау – 3 ряд); северная часть Южной передовой зоны поднятий (система поднятий хр.Кокшаал); Срединная зона заключена между двумя выше перечисленными зонами передовых поднятий и состоит из Северо-Нарынской и Южно-Нарынской частей. По данным О.К. Чедия [7] Заилийский хребет имеет северную асимметрию, Кетмень – южную, Северо-Нарыньские хребты – южную, Южно-Нарыньские – разную; гряды Кокшаала – очень резкую южную. В высокогорном узле свода Хан-Тенгри хребты всех трех систем, разделенные узкими долинами, тесно сближаются, а затем в Меридиональном хребте сходятся. Новейший структурный план рассматриваемой территории зависит от древнего плана, но полной унаследованности ни в формах структур, ни в направленности движений нет [5-8]. Морфоструктурное выражение и некоторые особенности неотектонических движений региона, необходимые для понимания геодинамических закономерностей развития региона, показаны на рисунках 2-3.

Поперечными ограничениями Центрально-Тянь-Шаньского свода Хан-Тенгри являются линеаменты – Сарыжазский на западе и Музартский на востоке. Северное ограничение свода представляет тупой морфоструктурный клин, разделяющий Иссык-Кульскую и Текесскую впадины. Клин образован краевой Терской системой разломов северо-восточного направления (продолжающейся Басультауской линейной зоной) и Текесским сегментом поперечного Чиликского линеамента. По Терской системе разломов, вдоль южного побережья оз. Иссык-Куль, предполагается единая трансиссыкульская деформационная зона, со значительными смещениями со скоростью 4,2-4,6 мм/год [9]. Чиликский поперечный линеамент, после пересечения с Баянкольским, плавно причленяется к Атбаши-Иныльчекскому. На фоне субширотной морфоструктуры Тянь-Шаня, в пределах клина, морфоструктура зоны сочленения свода Хан-Тенгри с Текесской впадиной поперечна. Сочленение начинается северной невысокой грядой Дегерес (2528 м), несущей площадки пенеплена, местами покрытые неогеном и наклоненные на юго-запад (ЮЗ). Лежащая депрессия, выполненная неогеновыми и нижнечетвертичными породами, ограничена с ЮЗ резко выраженным уступом (~1200 м), за которым вновь видны реликты древнего пенеплена, поднимающиеся к осевой части свода. Пенеплен и перекрывающие осадки чехла обычно наклонены под углами около 20° , но вблизи разрывов местами залегают вертикально. Этот сегмент морфоструктурно четко выраженного

поперечного Чиликского линеамента, представляющий чередование глыбовых массивов и впадин СЗ простирания, имеет длину 70 км и ширину около 40 км. По Чиликскому линеamentу в районе эпицентра Сарыжазского землетрясения зафиксирован правосторонний сдвиг со скоростью 1,6 мм/год.

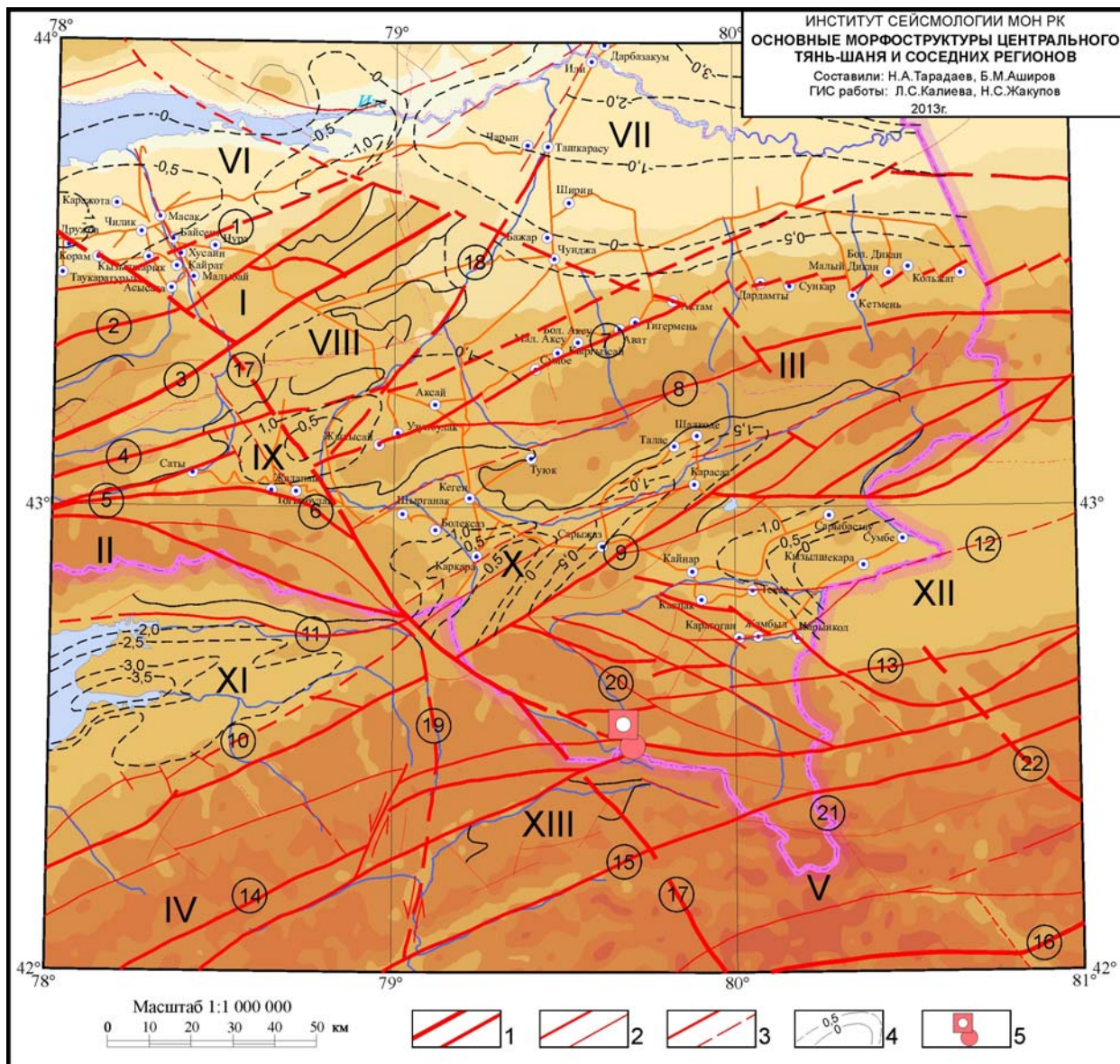


Рисунок 2 – Основные морфоструктуры Центрального Тянь-Шаня и соседних регионов

Разрывные нарушения: 1 – первого и второго ранга, 2 – третьего и четвертого ранга, 3 – установленные и предполагаемые; 4 – изогипсы поверхности домезозойского фундамента (в км); 5 – эпицентр Сарыжазского землетрясения (28.01.2013, $M_s=6,0$) и его афтершок (13.03.2013, $M_s=4,5$). Хребты (глыбовые складки): I – Заилийский Алатау, II – Кунгей Алатау, III – Кетмень, IV – Терской Алатау, V – высокогорный свод Хан-Тенгри. Межгорные и внутригорные впадины: Илийская (VI – Алматинская, VII – Жаркентская), VIII – Сюгатинская, IX – Жаланашская, X – Кегенская, XI – Иссык-Кульская, XII – Нарынколская (западная часть Текесской впадины), XIII – Сарыжазская. Разрывные нарушения: Северо-Тянь-Шаньской сквозькоровой флексурно-разломной зоны первого порядка (1 – Алматинский, 2 – Заилийский, 3 – Чилико-Кеминский, 4 – Северо-Далашикский, 5 – Байсорун-Чиликский); 6 – Жаланашский, 7 – Северо-Кетменский, 8 – Центрально-Кетменский, 9 – Басылутауский, 10 – Предтерскойский, 11 – Северо-Иссык-Кульский, 12 – Текесский, 13 – Байнкольский (сегмент Центрально-Терской), 14 – Линия Николаева, 15 – Атбаши-Иныльчекский, 16 – Кипчакский (сегмент Гиссаро-Кокшаальского), 17 – Чиликский (сегменты: Капчагайский, Чиликский, Текесский, Сарыжазский), 18 – Чарынский, 19 – Сарыжазский, 20 – Копылский, 21 – Меридиональный, 22 – Музартский.

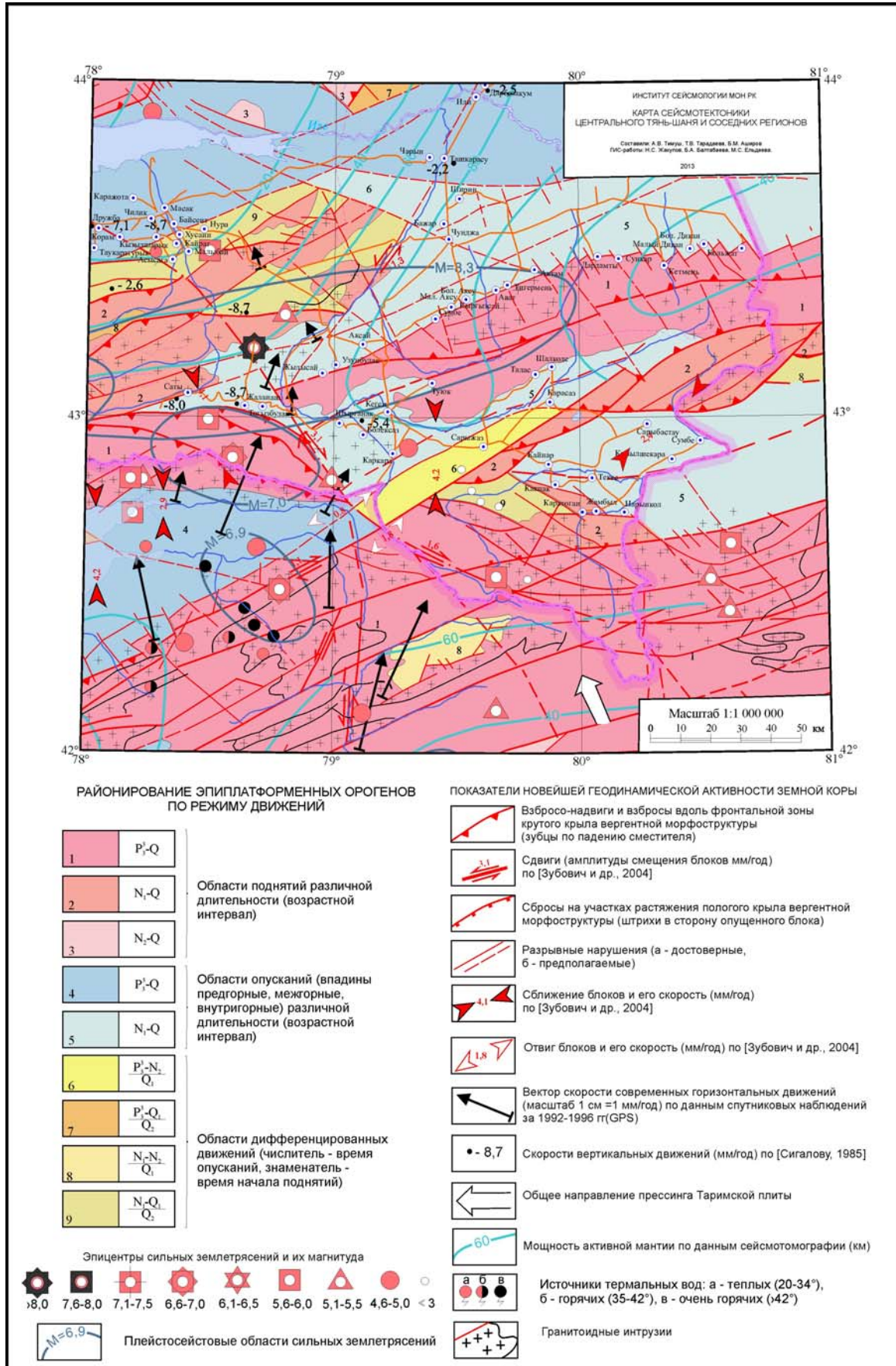


Рисунок 3 – Карта сеймотектоники Центрального Тянь-Шаня и соседних регионов

Каркаринская (Кегено-Каркаринская) и Текесская впадины представляют асимметричные грабены, ограниченные отрогами Кетменского хр. на севере и северными склонами Терской и Кунгей Алатау на юге.

Каркаринский грабен, заложенный в олигоцене, вытянут в СВ направлении, имеет моноклиальный северный склон и осевую часть с мощным кайнозойем (до 2 км). На ЮЗ он небольшой седловиной смыкается с Иссык-Кульской впадиной. СВ часть грабена значительно приподнята, в бассейнах рек Каркары и Кегень впадина расширена (вдоль Чиликского разлома) и осложнена вытянутой СВ Шольдаырской антиклинальной приразломной складкой, в ядре которой обнажен нижний миоцен. Складка скручена, в ядре слои вертикальны, а на периклиналиальных замыканиях наклонены под углами 15-20°. Южнее по р. Ирсу вытянута Акбулакская антиклиналь. Ось впадины смещена к северу, южный и северный борта осложнены зонами глубинных разломов. Впадину выполняют неогеновые и мощные четвертичные отложения, возможно, в глубоких частях впадины присутствуют палеогеновые образования. Мощность чехла по данным сейсморазведки до 3 км.

Текесская впадина заходит в пределы рассматриваемой территории западным Нарынколским флангом, где вытянута вдоль подножия горного массива Хан-Тенгри. С юга и севера она обрамлена предгорными ступенями; в южной из них палеозойский цоколь поднят на высоту почти 2,5 км, а в северной находится под кайнозойским чехлом на уровнях 0,6-1,4 км. К осевой части впадины фундамент ступенчато погружается до нулевых отметок и, вероятно, еще глубже. Северное крыло отделено от основной эшелонированной гряды Басулытауских гор и осложнено несколькими узкими СВ и широтными разрывами и согласными приразломными складками. Отмечены довольно крупные широтные антиклинальные складки – Айгыржалская (СЗ крыло крутое, приразломные углы падения около 70°), Жабырская (южное крыло крутое, северное пологое). В Текесской впадине и смежном Баянкольском синклинории широко развит комплекс наложенных прогибов, сложенных карбонатно-терригенными образованиями (С₁-С₂), наследующими субширотный структурный план каледонид и смятыми в изометричные брахискладки. В целом Текесская впадина имеет ВСВ простираение и сравнительно линейные зоны сочленения с ограничивающими ее хребтами, за исключением нескольких вышеописанных участков морфоструктурного клина, разделяющего Иссык-Кульскую и Текесскую впадины. Западная зона сочленения дугообразно выгнута на ЮЗ, на расстоянии 40 км к югу от неё находится субпараллельная ей дуга, образованная субширотным сегментом Чиликского линеамента. Тектонический клин между Баянкольским и Копылским разломами включает гранитоиды Копылского и Баянкольского батолитов, более значительных размеров. Вероятнее всего, очаги землетрясений связаны с «ростом» батолитов, происходящем в условиях сжатия земной коры региона.

Иссык-Кульская впадина входит в состав Моинкум-Наратского каледонского массива, сложенного метаморфическими породами докембрия, прорванными допалеозойскими и раннепалеозойскими гранитоидами [5-7]. На древнем основании с несогласием и следами глубокого размыва залегают полого дислоцированные, преимущественно терригенные отложения среднего и верхнего ордовика. Выше находятся терригенно-карбонатные отложения средневизейско-серпуховского возраста, трансгрессивно лежащие как на древнем основании, так и на толщах ордовика. К северной краевой части Иссык-Кульского срединного массива приурочен Кунгейский антиклинорий.

Более мелкие *Кегенская*, *Сюгатинская*, *Жаланашская* депрессии образуют с хребтами структуры шарнирного сочленения, область развития которых дискордантно пересекает современные морфоструктуры. Фундамент в них находится под кайнозойским чехлом, имея отметки от 0,4 до 1,4 км. Западная граница проникновения впадин в хребты согласуется со ступенчатым понижением высот Заилийского и Кунгей Алатау. Аналогичный поперечный изгиб орографических элементов наблюдается на северо-восточном окончании Заилийского Алатау. Севернее он продолжается в виде поднятия фундамента между Алматинской и Жаркентской впадинами, а еще севернее – в виде ступенчатого окончания ЮЗ фланга гор Конурулен. Эти поперечные изломы палеозойского цоколя, охватывающие как прогибы, так и поднятия, отражаются в строении земной коры, соответствуя областям ее пониженной мощности [10, 11].

Разрывные нарушения [5, 8]. Разломы ВСВ направления (Северо-Кунгейский, Центрально-Кетменский и другие) определяли особенности развития региона еще с протерозоя, большинство из них неоднократно обновлялись. Суммарная амплитуда горизонтальных перемещений по ним (вместе с альпийскими) достигает 20 км, а вертикальных составляет первые км. Вертикальные перемещения в сочленениях впадин с горными сооружениями достигают нескольких тысяч метров. Разломы, наиболее значительно повлиявшие на формирование современных структур, заложены в конце нижнего ордовика. Они определили положение каледонских геологических районов, поясов гранитоидов и вулканических комплексов.

Ориентировка разрывных нарушений различна. В хребтах Северного Тянь-Шаня, расположенных между близширотными крупными межгорными впадинами – Алматинско-Жаркентской, Иссык-Кульско-Текесской, преобладают близширотные и ВСВ глубинные разрывы, ограничивающие и осложняющие глыбовые антиклинали (Зайлийскую, Кунгейскую, Кетменскую) и синклинали (внутригорные впадины) с интенсивной приразломной складчатостью этих же направлений. СЗ и СВ поперечные разломы представлены двумя крупными разрывами – Чиликским и Чарынском.

Южнее Иссык-Кульско-Текесской впадины, в Терской Алатау и высокогорном узле Хан-Тенгри, появляются протяженные зоны меридиональных линеаментов и резко увеличивается плотность разломов северо-западного направления.

Молодые движения по разрывам преимущественно крутые взбросо-сдвиговые, их сместители падают чаще под горные сооружения. СВ взбросо-сдвиги обычно с левым смещением (со скоростью около 1,3 мм в год по Чарынскому линеаменту – рисунок 3), а СЗ – с правым. Наиболее крупные меридиональные зоны разрывных нарушений выражены antecedentной долиной р.Сарыжас и Меридиональным хребтом; для некоторых меридиональных зон установлены левосторонние подвижки (Сарыжаская серия разломов с амплитудой 5-7 км).

Вертикальные смещения по отдельным разрывам 100-800 м, общие смещения по зонам достигают 1500-2000 м. Амплитуды горизонтальных смещений до 5 км и более. Перемещения глыбовых складок относительно друг друга осуществляются по зонам крупных разрывных нарушений. Нередко движения происходят не по линейным зонам, а по отдельным коротким сопряженным разломам, образующим ломаные линии.

С событиями 01.28-13.03.2013 г. связана зона *Чиликского поперечного разлома*, который был выделен в качестве Текесского поперечного линеамента Е.Я. Ранцманом [3]; линеамент совпадает с вышеописанной поперечной зоной изгибов и смещений морфоструктур. На рассматриваемой территории по различному морфоструктурному выражению и особенностям современных движений зона Текесского линеамента подразделяется на несколько сегментов. Чиликский сегмент пересекает систему продольных хребтов и долин; до Северо-Иссык-Кульского разлома он выражен цепочкой депрессией, в которой происходит резкое снижение хребтов или хребты заканчиваются (Кунгей Алатау, хр. Далаашик, Кетмень, виргации хр.Кетмень). Речные долины Чилика и Чарына в зоне Чиликского линеамента являются antecedentными; для некоторых участков характерны разновозрастные дифференцированные движения. В настоящее время впадины вдоль него продолжают опускаться со скоростью около 9 мм/год [12] в условиях сжатия. Передовые дуги хребтов первого и второго ряда к западу и востоку от Чиликского сегмента сближаются с одинаковой скоростью 4,2 мм/год с хр. Терской Алатау, сжимая при этом Иссык-Кульско-Текесскую впадину [9]. От сегмента, разделяющего Иссык-Кульскую и Текесскую впадины, зафиксирован раздвиг (рисунок 3). Южнее раздвиг к Чиликской зоне причленяется субширотный участок Центрально-Терской продольного разлома, а основная ветвь следует до Тарима, отчлняя поперечную Сарыжаскую ступень от высокогорного свода Хан-Тенгри. По Чиликской зоне разломов отмечаются правосторонние сдвиговые смещения со скоростью 3,1 мм/год, продолжающиеся по его субширотной Текесской ветви, но уже с меньшей скоростью – 1,6 мм/год.

На пересечениях Текесским линеаментом субширотных зон продольных глубинных разломов существует несколько морфоструктурных узлов, в которых возникают очаги сильных землетрясений. С одним из таких узлов связан эпицентр Чиликского землетрясения 1989 г. ($M = 8,2$). К Баянкольскому узлу тяготеет очаг Сарыжаского землетрясения. Кроме того, на его пересечениях с разломами Гиссаро-Кокшаальской краевой зоны также происходили землетрясения с $M \geq 6$. Наиболее сейсмоопасно пересечение Чиликского разлома с Баянкольским, так как они

составляют зону сочленения свода Хан-Тенгри с Текесской впадиной. Баянкольский, Предтергерский, Чиликский глубинные разломы образуют Баянкольскую сейсмогенную зону, в которой возможны землетрясения с $M=7,5$ [1]. Также следует заметить, что каждый из них ограничивает крупные блоки, сложенные гранитоидными породами. Очаг Сарыжазского землетрясения с $M_s=6,0$ и наиболее сильные афтершоки с $M_s \approx 4,5-3,0$ тяготеют к гранитоидным блокам. Простираение одной из плоскостей разрыва составляет 142° , угол падения сместителя – 84° , тип подвижки взбросо-сдвиговой, установленные по параметрам механизмов (данные ГУ «СОМЭ КН МОН РК»), что не противоречит геологической характеристике Чиликского сдвига.

Из проведенных исследований следует, что особенности поля напряжений и сейсмичности Центрального Тянь-Шаня в значительной мере определяются морфоструктурой земной коры, сжимаемой двумя жесткими мегаблоками – Таримом и Казахским щитом.

Сейсмогенерирующими являются, прежде всего, зоны региональных новейших краевых разломов, представляющих собой зоны контрастного сочленения относительно разнонаправленных тектонических движений. Новейшие краевые разломы размещаются в зонах сопряжения хребтов (горных массивов) с предгорными, межгорными и внутригорными впадинами.

В морфоструктурных узлах наиболее сильные землетрясения с $M \geq 6$ приурочены к областям, где распространен фундамент древней консолидации и выходы крупнейших гранитоидных тел.

В рассматриваемом регионе наиболее сейсмоопасными являются узлы пересечения активным в настоящее время Текесским (Чиликским) поперечным правосторонним сдвигом продольных глубинных краевых разломов. Вполне возможно, что накапливающиеся напряжения сбрасываются, прежде всего, при «выдавливании» вверх, в условиях бокового сжатия, гранитоидных блоков. При этом накопление и разрядка напряжений происходит в соответствии с иерархией гранитоидных массивов, в пределах каждого гранитоидного блока независимо от других.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тимуш А.В. и др. Сейсмогенерирующие зоны Казахстана. Институт Сейсмологии. 2012..80 с.
- 2 Тимуш А.В. Сейсмоструктура литосферы Казахстана. Алматы, 2011, 590 с.
- 3 Раницман Е.Я. Места землетрясений и морфоструктура горных стран. М.: Наука, 1979. 179 с.
- 4 Герасимов И.П., Раницман Е.Я. Неотектоника сейсмических районов Тянь-Шаня и Памиро-Алая по данным геоморфологического анализа // Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность. М: Наука, 1964. С. 146-152.
- 5 Кнауф В.И. Тектоническое районирование Северной Киргизии // Геотектоника, 1966. №5. С. 48-57.
- 6 Кнауф В.И. Региональные тектонические структуры и размещение полезных ископаемых / Геология СССР, т. XXV. Киргизская ССР. Геологическое описание. Книга 2. М.: Недра, 1972. С. 271-280.
- 7 Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986. 315 с.
- 8 Геология СССР. Т. XL. Южный Казахстан. Геологическое описание. Книга 2. М.: Недра, 1971, 228 с.
- 9 Zubovich A.V. и др. Современная кинематика Тарим-Тянь-Шань-Алтайского региона Центральной Азии (по данным GPS измерений) // Физ. Земли, 2004, № 9. С. 31-40.
- 10 Земная кора сейсмоактивных районов Казахстана / Ж.С.Ержанов, А.К.Курскеев, А.В.Тимуш, Н.М.Чабдаров. Алма-Ата: Наука, 1982. 232 с.
- 11 Геодинамика и сейсмичность литосферы Казахстана / Под ред. Б.С.Ужженова, Е.Нусипова. Алматы, 2007. 411 с.
- 12 Карта современных вертикальных движений земной поверхности по геодезическим данным на территории Казахстана. Масштаб 1:2 500 000 /Ред. В.М. Сигалов. М., 1985.

LITERATURA

- 1 Timush A.V. i dr. Sejsmogenirujushhie zony Kazahstana. Institut Sejsmologii. 2012..80 s.
- 2 Timush A.V. Sejsmotektonika litosfery Kazahstana. Almaty, 2011, 590 s.
- 3 Rancman E.Ja. Mesta zemletrjasenij i morfostruktura gornyh stran. M.: Nauka, 1979. 179 s.
- 4 Gerasimov I.P., Rancman E.Ja. Neotektonika sejsmicheskikh rajonov Tjan'-Shanja i Pamiro-Alaja po dannym geomorfologicheskogo analiza. *Aktivizirovannye zony zemnoj kory, novejschie tektonicheskie dvizhenija i sejsmichnost'*. M: Nauka, 1964. S. 146-152.
- 5 Knauf V.I. Tektonicheskoe rajonirovanie Severnoj Kirgizii. *Geotektonika*, 1966. №5. S. 48-57.
- 6 Knauf V.I. Regional'nye tektonicheskie struktury i razmeshhenie poleznyh iskopaemyh. *Geologija SSSR, t. HHHV. Kirgizskaja SSR. Geologicheskoe opisanie. Kniga 2. M.: Nedra, 1972. S. 271-280.*
- 7 Chedija O.K. Morfostruktury i novejschij tektogenez Tjan'-Shanja. *Frunze: Ilim, 1986. 315 s.*
- 8 Geologija SSSR. T. HL. Juzhnyj Kazahstan. *Geologicheskoe opisanie. Kniga 2. M.: Nedra, 1971, 228 s.*
- 9 Zubovich A.V. i dr. Sovremennaja kinematika Tarim-Tjan'-Shan'-Altajskogo regiona Central'noj Azii (po dannym GPS izmerenij). *Fiz. Zemli, 2004, № 9. S. 31-40.*

10 Zemnaja kora sejsmoaktivnyh rajonov Kazahstana. Zh.S.Erzhanov, A.K.Kurskeev, A.V.Timush, N.M.Chabdarov. Alma-Ata: Nauka, 1982. 232 s.

11 Geodinamika i sejsmichnost' litosfery Kazahstana. Pod red. B.S.Uzhkenova, E.Nusipova. Almaty, 2007. 411 s.

12 Karta sovremennyh vertikal'nyh dvizhenij zemnoj poverhnosti po geodezicheskim dannym na territorii Kazahstana. Masshtab 1:2 500 000 /Red. V.M. Sigalov. M., 1985.

Резюме

T.B. Taradaeva¹, N.A. Taradaev², N.P. Stepanenko¹, B.M. Ashirov¹

(¹Сейсмология институты, Алматы; ²«СТЭЭ» ММ, Алматы)

САРЫЖАЗ СІЛКІНІСІ АЙМАҒЫНЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ ТЕКТОНИКАСЫ

Сарыжаз кентінен 40 км қашықтықта, Хан-Тәңірінің солтүстік бөлігіндегі жотада 28 қаңтар 2013 жылы $M_s=6,0$ магнитудасымен жер сілкінісі болды. Сілкініс ошағының шығу заңдылықтарын анықтау үшін Орталық Тянь-Шанның сейсмикалық тектоникасы әдеби деректер бойынша талданып және өзіміз морфоқұрылысты зерттеулер жүргіздік. Нәтижесінде, қарастырылып отырған аймақта сілкіністің туындауына ықпалды морфоқұрылысы, аймақтың кернеулі күйінің ауытқулары белгіленді және Сарыжаз сілкінісі ошағының геологиялық жаратылысының түсіндірмесі берілді.

Тірек сөздер: сейсмикалық тектоника, морфоқұрылым, линеамент, жарық, морфоқұрылымды түйіндер, сейсмикалық.

Summary

T.V. Taradayeva¹, N.A. Taradayev², N.P. Stepanenko¹, B.M. Ashirov¹

(¹Institute of seismology, Almaty; ²Seismological skilled and methodical expedition, Almaty)

SEISMOTECTONICS OF THE REGION OF THE CARYDZHAZ EARTHQUAKE

The earthquake took place 28 January 2013 with $M_s=6,0$ in northern part of mountainous Han-Tengry arch. Seismotectonics of Central Tien-Shan analysed for identification tectonic relationships of earthquake, by literary data and own morphostructural investigations. In result, morphostructures where mark, which are generating earthquakes in region, zones of anomaly stress and interpretation of geological nature of the Carydzhas earthquake where offer.

Keywords: seismotectonics, morphostructure, lineament, faults, morphostructure knots, seismicity.

Поступила 16.10.2013 г.

УДК 55:504.064 (07)

А. Б. БАЙБАТША¹, А. А. ПОЦЕЛУЕВ², Ю. С. АНАНЬЕВ²

¹ Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы;

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск)

МЕТОДИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ СТРУКТУР

(Представлена академиком НАН РК М. Бакеновым)

Аннотация

Дистанционное зондирование Земли из космоса имеет большие перспективы для выявления скрытых под кайнозойскими образованиями рудоконтролирующих структур. Это становится возможным на основе разработанной методики дешифрирования и геологической интерпретации космических снимков.

Ключевые слова: космоснимок, дешифрирование, геологическая интерпретация, рудоконтролирующие структуры

Тірек сөздер: ғарыштүсірім, риясыздау, геологиялық бажайлау, рудабақылаушы құрылымдар.

Keywords: space image, interpretation, geological interpretation, ore-controlling structure.

Введение. В целях дешифрирования космогеологических структур использовались мультиспектральные космические снимки Landsat ETM+ (7 каналов в видимой, ближней ИК и тепловой области спектра) среднего пространственного разрешения (14,25-90 м) и цифровая модель рельефа (данные SRTM - Shuttle radar topographic mission, февраль 2000 г).

Съемки выполнены ранней весной, при угнетенном растительном покрове, что соответствует основным требованиям к материалам такого характера. Точность пространственной привязки соответствует масштабу выполняемых работ.

Исходными данными для выполнения работ явились:

– архивные материалы мультиспектральной космической съемки Landsat, Съемка выполнена 27.04.2001 г. Спектральные диапазоны каналов: PAN – 520-900 нм, 1 - 450 - 515 нм, 2 – 525 - 605 нм, 3 – 630 - 690 нм, 4 - 750 – 900 нм, 5 - 1550 – 1750 нм, 6 - 10400 – 12500 нм, 7 - 2090 – 2350 нм. Пространственное разрешение снимков составляет 14,25 м для PAN канала, 30 м для 1, 2, 3, 4, 5 и 7 каналов и 60 м для 6 канала (рис. 1). Архивные материалы Landsat взяты на сайте университета штата Мариленд (США): <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>;

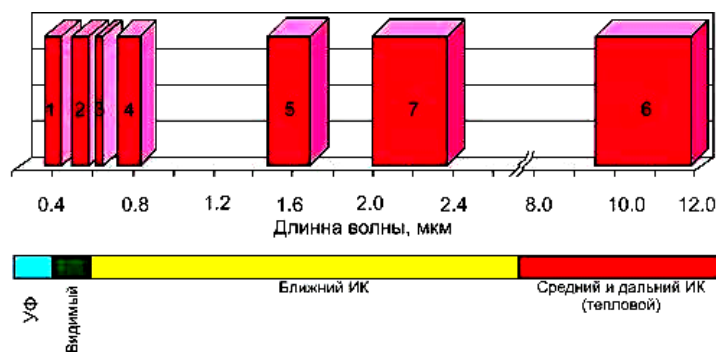


Рисунок 1 – Спектральные характеристики космической системы Landsat

– цифровая модель рельефа (пространственное разрешение 90 м) взята на сайте: <http://glcfapp.glcg.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>.

При обработке исходной информации использованы лицензионное программное обеспечение Erdas Imagine, ArcGIS.

В результате проведенных исследований получены:

– компонент дистанционной основы космоструктурной схемы участка. Композит по материалам космической съемки Landsat (спектральный диапазон 500-900 нм), масштаба 1:200000;

– компонент дистанционной основы космоструктурной схемы участка. Композит по материалам космической съемки Landsat (спектральные зоны 750-900, 630-690, 450-520 нм), масштаба 1:200000;

– компонент дистанционной основы космоструктурной схемы участка. Композит по материалам космической съемки Landsat (спектральные зоны 2090-2230, 1550-1750, 530-610 нм), масштаба 1:200000;

– космоструктурная схема участка, масштаба 1:200000.

Методика дешифрирования и разработанная на ее основе технологическая схема обработки и анализа изображения включала в себя три основных этапа:

1) первичная обработка (геометрическая привязка, синтез цветных изображений из моноканальных растров);

2) тематическая обработка - создание необходимого набора тематических растров путем классификации (автономной и по набору выделенных эталонов), вегетативных индексов, методов фильтрации с применением различных алгоритмов и др.;

3) анализ исходных и тематических материалов совместно с цифровой моделью рельефа.

Обработка и подготовка изображений и цифровой модели рельефа

Обработка данных дистанционного зондирования для целей геологического дешифрирования разделена на два основных блока операций. Первый блок – технологический. Он предназначен для корректировки и улучшения спутниковых данных, и по существу, является универсальным, независимым от задач дальнейшей интерпретации.

Второй блок обработки служит непосредственно целям геологического дешифрирования. В связи с этим, основной смысл процедур второго блока обработки сводится к выявлению особенностей земной поверхности, имеющих прямую или косвенную геологическую природу.

«Технологический» блок традиционно включает в себя следующие виды преобразований:

1) геометрическая коррекция спутниковых изображений;

2) радиометрическая калибровка снимков;

3) коррекция влияния атмосферы;

4) восстановление пропущенных пикселей;

5) контрастирование;

6) фильтрация;

7) перекалибровка мультиспектрального изображения в более высокое пространственное разрешение.

Геометрическая коррекция спутниковых данных включает в себя:

1) устранение искажений;

2) географическую привязку.

Ни один из космических снимков точно не отображает поверхность Земли. Все снимки несут на себе комплекс геометрических искажений. Существует несколько причин таких искажений. Основными причинами являются кривизна поверхности Земли и неровности рельефа. Однако они проявляются, как правило, совместно. Кроме того, следует отметить, что для разных типов космических снимков комбинация этих причин различна.

Геометрические искажения снимков, вызванные кривизной поверхности Земли, получаются в результате того, что точки сканируемой местности не лежат в одной плоскости и наблюдение ведется не в надире, а под углом к поверхности земли. Поэтому при удалении от центральной линии сканирования (где съемка ведется в надире) искажение формы и размера объектов увеличивается.

Неровности рельефа вызывают те же искажения, что и кривизна поверхности земли, но задача устранения их сложнее, по причине того, что формы рельефа сложнее, чем форма Земли.

Поскольку космические съемки делают с большой высоты, то влияние форм рельефа незначительно, поэтому данный тип искажений учитывают лишь для горных областей. Процедура устранения геометрических искажений, вызванных неровностями рельефа, называется орторектификацией.

Географическая привязка заключается в задании пиксельной матрице снимка реальных прямоугольных координат с последующей трансформацией.

Радиометрическая калибровка снимков. Снимки, первоначально получаемые со спутников, записаны в виде так называемых «цифровых значений» яркости. Данные в таком формате нельзя сопоставлять с данными других съемок. Задача радиометрической калибровки заключается в приведении этих значений в общепринятые физические единицы.

Коррекция влияния атмосферы. При прохождении через атмосферу электромагнитные волны частично поглощаются и рассеиваются, причиной поглощения и рассеивания являются: озон, водяной пар (облачность), углекислый газ, кислород, метан, пыль, дым. К настоящему времени разработаны математические методы устранения этих погрешностей с учетом состояния атмосферы, времени года и метеорологических данных.

Восстановление пропущенных пикселей. «Пропущенные пиксели» возникают во время съемки (неисправна съемочная аппаратура) или в момент передачи данных. Такие явления могут стать помехой при последующей тематической обработке снимка. Пропущенные пиксели восстанавливаются путем интерполяции значения соседних пикселей.

Контрастирование. Контраст изображения – это разность между максимальными и минимальными значениями яркости. Слабый контраст – наиболее распространенный дефект изображений. Существует несколько методов повышения контраста путем цифровой обработки. Операция повышения контрастности снимка может быть использована при визуальном дешифрировании снимков. Наиболее популярные методы повышения контраста линейное растягивание, нормализация и выравнивание гистограммы изображения и др.

При линейном растягивании гистограммы всем значениям яркости присваиваются новые значения с целью - охватить весь возможный интервал изменения яркости.

Под нормализацией гистограммы понимается растягивание наиболее интенсивного ее участка на весь интервал.

В процессе выравнивания гистограммы (эквализация) производится изменение значений яркости пикселей таким образом, чтобы для каждого уровня яркости было одинаковое или близкое количество пикселей.

Фильтрация – это матричное преобразование, которое позволяет усилить полезный сигнал с одной стороны и ослабить или полностью устранить случайные помехи.

Чаще всего фильтрации осуществляются в скользящем окне. При таком преобразовании пересчитываются значения яркости всех пикселей изображения. Когда данный пиксел является центральным в окне, которое «движется» по снимку, ему дается новое значение, которое является функцией от значений окружающих его в окне пикселей. Размер окна может быть, например 3x3, 5x5 или 7x7 пикселей. Наиболее простые способы – фильтрация низкочастотным, высокочастотным и статистическими фильтрами.

Перекалибровка мультиспектрального изображения в более высокое пространственное разрешение проводится с целью получения мультиспектрального изображения с более высоким пространственным разрешением. При осуществлении этой процедуры используются пиксельные матрицы РАН канала КС той же, либо другой космической системы. Необходимо сразу отметить, что использовать полученные таким образом мультиспектральные изображения для последующей обработки не рекомендуется, так как в ходе выполнения процедуры несколько меняются спектральные характеристики снимка. Результаты такой обработки чаще используют для визуального дешифрирования.

После завершения работ по корректировке и улучшению спутниковых данных, осуществляется **второй блок** обработки, который сводится к выявлению особенностей земной поверхности, имеющих прямую или косвенную зависимость от геологической среды. К основным процедурам этого этапа относят:

- 1) создание мультиспектрального изображения из моноканальных растров;
- 2) расчет спектральных индексов;

- 3) анализ главных компонент;
- 4) спектральное разделение;
- 5) классификации;
- 6) совместная обработка изображений и данных о рельефе местности.

Создание мультиспектрального изображения. Операторы и поставщики космоматериалов представляют данные в виде поканальных наблюдений. Такое моноканальное изображение можно визуализировать в оттенках серого, либо в псевдоцветах. При этом на мониторе, отображается информация полученная в одном спектральном канале.

Лучше воспринимается не черно-белое, а цветное изображение. Цветное изображение на мониторе можно получить, отобразив три моноканала космического снимка в палитре RGB (рис. 2). Очевидно, что в снимке с 6 каналами можно получить 20 различных комбинаций.

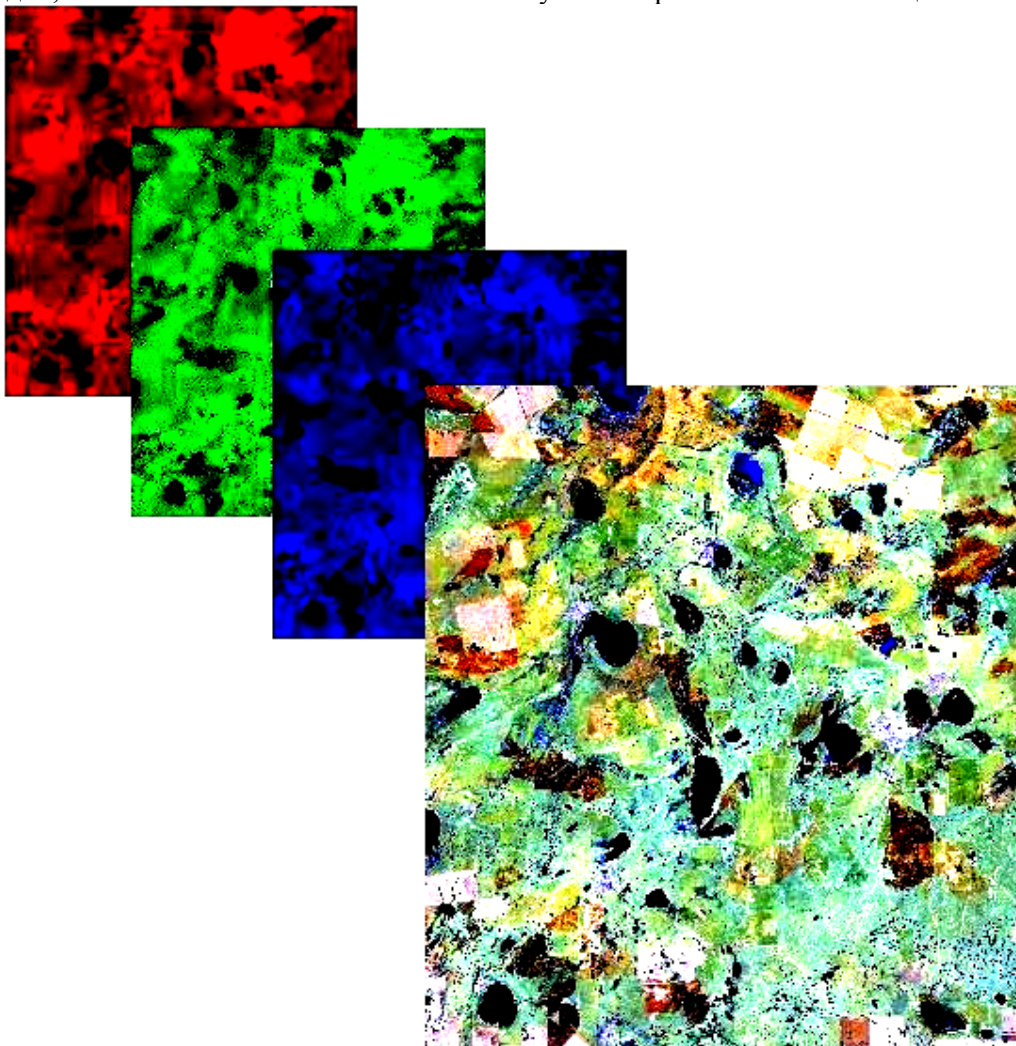


Рисунок 2 – Создание мультиспектрального изображения

Расчет спектральных индексов. Для получения индексного изображения, значение яркости каждого пиксела вычисляется путем применения алгебраических операций над значениями яркости этого пиксела из разных спектральных каналов снимка. При таком подходе важны не абсолютные значения в различных спектральных зонах, а их отношения. Прямые и косвенные признаки геологических образований традиционно выявляют в следующих индексах: вегетационный, нормализованный вегетационный, инфракрасный/красный, железо-оксидный, глинистые минералы, железистые минералы, гидротермальные минералы, минеральные композиции и др. (рис. 3).

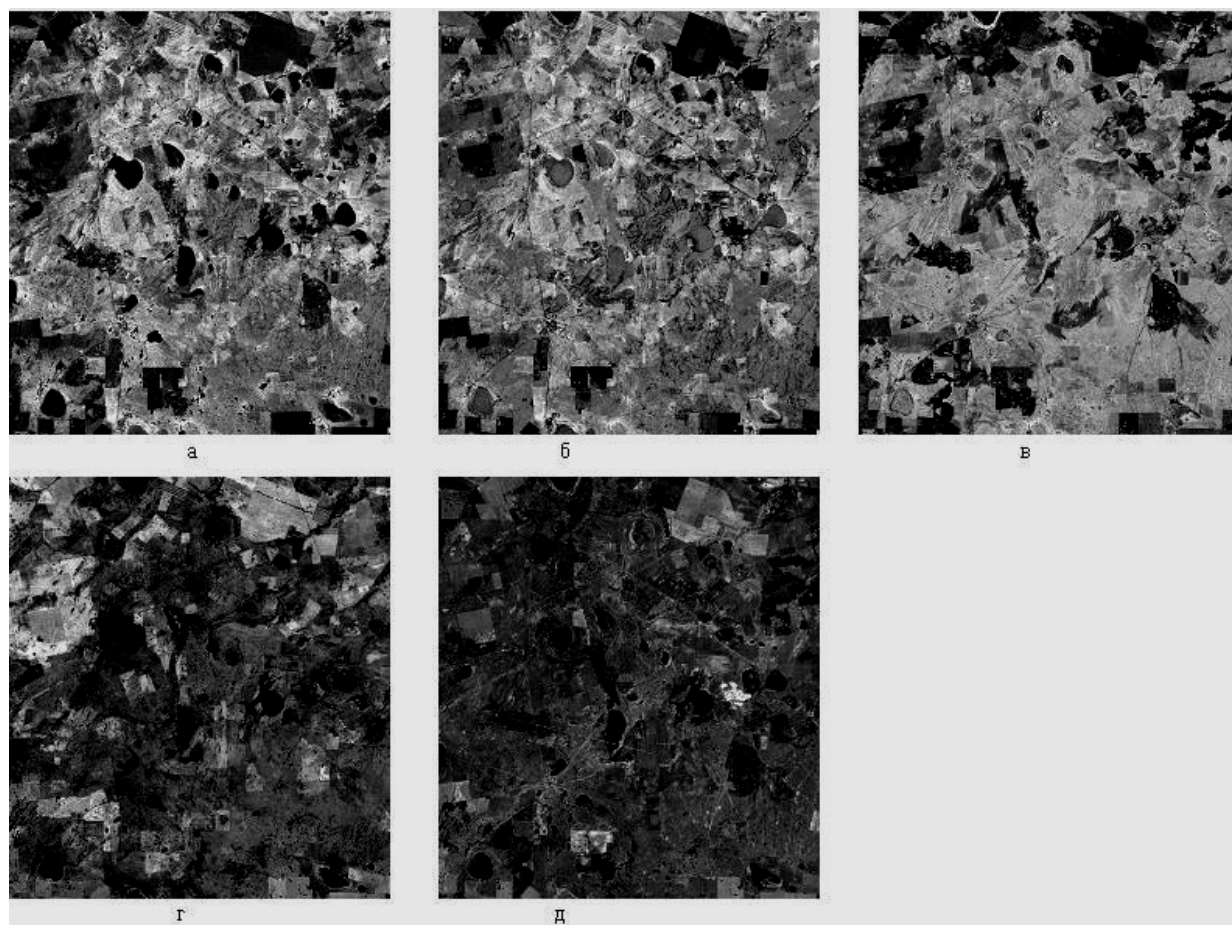


Рисунок 3 – Информативные спектральные индексы: а – IR/R; б – вегетационный; в – глинистые минералы; г – железистые минералы; д – оксиды железа

Анализ главных компонент. Это метод анализа многоспектральных коррелированных данных. Понятие коррелированные данные означает, что при возрастании значения яркости пикселей в одном спектральном канале изменяются значения яркости и в других спектральных каналах. Подобная корреляция может возникать по ряду причин, например, при относительно низкой отражательной способности растительного покрова в видимой части спектра, что приводит к схожести спектральных образов объектов во всех диапазонах регистрации видимого излучения.

Топографические особенности рельефа также могут вызывать корреляции между диапазонами. Уровень затенения при съемках в гористой местности, или при съемке на закате или восходе солнца, можно считать одинаковым во всех диапазонах регистрации отраженного солнечного излучения.

Такая корреляция приводит к избыточности информации, из-за чего анализ данных в исходных спектральных диапазонах становится неэффективным. Для преодоления этой избыточности и применяют метод главных компонент.

Результатом преобразования снимков методом главных компонент является устранение корреляционной зависимости между исходными многомерными данными при одновременном сжатии большей части дисперсии полного изображения. Полученные в результате некоррелированные многослойные изображения принято нумеровать в порядке убывания дисперсии (рис. 4). Другими словами, если снимок содержит шесть спектральных каналов, можно создать цветное изображение из трех главных компонент, поскольку в типичном многозональном изображении, обычно, первые две, три или четыре компоненты способны описать, практически, всю изменчивость спектральных характеристик. Остальные компоненты чаще всего обусловлены шумовым воздействием. Исключая эти компоненты, можно уменьшить объем данных без заметной потери информации.

Спектральное разделение. Один пиксел снимка может отображать от нескольких до тысяч квадратных метров поверхности Земли, и содержать информацию не об одном объекте, а о группе объектов, которые расположены на соответствующей территории.

Метод спектрального разделения применяют для распознавания на снимках объектов, размер которых меньше размера пиксела. Суть метода состоит в следующем: смешанные спектры анализируют, сравнивая их с известными чистыми спектрами, например, из спектральных библиотек чистых материалов. Происходит количественная оценка соотношения данного известного (чистого) спектра и примесей в спектре каждого пиксела. После выполнения такой оценки может быть получено изображение, раскрашенное так, что цвет пиксела будет означать, какой компонент преобладает в спектре этого пиксела.

Классификации – это компьютерное дешифрирование снимков или процесс автоматизированного разделения пикселов снимка на группы (классы), которые соответствуют разнотипным объектам. Существует два основных подхода к проведению классификации – неуправляемая и управляемая.

Суть неуправляемой классификации сводится к автоматическому разделению пикселов изображения на заданное число классов на основе статистических показателей распределения яркостей. Такой способ классификации применяют в случае если:

- заранее неизвестно какие объекты есть на снимке,
- на снимке большое количество объектов (более 30) со сложными границами.

Сложность такого способа заключается в последующей интерпретации выделенных классов.

Наиболее распространенные методы классификации без обучения – ISODATA и К-средних. ISODATA это классификация, которая основана на кластерном анализе. К одному классу относятся пикселы, значения яркости которых наиболее близки в пространстве спектральных признаков. Метод классификации К-средних отличается от метода ISODATA тем, что требует изначального задания некоторого количества средних значений для формирования начальных классов, следовательно, этот способ используют тогда, когда объекты на снимке достаточно хорошо различаются.

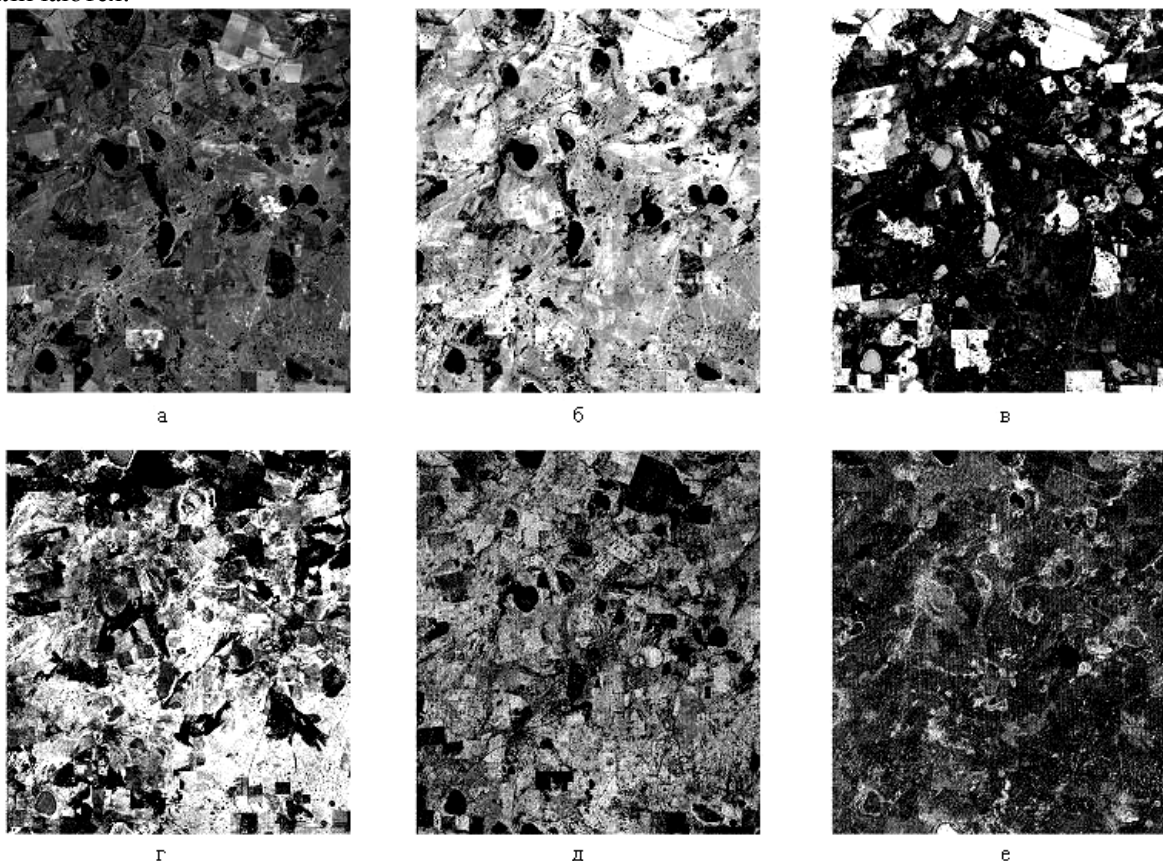


Рисунок 4 – Главные компоненты: а – 1; б – 2; в – 3; г – 4; д – 5; е – 6

Управляемая классификация сводится к разделению пикселей изображения на основе заранее определенных эталонных объектов, либо по спектральным библиотекам.

Классификация по эталонам проводится в следующем порядке:

- 1) определение элементов классификации (определение объектов для дешифрирования);
- 2) выделение эталонов (выделение на классифицируемом снимке областей соответствующим тем или иным элементам классификации);
- 3) оценка качества эталонов (оценка характера распределения значений яркости этих эталонных объектов);
- 4) выбор способа классификации;
- 5) классификация с последующей оценкой качества полученного результата.

В приведенной технологической цепочке наиболее сложным моментом является выбор способа классификации. Наиболее распространенными способами разделения пикселей на группы по эталонам являются: способ минимального расстояния, способ параллелепипедов, способ максимального правдоподобия, способ расстояния Махаланобиса, способ спектрального угла. Каждый из приведенных выше способов классификации имеют свои особенности, достоинства, недостатки и области применения (табл. 1)

Таблица 1 - Предпочтительные области применения статистических классификаторов

| Способ классификации | Области применения |
|-----------------------------|--|
| Минимального расстояния | Классификация объектов, значения яркости которых пересекаются |
| Параллелепипедов | Классификация объектов, значения яркости которых не пересекаются |
| Максимального правдоподобия | Классификация объектов, у которых области значений яркости разных классов в пространстве признаков перекрываются и имеют сложную (или вытянутую) форму. |
| Расстояния Махаланобиса | Этот способ является более точным, по сравнению со способом минимального расстояния, поскольку учитывает распределение значений яркости обучающих выборок. |
| Спектрального угла | Классификация объектов, которые имеют схожие значения яркости |

Достаточно перспективным является использование управляемой классификации по спектральным библиотекам. Спектральные библиотеки представляют собой наборы графиков-кривых спектральной отражательной способности объектов, полученные многоканальными спектрометрами в лабораторных или полевых условиях.

Использование данных спектральных библиотек в качестве эталонов при проведении спектрального анализа для выявления объектов на конкретном снимке требует соблюдения ряда обязательных требований:

1) одинаковые единицы измерения. Поскольку спектральные библиотеки содержат информацию о значениях коэффициентов отражения на поверхности земли, выражаемых, как правило, в долях единицы, яркости пикселей должны быть приведены к такому же виду. То есть должен быть выполнен пересчет яркостей пикселей в коэффициент отражения (значения 0-1) и устранено влияние атмосферы;

2) одинаковый спектральный диапазон и разрешение данных. Спектральный диапазон и разрешение библиотек соответствуют характеристикам спектрометра. Спектральный диапазон большинства библиотек спектров от 0,2-0,4 до 14-25 микрон с разрешением от 1 до нескольких нанометров. То есть, в библиотеке может содержаться несколько сотен, а то и тысяч точек для построения одной кривой. Спектральное разрешение многозональных съемочных систем не сопоставимо с такими данными.

Не смотря, на кажущуюся привлекательность, метод обладает очевидным недостатком – реальные спектры отражения горных пород во многом зависят от большого числа факторов – минерального состава, степени выветрелости, наличия и качества растительности, солнечной экспозиции, степени обводненности, пространственного и радиометрического разрешения космической системы и многого другого.

Совместная обработка изображений и данных о рельефе местности включает в себя в виде основных разделов драпировку трехмерной модели местности первичными или производными изображениями, а также собственно обработку цифровой модели рельефа различными методами

(например, текстурная фильтрация, направленное дифференцирование). Поскольку значительный объем дешифровочных признаков связан в той или иной мере с особенностями рельефа местности, постольку изучение этой составляющей всего блока информации является очень важным. Кроме того, изучаемые площади в ряде случаев достаточно интенсивно «зашумлены» объектами антропогенного характера: урбанизированные территории, сельхозугодия и т.п., что делает практически невозможным распознавание проявлений геологических процессов на изображениях, однако нередко следы этих процессов сохраняются в рельефе.

Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Фундаментальные исследования в области естественных наук», № 747.МОН.ГФ.12.7

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Аэрокосмические методы геологических исследований /Под. Ред. А.В. Перцова. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2000. 316 с.
- 2 Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. Алматы, 2012. 448 с.
- 3 Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Том 2. Металлогения. Алматы, 2002. 272 с.
- 4 Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для вузов. М.: Аспект-Пресс, 2004. 184 с.
- 5 Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие для вузов. Томск, 2011. 304 с.

REFERENCES

- 1 Space methods of geological researches / Under Edition of A.V.Pertsova. SPb.: VSEGEI, 2000. 316 p.
- 2 Baibatsha A.B. Models of fields of non-ferrous metals. Almaty, 2012. 448 p.
- 3 Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. Volume 2. Metalgenius. Almaty, 2002. 272 p.
- 4 Labutina I.A. Deshifirovaniye of space pictures: manual for higher education institutions. M: Aspekt-Press, 2004. 184 p.
- 5 Pocoluyev A. A. Ananyev Yu.S. Zhitkov V. G. Remote methods of geological researches, forecasting and searches of mineral deposits: manual for higher education institutions. Tomsk, 2011. 304 p.

Резюме

А.Б. Байбатша¹, Поцелуев А.А.², Ананьев Ю.С.²

¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.,
²Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университеті, Томск қ.)

ЖАСЫРЫН КЕНБАҚЫЛАУШЫ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН ҒАРЫШ ТҮСІРІМІН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ РИЯСЫЗДАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Жерді қашықтан ғарыштан зондылаудың кайнозой жаралымдары астындағы жасырын рудабақылаушы құрылымдарды анықтау үшін болашағы зор. Оның ғарыш түсірімдерін риясыздау және геологиялық бағайлау әдістемесі негізінде мүмкін екендігі көрінеді.

Тірек сөздер: ғарыштүсірім, риясыздау, геологиялық бағайлау, рудабақылаушы құрылымдар

Summary

A. B. Baibatsha¹, A. A. Pocoluyev², Yu. S. Ananyev²

¹Kazakh National Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty,
²National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk)

METHOD OF GEOLOGICAL INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGES TO DETECT HIDDEN ORE-CONTROLLING STRUCTURES

Remote sensing from space has great potential to detect hidden ore-controlling structures under the Cenozoic formations. This is possible on the basis of the developed methods of interpretation and geological interpretation of satellite images.

Keywords: space image, interpretation, geological interpretation, ore-controlling structure.

Поступила 02.10.2013 г.

Л.В АНИЩЕНКО¹

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКАЧКИ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ВОД В ОТЛОЖЕНИЯ НЕОКОМСКОГО ВОЗРАСТА

Аннотация

Построение 3-х мерной модели неокомского резервуара было выполнено с целью симуляции и определения возможности закачки в пласт на перспективу. Модель пласта включает в себя самые последние геологические и инженерные данные.

Ключевые слова: геологическое строение, коллекторские свойства, уровень флюида, фронт сточных вод, закачка, симуляционная и гидродинамическая модели, мониторинг.

Тірек сөздер: геологиялық құрылым, коллекторлық қасиеттер, флюид деңгейі, ағын сулардың мөлшері, айдау, симуляциялық және гидродинамикалық үлгілер, мониторинг.

Keywords: geology, reservoir properties, the level of the fluid, wastewaters, downloading, simulated and hydrodynamic models, monitoring.

Симуляционные исследования проведены с целью построить 3-х мерную динамическую модель, представляющую неокомский резервуар со всеми на данный момент уже изученными параметрами, такими, как свойства породы и флюидов, давление и подсчитанный объем порового пространства, выявить закономерности повышения давления с увеличением объёма закачки за весь период использования полигона, использовать выявленную закономерность для расчета будущего повышения давления в коллекторе, а также рассчитать повышение давления на конечный срок закачки и определить положение границы раздела «пластовая вода – закачиваемая вода».

Симуляция нагнетания попутно-добываемых вод в отложения неокомского возраста выполнена на базе модели Тенгизского полигона закачки промстоков с целью определения возможности закачки в пласт на перспективу. Моделирование пласта включает в себя самые последние геологические и инженерные данные, такие, как сейсмические исследования, устьевые и пластовые давления, объёмы закачки и каротажные исследования.

Симуляционная модель [1] выполнена в программном формате, адаптированном и применяемом для подсчета запасов нефти и газа объемным методом. Впервые этот метод был применен в 2001 году ТОО “Тенгизшевройл” для создания модели полигона закачки промстоков с Тенгизского газоперерабатывающего завода [2]. Реакция наблюдательных скважин на закачку промстоков симулировалась приращением объема флюида пласта, путем сопоставления фактических данных о повышении уровня в наблюдательных скважинах, с объемами закачанных промстоков. Полученные результаты компьютерного моделирования подтверждены гидродинамическими расчетами, выполненными для схематизированных условий пласта-коллектора с применением граничных значений параметров. В модели предусматривается распространение закачанных вод с замещением 70% пластовых вод, т.е. 30% пластовых вод учитывается, как незамещаемые воды.

В симуляционную модель заложен полезный объем всей территории участка закачки попутно-добываемых вод, который составляет $2625 \times 10^6 \text{ м}^3$.

Для подтверждения симуляционной модели, использовался метод уравнения материального баланса для подсчета порового объема, необходимого для расчета фактически замеренных ответных давлений, возникших в результате закачки попутно-добываемых вод. Используя уравнение материального баланса, было рассчитано среднее пластовое давление, возникшее в результате закачки:

$$dV = c_i \times V \times \Delta p \quad (1)$$

Это уравнение исходит из определения сжимаемости в следующей форме:

$$W_{inj} = c_i \times W_i \times \Delta p, \quad (2)$$

где: W_{inj} : объем закачанной воды в коллектор (общий), м³; W_i : первоначальный объем воды в коллекторе, м³; c_i : общая сжимаемость, сумма сжимаемости пласта и воды, 1/МПа; Δp : повышение пластового давления, МПа

На рисунке 1 отражены результаты уравнения материального баланса. Объем воды в пласте, наилучшим образом совпадающий с данными поведения коллектора (закачки), составляет 5.77×10^9 м³. Давления в трех других случаях с объемами воды в пласте, равными 1.6×10^{10} м³ (1.0×10^{10} bbl), 3.2×10^9 м³ (2.0×10^{10} bbl) и 8.0×10^{10} м³ (5.0×10^{11} bbl), также показаны в графике для того, чтобы показать изменения среднего пластового давления как функцию первоначальных объемов воды в пласте. Рассчитанный объем пластовой воды в коллекторе методом материального баланса совпадает с балансом, определенным по исторически сопоставленной модели.

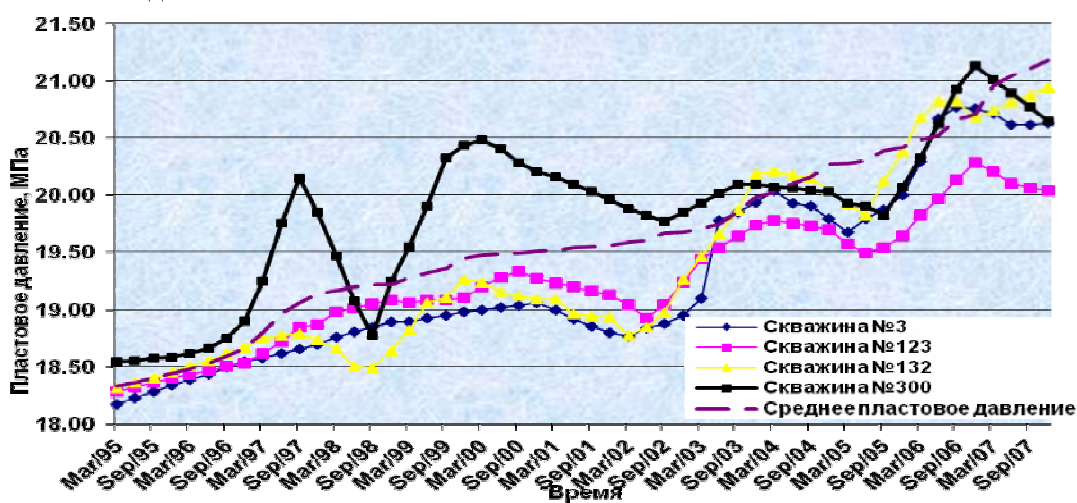


Рисунок 1 – Историческое сопоставление с использованием расчетов материального баланса.

Моделирование проведено для условия закачки в отложения неокомского возраста 50 млн. м³ попутно-добываемых вод с предельным давлением нагнетания 12 МПа в течение 27 лет. Параметры, заложенные в модель, приведены в таблице 1

Таблица 1 – Исходные параметры, заложенные в симуляционную модель закачки попутно-добываемых вод

| Сжимаемость пород, 1/Па | Пористость, доли ед. | Сжимаемость воды, 1/Па | Проницаемость по X, мкм ² | Проницаемость по Y, мкм ² | Проницаемость по Z, мкм ² | Вязкость воды, мПа*с |
|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| 0.58×10^{-9} | 0,244 | 0.479×10^{-9} | 2,0 | 2,0 | 0,76 | 1.002 |

Согласно расчётам «ВолгоградНИПИнефть» и расчётам, произведённым по данным откачек при опытных работах, проведенных ОАО «Атыраугидрогеология», скорость передачи давления одинакова по осям X и Y [3,4]. Поэтому, произведённый нижеследующий расчёт, правомочен для обеих осей:

Величина проницаемости 1 мкм² равна коэффициенту фильтрации равному 0,85 м/сут [6].

По расчётам коэффициент фильтрации для песчаников неокомского возраста равен 1,64 м/сут, следовательно, проницаемость по X и Y составляет $1,64/0,85 \approx 2,0$ мкм².

Расчёт проницаемости по оси Z произведен по скважинам полигона как средневзвешенное значение коэффициента фильтрации по неокомскому разрезу резервуара и составляет 0,76 мкм². Коэффициент фильтрации глинистых пропластков принят равным 10^{-4} м/сут [6].

По последним данным Грабовникова В. А. [5] вязкость в пластовых условиях для вод, аналогичных водам неокомского водоносного горизонта, составляет 1,002 мПа*с.

Симуляционная модель построена на основе сейсмических и каротажных данных, полученных в результате работ, выполненных ПФ "Эмбаунайгаз" на всех скважинах района закачки [1]. Текущее пластовое давление с сентября 1995 года по декабрь 2007 года и первоначальное среднее пластовое давление, равное 17,0 МПа, приведены к средней глубине залегания неокомского горизонта – минус 1581 м. Общий объем закачки и повышение пластового давления в пласте графически изображены ниже на рисунке 2. При увеличении объема закачки увеличиваются величины пластового давления.

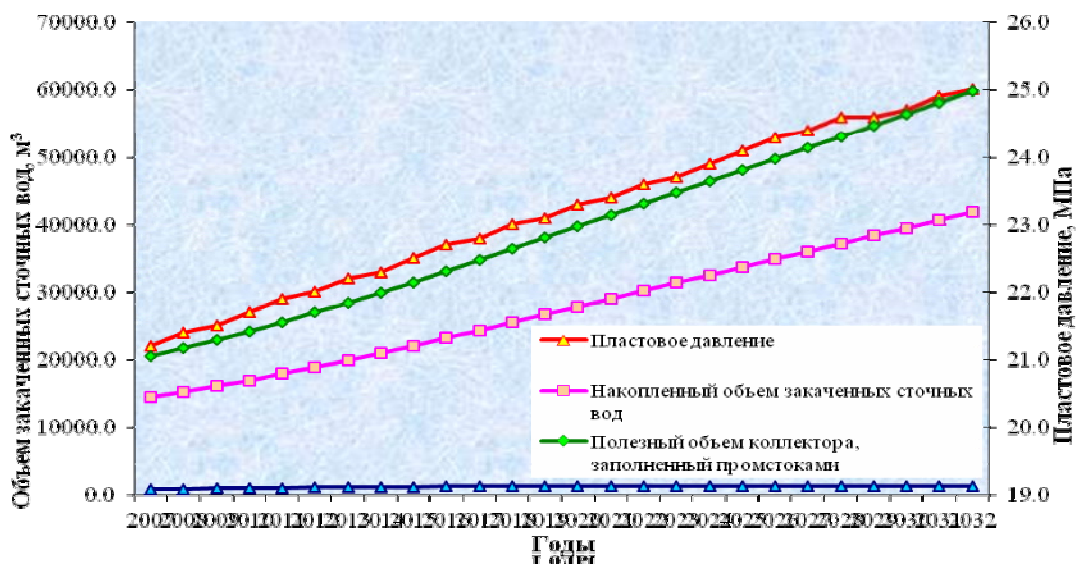


Рисунок 2 – Общий объем закачки и повышение пластового давления в пласте

График изменения величин устьевого давления от времени закачки отдельно по каждой скважине приведен на рисунке 3. При увеличении объема закачки увеличиваются величины устьевого давления.

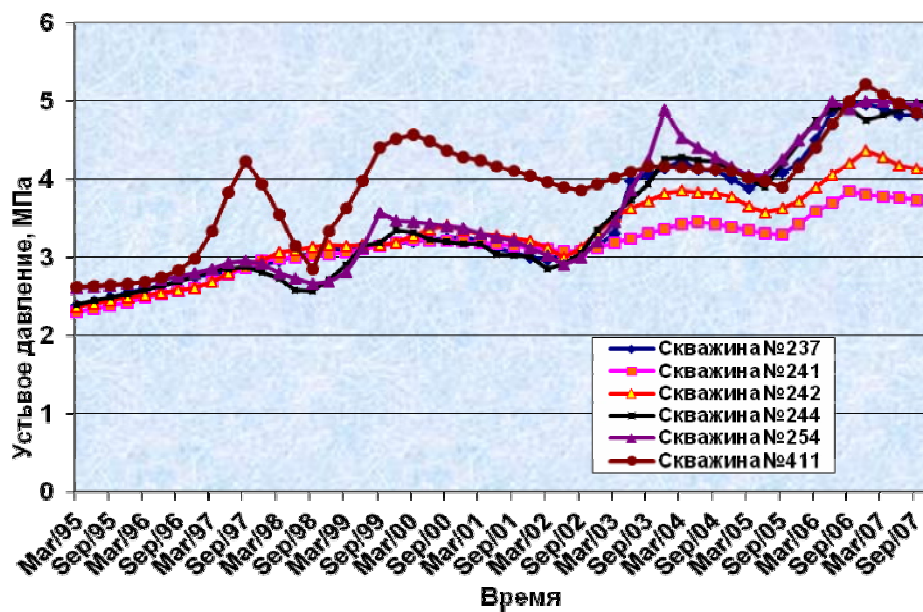


Рисунок 3 – Рост устьевого давления поглощающих скважин

Ниже на рисунке 4 дано сравнение рассчитанного среднего давления неокомского пласта, использованного в модели, с давлением, замеренным в наблюдательных скважинах №№3, 123, 132 и 300.

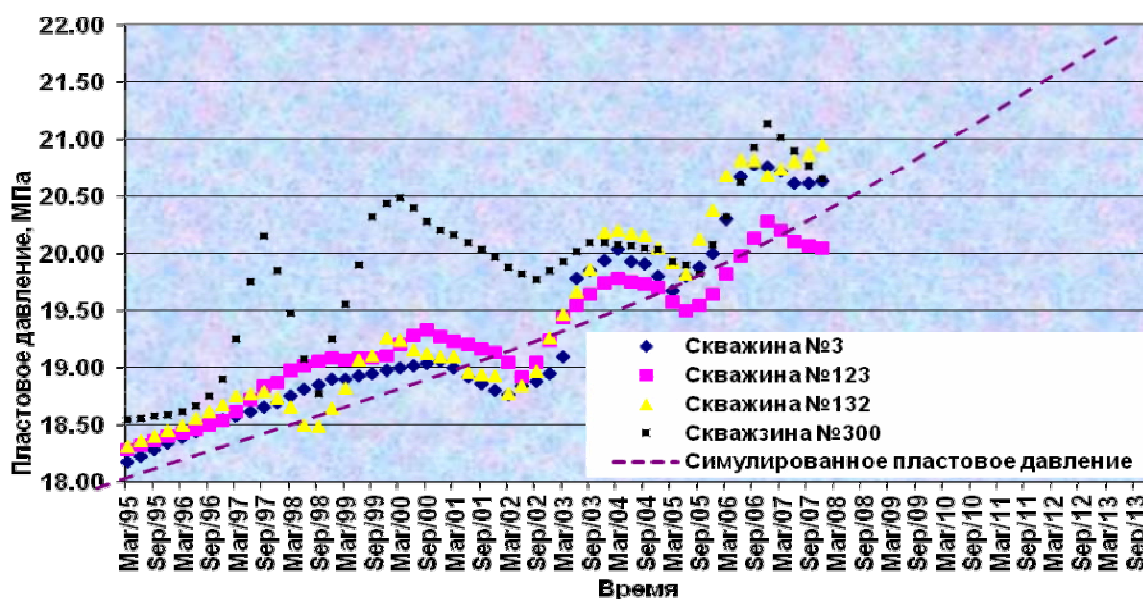


Рисунок 4 – Сравнение повышения давления в наблюдательных скважинах с расчётным пластовым давлением, заложенным в модель

Наблюдаемое на графике 4 сравнение повышения давления в наблюдательных скважинах с расчётным пластовым давлением, заложенным в модель, показывает четкую сходимость фактических и смоделированных данных.

После сопоставления значений смоделированного пластового давления с фактическими замеренными значениями давления, симуляционной модель была использована для прогноза характеристик дальнейшего нагнетания.

Нагнетание спрогнозировано до 2033 года с постоянным средним объемом нагнетания попутно-добываемых вод $7200 \text{ м}^3/\text{сут}$, варьирующим по скважинам в зависимости от текущей приёмистости. Максимальное устьевое давление при нагнетании равно $12,0 \text{ МПа}$ и максимальное забойное давление при нагнетании равно на глубине 1600 м $30,0 \text{ МПа}$. Ограничение максимального устьевого давления – функция имеющихся насосов, а забойное давление равно рассчитанному давлению разрыва.

Прогнозируемые параметры нагнетания приведены в таблице 2.

Суммарный объем закачки на 01.12 2007 год составил $14,107 \text{ млн. м}^3$ при среднем забойном давлении $19,0 \text{ МПа}$. Суммарный объем закачки на 01.12 2033 год составит $41,482 \text{ млн. м}^3$ при среднем забойном давлении $23,162 \text{ МПа}$.

В данной работе представлен экологически безопасный метод захоронения попутно-добываемых вод, применяемый нефтедобывающими и перерабатывающими предприятиями в терригенные водоносные горизонты на примере действующего полигона закачки месторождения Центральная и Восточная Прорва.

Обоснованы причины применения метода подземного захоронения попутно-добываемых вод на крупных предприятиях. Рассмотрены различные аспекты применения метода подземного захоронения, основные требования, предъявляемые к геологическому объекту для захоронения и проектам утилизации попутно-добываемых вод.

Суммарный объем закачки на 01.12 2007 год составил $14,107 \text{ млн. м}^3$ при среднем забойном давлении $19,0 \text{ МПа}$. Суммарный объем закачки на 01.12 2033 год составит $41,482 \text{ млн. м}^3$ при среднем забойном давлении $23,162 \text{ МПа}$.

Таблица 2 – Прогноз параметров нагнетания

| Время закачки | Объем закачки попутно-добываемых вод | Накопленный объем закачки попутно-добываемых вод | Полезный объем коллектора, заполненный попутно-добываемыми водами | Среднее забойное давление |
|---------------|--------------------------------------|--|---|---------------------------|
| Годы | тыс. м ³ | тыс. м ³ | тыс. м ³ | МПа |
| 2007 | 1095 | 14107 | 21109 | 19,012 |
| 2008 | 1095 | 15202 | 22673 | 19,172 |
| 2009 | 1095 | 16297 | 24238 | 19,332 |
| 2010 | 1095 | 17392 | 25802 | 19,492 |
| 2011 | 1095 | 18487 | 27366 | 19,651 |
| 2012 | 1095 | 19582 | 28931 | 19,811 |
| 2013 | 1095 | 20677 | 30495 | 19,971 |
| 2014 | 1095 | 21772 | 32060 | 20,131 |
| 2015 | 1095 | 22867 | 33624 | 20,291 |
| 2016 | 1095 | 23962 | 35188 | 20,451 |
| 2017 | 1095 | 25057 | 36753 | 20,610 |
| 2018 | 1095 | 26152 | 38317 | 20,770 |
| 2019 | 1095 | 27247 | 39881 | 20,930 |
| 2020 | 1095 | 28342 | 41446 | 21,089 |
| 2021 | 1095 | 29437 | 43010 | 21,249 |
| 2022 | 1095 | 30532 | 44575 | 21,408 |
| 2023 | 1095 | 31627 | 46139 | 21,541 |
| 2024 | 1095 | 32722 | 47703 | 21,727 |
| 2025 | 1095 | 33817 | 49268 | 21,887 |
| 2026 | 1095 | 34912 | 50832 | 22,046 |
| 2027 | 1095 | 36007 | 52396 | 22,206 |
| 2028 | 1095 | 37102 | 53961 | 22,365 |
| 2029 | 1095 | 37600 | 55525 | 22,410 |
| 2030 | 1095 | 38197 | 57089 | 22,525 |
| 2031 | 1095 | 39292 | 58654 | 22,684 |
| 2032 | 1095 | 40387 | 60218 | 22,843 |
| 2033 | 1095 | 41482 | 61782 | 23,162 |

В данной работе представлен экологически безопасный метод захоронения попутно-добываемых вод, применяемый нефтедобывающими и перерабатывающими предприятиями в терригенные водоносные горизонты на примере действующего полигона закачки месторождения Центральная и Восточная Прорва.

Обоснованы причины применения метода подземного захоронения попутно-добываемых вод на крупных предприятиях. Рассмотрены различные аспекты применения метода подземного захоронения, основные требования, предъявляемые к геологическому объекту для захоронения и проектам утилизации попутно-добываемых вод.

Уделено особое внимание необходимости получения сходимости результатов полученных гидродинамических расчетов с результатами моделирования процесса с помощью специального компьютерного программного обеспечения, а также конструкции поглощающих скважин и способам увеличения их приемистости.

Таким образом, положительный опыт реализации пробной закачки промышленных попутно-добываемых вод на месторождении Центральная и Восточная Прорва в объект закачки в надсолевую часть разреза в пределах неокотских отложений, получен в результате тщательного предварительного анализа имеющегося сейсмического материала, данных бурения и промысловых исследований в скважинах, что показывает важность серьезного подхода к проектированию объектов такого рода и необходимость постоянного контроля процесса недропользователями и проведения систематического авторского надзора проектирующей организацией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мусаев Ш.Х. и др. Отчет о результатах опытно-кустовой откачки, выполненной на полигоне «Тенгиз». Гурьевская гидрогеологическая экспедиция. Тендык, 1991г.

- 2 Анищенко Л. В. и др. Проект закачки промстоков Тенгизского газоперерабатывающего завода, г. Атырау, 2002г
- 3 А.В. Сидоренко, 1950г “Прогнозная карта гидрогеологических условий захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные комплексы на территории СССР”, Масштаб 1:2 500 000.
- 4 Анищенко Л.В. и др. Проект утилизации попутно-добываемых вод на месторождении С.Нуржанова (Центрально-Восточная Прорва) в неокомские отложения, г. Атырау, 2008г
- 5 Грабовников В. А. 1993г «Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков», Москва, «Недра».
- 6 Гольдберг В.М. и др. 1994г “Подземное захоронение промышленных сточных вод” Москва, «Недра».

REFERENCES

- 1 Musaev Sh.H. i dr. Otchet o rezul'tatah opytно-kustovoj otkachki, vypolnennoj na poligone «Tengiz». Gur'evskaja gidrogeologicheskaja jekspeditsija. Tendency, 1991g.
- 2 Anishhenko L. V. i dr. Proekt zakachki promstokov Tengizskogo gazopererabatyvajushhego zavoda, g. Atyrau, 2002g
- 3 A.V. Sidorenko, 1950g “Prognoznaja karta gidrogeologicheskij uslovij zahoronenija promyshlennyh stochnyh vod v glubokie vodonosnye komplekсы na territorii SSSR”, Masshtab 1:2 500 000.
- 4 Anishhenko L.V. i dr. Proekt utilizacii poputno-dobyvaemyh vod na mestorozhdenii S.Nurzhanova (Central'no-Vostochnaja Prorva) v neokomskie otlozhenija, g. Atyrau, 2008g
- 5 Grabovnikov V. A. 1993g «Gidrogeologicheskie issledovanija dlja obosnovanija podzemnogo zahoronenija promyshlennyh stokov», Moskva, «Nedra».
- 6 Gol'dberg V.M. i dr. 1994g “Podzemnoe zahoronenie promyshlennyh stochnyh vod” Moskva, «Nedra».

Резюме

Л.В. Анищенко¹

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

ЖОЛ-ЖӨНЕКЕЙ ШЫҒАТЫН СУДЫҢ ШАЙҚАЛУЛАРЫН НЕОКОМДАРДЫҢ ТҮЗІЛІМДЕРІНДЕ ҮЛГІЛЕУ

Үш өлшемді неоком су қоймасы болашақта жер бетіне суларды айдап шығару мүмкіндігін анықтау мақсатында орындалды. Қабат үлгісіне ең соңғы геологиялық және инженерлік мәліметтер енгізілген.

Тірек сөздер: геологиялық құрылым, коллекторлық қасиеттер, флюид деңгейі, ағын сулардың мөлшері, айдау, симуляциялық және гидродинамикалық үлгілер, мониторинг.

Summary

L.V. Anishhenko

(The Kazakh national technical university of K.I.Satpayeva, Almaty)

MODELING OF THE CONCURRENTLY-MINED WATERS INJECTION IN THE SEDIMENT OF THE NEOCOMIAN AGE

Simulation of injection to build 3D model of the neocomian reservoir in order to determine whether the upload in a layer at the prospect. Reservoir simulation includes the most recent geological and engineering data.

Keywords: geology, reservoir properties, the level of the fluid, wastewaters, downloading, simulated and hydrodynamic models, monitoring.

Поступила 9.09.2013 г.

В.Л.ЛЕВИН

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

**О СТАТЬЕ КОМАШКО Л.В. И МАРЧЕНКО Л.Г.
«ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОБРАЗЦОВ СУЛЬФИДНО-ВКРАПЛЕННЫХ
ШУНГИТСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ
БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ «ЧЕРНОСЛАНЦЕВОГО ТИПА»
КАЗАХСТАНА»**

Если из истории убрать всю ложь, то это совсем не значит, что останется одна только правда – в результате может вообще ничего не остаться.

Станислав Ежи Лец

Опубликована статья («Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук», 2012, №3), в которой описана методика, разработанная и применяемая авторами в течение ряда лет [1, 2, 3] для установления соединений благородных металлов в сульфидах и углеродистом веществе некоторых месторождений методами просвечивающей электронной микроскопии.

На наш взгляд методика, представляет собой набор заблуждений и ошибок, порождённых иллюзией высокой технической оснащённости и глубоким непониманием того, как всё работает. Термины: «просвечивающий электронный микроскоп», «микродифракция электронов» «наноразмерный» совсем не обязательно определяют высокий уровень научных исследований авторов. Подобные статьи вводят в заблуждение читателей, однако, пока ещё не всех.

Поясним сказанное.

Подготовка образца и изготовление препарата для просвечивающей электронной микроскопии. Методика сухого препарирования, использованная авторами, обладает рядом существенных недостатков, один из которых заключается в том, что в препарате остаётся большое количество частиц недопустимо большого размера, имеющих плохой электрический и тепловой контакт с подложкой.

Просмотр препарата в приборе и описание фотографий. При плохом теплоотводе от частицы в препарате (см. выше), она легко может под воздействием луча электронов нагреться до температуры плавления. Авторы заблуждаются, считая, что произойти такое с частицей может только в поле зрения экрана электронного микроскопа. При работе луч электронов имеет диаметр в несколько десятков микрон и при перемещении препарата частицы попадают под луч вне поля зрения оператора. Появляясь на экране микроскопа, крупные частицы имеют именно такой вид, как на рис. 2, 3, 4 и представляют собой **продукты теплового разложения и частичной сублимации** (в вакууме прибора) исходного материала. Нам сотни раз приходилось наблюдать подобную картину для частиц такого размера, даже если они были «окутаны» репликой. Естественно, ни о каком изучении этих частиц методом микродифракции не может быть и речи, не говоря уже о том, что подобная работа имеет побочным эффектом загрязнение прибора. А попытки авторов описать эти остатки исходного материала в нанотерминах вызывают лишь недоумение. Зато испарившийся материал оседает, конденсируясь поблизости от места испарения, на «холодных» участках плёнки-подложки в виде мельчайших частиц, дающих **прекрасные электронограммы с большим числом тонких колец.**

Особых замечаний заслуживает рис. 1. Во-первых, хорошо видно, что изображение находится не в фокусе и демонстрирует сильный нескомпенсированный астигматизм. Во-вторых, совершенно

очевидно, что обе частицы представлены монокристаллами и **не могут давать кольцевую электронограмму** и, в-третьих, тёмная полоска вдоль нижнего кристалла не что иное, как толщинный контур, появление которого обусловлено динамическими эффектами рассеяния электронов, а не канал, заполненный чем-то. Это сразу будет заметно при изменении ускоряющего напряжения.

Никак нельзя пройти и мимо рис. 2, на котором авторы сравнивают свои фотографии полуразложившихся кристаллов, с фотографиями, сделанными на приборах гораздо более высокого класса другими исследователями: а) в просвечивающем приборе и б) в растровом. Это ещё одна иллюзия авторов, считающих, что все фото этого рисунка демонстрируют одно и то же. Фото авторов (в, г) не имеют ничего общего с фото (а, б), взятыми из литературы (стенки нанотрубок в просвечивающем электронном микроскопе ЭМ 125К, использованном авторами, при его паспортном разрешении, в принципе рассмотреть невозможно, а **сравнивать фото** из растрового микроскопа (б) с фото из просвечивающего (в, г) **бессмысленно. К тому же ЭМ 125К не имеет системы анализа**). Пожалуй, здесь стоит упомянуть термин «наноформный», который используют авторы. Если он легитимен, то тогда легитимны термины: миллиформный, дециформный, килоформный, мегаформный и пр.?

И, наконец, таблица.

Скажем прямо – она приводит в крайнее недоумение, а ведь это единственный фактический материал, который должен был обосновать сделанные авторами в нескольких статьях выводы [1, 2, 3]. Опустим такие «мелочи», как то, что вместо «*d* измеренное» авторы пишут «*d* расчётное». Но как можно утверждать, что 17 линий составной электронограммы с негатива 58 соответствуют 10 химическим соединениям? Ведь в среднем это меньше 2-х линий на фазу. А где **погрешность**, с которой авторы определяли «*d* измеренное»? Судя по всему, авторы не знают, что это такое и пытались находить соответствие в базе данных для той группы чисел, которую они привели в графе «Расчётные», возведя их в абсолют. Из таблицы также видно, что авторам неизвестно следующее: **совпадение, проверяемой фазы с фазой из рентгеновской базы данных, определяется не только по совпадению межплоскостных расстояний, но и по совпадению интенсивностей соответствующих отражений** и сравнивать свои данные начинают не с самой интенсивной линии, а с линии, имеющей наибольшую величину в ангстремах. Получить же адекватное соотношение интенсивностей для отражений, зарегистрированных на фотопластинке или фотоплёнке невозможно потому, что **почернение эмульсии во время экспозиции достигает насыщения** гораздо раньше окончания последней и интенсивность сильных отражений будет занижена в разы.

Так как при 10 соединениях количество каждой фазы **в том месте, с которого снята электронограмма**, равно примерно 10 процентам, то проявиться должны только **самые интенсивные линии**. Проверим это. Для соединения под номером 1 самая интенсивная линия с межплоскостным расстоянием 3,51 Å, а её нет в составной электронограмме авторов! Значит **нет в образце и самой фазы!** Для фазы под номером 2 наиболее сильная линия 2,77 Å – есть, а следующей по интенсивности 2,63 Å – нет! Значит **в образце и этой фазы нет!** Для фазы под номером 3 наиболее сильная линия – 2,27 Å, а её тоже нет в составной электронограмме! Это означает, что и эта **фаза отсутствует в образце!** И т.д. и т.п.

На этом, собственно говоря, анализ «методики» можно было бы и закончить. Однако стоит показать, какую информацию можно получить из дифракционных картин авторов.

Выше мы уже говорили о погрешности измерений. Суммарная погрешность состоит из суммы погрешностей, внесённых в результат определения какого-либо параметра на разных этапах. Теперь попробуем оценить **максимальную погрешность**, с которой авторы определяли межплоскостные расстояния по кольцевым электронограммам, полученным ими в просвечивающем электронном микроскопе. Используем для этого настольную книгу каждого научного сотрудника, занимающегося съёмкой электронограмм с использованием просвечивающего электронного микроскопа и их расшифровкой. Это книга **К. Эндрюса и соавторов «Электронограммы и их интерпретация»** [4].

Предельная точность, с которой можно измерить межплоскостные расстояния из электронограмм – 0,1 %. И это при соблюдении правил, сформулированных Агаром [4, с.42] и учёте многих других тонкостей. При среднем диаметре колец на электронограмме равном 20 мм –

это 0,02 мм. Для справки: международным союзом кристаллографов принято, что две линии совпадают, если разница между ними не превышает 0,03 мм [6]. Казалось бы разница невелика, а что в реальности?

Отсутствие контроля за током объективной линзы может дать ошибку до 3 % [4, с.44]. Использование неплоской поддерживающей сетки и отсутствие стандарта рядом с измеряемой частицей легко даст ошибку 5 % [4, с.45]. Измерения на электронограмме с помощью обычной линейки, а не с помощью высокоточного компаратора, дают вклад в общую ошибку порядка 5 % [4, с.58]. Существуют и другие ошибки, но их вклад в суммарную значительно меньше. **Итого порядка 13 %, а это уже 2,5 мм!!!. (сравните с 0,03 мм. – В.Л.). При такой ошибке получится совпадение с десятками, если не с сотнями соединений и сам поиск теряет смысл.**

Современные доступные поисковые программы, например PCPDFWIN, использующие международную базу рентгеноструктурных данных PDF 2 не могут быть использованы для поиска по набору *d* без интенсивностей [5], однако есть одна программа, которая позволяет это сделать. Вносим 17 линий составной электронограммы с негатива 58 в программу анализа рентгеновских спектров «Analyses of X-ray Spectrums» фирмы Comphys Laboratory (1992) с условной ошибкой ± 2%. Результат: из 100 соединений, демонстрирующих наибольшее соответствие, редких земель нет ни в одном, а из благородных металлов только в одном соединении имеется некоторое количество платины.

По-видимому, заинтересовавшемуся читателю теперь понятны ответы на вопросы, которые авторы поставили в своей статье, а именно:

«1 – каким образом удалось исследовать на обычном просвечивающем электронном микроскопе ряд экзотических наноразмерных минералов, содержащих золото, платиноиды и редкоземельные элементы?

2 – какими методиками пользовались авторы?» [1].

Очень хотелось бы верить в то, что авторы по недостатку знаний в соответствующих областях науки добросовестно заблуждаются, а не используют дефицит информированных специалистов в нынешнем научном сообществе для приукрашивания своих результатов негодными методами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Комашко Л.В. и Марченко Л.Г. Электронно-микроскопические исследования образцов сульфидно-вкрапленных шунгитсодержащих руд месторождений благородных металлов «черносланцевого типа» Казахстана // Изв. НАН РК. Серия геол. и тех. наук. – 2012. – № 3. – С. 61-67.
- 2 Марченко Л.Г. О формах и характере ассоциативности благородных металлов с редкими и рассеянными элементами на месторождениях «черносланцевого» типа в Казахстане // Изв. НАН РК. Серия геологическая. – 2008. – № 6. – С. 49-69.
- 3 Марченко Л.Г., Комашко Л.В. Золото-платиноидная нано-минералогия в решении проблемы комплексного освоения месторождений благородных металлов «черносланцевого» типа // Изв. НАН РК. Серия геологическая. – 2009. – № 3. – С.
- 4 Эндриус К., Дайсон Д., Киоун С. Электронограммы и их интерпретация. – М.: Мир, 1971, – 256с.
- 5 Пахомов Л.Г., Черноруков Н.Г., Сулейманов Е.В., Кирьянов К.В. Физические методы исследования неорганических веществ и материалов. Учебн. пособие Нижегородского государственного университета. Нижний Новгород, 2006. – 84с.
- 6 Курзина И.А., Годымчук А.Ю., Качаев А.А. Рентгенофазовый анализ нанопорошков. Учебн. пособие Томского политехнического университета. – Изд-во ТПУ, 2010. – 14с.

REFERENCES

- 1 Komashko L.V. i Marchenko L.G. Jelektronno-mikroskopicheskie issledovaniya obrazcov sul'fidno-vkraplennyh shungitsoderzhashhih rud mestorozhdenij blagorodnyh metallov «chernoslancevogo tipa» Kazahstana // Izv. NAN RK. Serija geol. i teh. nauk. – 2012. – № 3. – S. 61-67.
- 2 Marchenko L.G. O formah i haraktere asociativnosti blagorodnyh metallov s redkimi i rassejannymi jelementami na mestorozhdenijah «chernoslancevogo» tipa v Kazahstane // Izv. NAN RK. Serija geologicheskaja. – 2008. – № 6. – S. 49-69.
- 3 Marchenko L.G., Komashko L.V. Zoloto-platinoidnaja nano-mineralogija v reshenii problemy kompleksnogo osvoeniya mestorozhdenij blagorodnyh metallov «chernoslancevogo» tipa // Izv. NAN RK. Serija geologicheskaja. – 2009. – № 3. – S.
- 4 Andrews K., Dyson D., Keowns S. Jelektronogrammy i ih interpretacija. – M.: Mir, 1971, – 256s.
- 5 Pahomov L.G., Chernorukov N.G., Sulejmanov E.V., Kir'janov K.V. Fizicheskie metody issledovaniya neorganicheskikh veshhestv i materialov. Uchebn. posobie Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Nizhnij Novgorod, 2006. – 84s.
- 6 Kurzina I.A., Godymchuk A.Ju., Kachaev A.A. Rentgenofazovyj analiz nanoporoshkov. Uchebn. posobie Tomskogo politehnicheskogo universiteta. – Izd-vo TPU, 2010. – 14s.

Памяти ученого

ТОЛМАЧЕВ ИГОРЬ ИННОКЕНТЬЕВИЧ (05.07.1927–30.03.2013 Г.)



В канун дня Геолога на 86 году жизни в далёкой Новой Зеландии скончался Толмачёв Игорь Иннокентьевич, бывший сотрудник Института геологических наук им. К.И. Сатпаева, видный учёный и специалист в области геологии и металлогении Казахстана, кандидат геолого-минералогических наук, ученик и последователь академика К.И. Сатпаева.

Детство и юность Игоря Иннокентьевича совпали с трудными голодными годами Великой отечественной войны.

После окончания Семипалатинского геологоразведочного техникума, а затем Казахского горно-металлургического института в Алматы, практически вся трудовая жизнь его была связана с Институтом геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Первым и единственным научным руководителем для него был великий учёный и государственный деятель – академик Каныш Имантаевич Сатпаев. Память о великом Учителе и созданной им первой в стране металлогенической школе – кузнице кадров геологов – первооткрывателей подземных кладовых недр Республики – он сохранил на всю свою трудовую жизнь: от первых маршрутов по степям родного Казахстана до последних дней в далёкой от Родины Новой Зеландии, где он оказался по воле судьбы и откуда в регулярных письмах не переставал делиться своими воспоминаниями. В настоящее время эти воспоминания о великом Учителе бережно хранятся в мемориальном музее и архиве академика К.И. Сатпаева.

Да, ушел из жизни дорогой и близкий нам Игорь Иннокентьевич – Человек большой силы воли и внутренней культуры, широкой души, неиссякаемой энергии и трудолюбия, образец честнейшего служения партии и народу, пример верности своей семье, своему профессиональному долгу, своей любимой геологии, своему великому Учителю-академику К.И. Сатпаеву. Под председательством К.И. Сатпаева в 1960 г. им защищена кандидатская диссертация «Геология и минералого-геохимические особенности Тастыкольского месторождения (Северный Казахстан)»

Игорь Иннокентьевич ежедневно, добросовестно и со свойственным ему энтузиазмом творчески выполнял возлагавшиеся на него научно-исследовательские проекты, причем с высокой отдачей и качеством. И делал это скромно, честно, никогда не выпячиваясь и никого не ущемляя. Он был, можно сказать, истинным и верным солдатом геологии.

Игорь Иннокентьевич был крупным ученым в области геологии и металлогении, особенно по редким, редкоземельным и радиоактивным элементам. Поэтому, не случайно, именно ему первому в Институте геологических наук К.И.Сатпаев поручил возглавить и начать исследовательские работы по боратам – этому важнейшему сырью для атомной и ракетно-космической промышленности страны. И эту задачу государственной важности Игорь Иннокентьевич выполнил с честью и на высоком уровне.

По рекомендации руководства Института в течение ряда лет Игорь Иннокентьевич трудился в Рудных горах Центральной Европы, где им оказывалась производственно-методическая помощь по линии СЭВ специалистам «Висмута» Восточной Германии. За достигнутые трудовые успехи он был удостоен звания «Активист социалистического труда».

Вернувшись из правительственной заграникомандировки в родной Институт, он активно продолжил научные исследования по металлогении Казахстана. Совместно С.Б. Руденко – Игорь Иннокентьевич разработал волновую теорию рудообразования, которая подтверждена практикой проведения геологоразведочных работ. При апробации волновой концепции рудогенеза в Южной

Джунгарии была выделена Дувалинская рудоносная структура и выявлено одноименное золото-серебряное месторождение.

В творческом содружестве с другими геологами и геофизиками Игорь Иннокентьевич стоял у истоков наземной интерпретации и оценки калиевых аномалий, выявленных по результатам аэрогаммаспектрометрии – нового и высокоэффективного экспресс-метода поисков золоторудных месторождений. Этим методом открыт ряд промышленных объектов, некоторые из которых уже разрабатываются.

Как специалист и ученый широкого научного диапазона Игорь Иннокентьевич не ограничивался рамками эндогенной минерализации. В последние годы его увлекла и вошла в круг его научных интересов проблема оценки перспектив титано-циркониевых россыпей с редкометалльной и алмазной минерализацией в Западном Казахстане.

Игорь Иннокентьевич – автор и соавтор многих рукописных и опубликованных работ, имеет авторское свидетельство на изобретение.

Все научные достижения Игоря Иннокентьевича Толмачева, как и его светлый образ Человека с большой буквы – кристально-честного, богатого душой и скромнейшего в личной жизни, навсегда сохранится в наших сердцах.

*Редколлегия
Группа товарищей*

Вышла в свет монография М.С. Рафаиловича «Геология золота Центральной Азии: эволюция оруденения, метасоматические формации, эксплозивные брекчии» (Алматы, 2013. 423 стр., 135 рис., 5 табл.).

Монография состоит из четырех глав. В главе 1 рассматривается формационная и геодинамическая систематика золоторудных и золотосодержащих месторождений Центрально-Азиатского орогенического пояса – одной из крупнейших рудоносных провинций мира, объединяющей геологические структуры Казахстана, Монголии, Узбекистана, Кыргызстана, Таджикистана, южной части России, северо-западного и южного Китая. Охарактеризована эволюция месторождений-эталонов с их «привязкой» к хронологическим рубежам, тектоническим режимам и литолого-стратиграфическим горизонтам (от рифея-венда до четвертичного времени), реставрировано минерагеническое содержание цикла Уилсона, выделены главнейшие эпохи золотонакопления, уточнен ресурс золота по поясу в целом, металлогеническим эпохам и отдельным промтипам. Определена позиция месторождений Au в схеме крупных и суперкрупных объектов, подчеркивается преемственность развития рудообразующих систем в соответствии с «главным законом металлогении» – сменой ранних фемических рудных формаций поздними фемически-сиалическими и сиалическими.

Существенное внимание в работе уделено минерагении Au раннего, среднего и позднего палеозоя. Выделены периоды наиболее контрастных проявлений тектонических деформаций, метаморфизма, вулканоплутонизма, рудогенеза (ранний-средний кембрий, ранний-средний ордовик, поздний ордовик-ранний силур, девон, поздний карбон-ранняя пермь). Наряду с промтипами-лидерами больших и средних глубин (гиганты золота в углеродисто-терригенных толщах, золото-медно/молибден-порфиновые объекты, крупные штокверковые и жильные месторождения в интрузивных, вулканогенно-терригенных и метаморфических породах), в сравнительном плане рассматриваются малоглубинные золотые и Au-Ag месторождения вулканогенного класса и крупнообъемные золото-колчеданные залежи (Узбекистан, Казахстан, Россия, Китай и др.). Необыкновенный интерес представляют полиформационные эпигермальное-порфиновые Au-Cu и железоокисно-медно-золото-редкометалльные рудные поля (Казахстан, Узбекистан). Знаменательными рудоконтролирующими и рудораспределяющими элементами земной коры явились разновозрастные сутуры и внутриплитные зоны смятия, совмещенные с областями развития геохимически обогащенных осадков (донорская формация), очагами гранитоидного магматизма, полями даек пестрого состава и гидротермальных изменений пород.

Значительным потенциалом обладают экзогенные полезные ископаемые мезозой-кайнозоя (платформенная стадия), включающие золоторудные, золото-платиноидные, золото-никеленосные, золото-бокситоносные коры выветривания, монометалльные россыпи Au, россыпи комплексного состава с переменчивыми соотношениями Au, платиноидов, Ti, Zr, редких земель (Казахстан, Россия, Узбекистан, другие регионы). Минерагения платформенного чехла Центральной Азии привлекательна масштабностью минерального сырья, относительно простыми и дешевыми технологиями его переработки.

Глава 2 посвящена комплексности состава месторождений, необходимости разностороннего учета основных и попутных компонентов на разных стадиях геологоразведки. Многие золоторудные объекты Центральной Азии являются реальными источниками комбинированного минерального сырья: золото-медного, золото-редкометалльного, золото-редкоземельного, золото-платиноидного, золото-серебро-полиметаллического, золото-уранового, золото-сурьмяного, золото-ртутного, золото-шунгитового и т.д. Золото – весьма ощутимая примесь в месторождениях разных металлов: медно-молибден-порфиновых (Кальмакыр-Дальнее, Оюу Толгой, Нурказган), медно-цинково-колчеданных (Гайское, Учалинское, Сибайское), колчеданно-полиметаллических (Риддер-Сокольное, Ново-Лениногорское), скарново-медно-железородных (Хантауское) и др. Рудные объекты с суперкрупными, крупными и средними ресурсами примесного золота – гигантский источник воспроизводства фонда недропользования, предпосылка для перепрофилирования традиционных месторождений в другие более рентабельные геолого-экономические категории. В монографии очерчены закономерности формирования и локализации комплексных месторождений, проведена экспертная оценка ряда регионов и объектов.

В главе 3 рассмотрены ведущие золотоносные метасоматические формации Центральной Азии: калишпатитовая, гумбеитовая, скарновая, углеродисто-серицитолитовая, кварц-турмалиновая, кварц-серицитовая, кварц-адуляровая, аргиллизитовая, вторичнокварцитовая. Проблема золотоносности гидротермалитов приобрела свежесть и остроту в связи с послаблением требований к качеству минерального

сырья (гидротермалиты все чаще становятся объектами золотодобычи), а также благодаря выявлению и освоению новых источников руд, выраженных в полях гидротермальных изменений. Обсуждаются тектоническая и геолого-структурная позиции метасоматитов, их пространственно-временные соотношения с оруденением, возможности использования при прогнозе типов руд и оценке уровня эродированности месторождений, предсказании качества минерального сырья и его промышленного ресурса. Отмечается исключительная важность реставрации рудно-метасоматической зональности – многогранного показателя структурно-вещественной организации крупных и суперкрупных месторождений (Мурунтау, Бакырчик, Васильковское, Березовское, Балейское, Талдыбулак Левобережный, Джеруй, Кальмакыр-Дальнее, Нурказган и др.).

Особое значение придается необходимости проведения системного, углубленного анализа минерогенеза рудоносных скарнов и вторичных кварцитов. Подчеркивается металлогеническая двойственность золотоносных скарнов. Скарны, с одной стороны, имеют самостоятельное, независимое значение; с другой, они образуют достаточно тесные парагенезисы с иными более значимыми промтипами: крупномасштабными золотоносными штокверками, золото-медно/молибден-порфировыми и жильно-прожилковыми образованиями. Скарноворудные залежи контактовой зоны и гидротермальные месторождения в интрузивных плутонах рекомендуется изучать и осваивать едиными ансамблями (скарны в таком случае играют роль нетрадиционного оценочного критерия).

Вторичные кварциты – перспективный, незаслуженно забытый источник широкого спектра полезных ископаемых: Au, Ag, Cu, цветных и редких металлов, нерудного сырья. В Северном Прибалхашье многие массивы вторичных кварцитов (Адылбай, Бешоки Южный, Борлы, Жекедуан, Карабас, Косе, Косшоки, Кургантас, Найзашоки, Наурызбай, Ойдай, Сокуркой, Улькен-Табаккалган и др.) формировались по модели эпitherмально-мезотермального месторождения Leranto-FSE в Юго-Восточной Азии; они заслуживают безотлагательной оценки на крупнообъемное медно-благороднометалльное и золотое оруденение и сопутствующие полиметаллическую, сурьмяно-ртутную и другую минерализацию. Определены места сосредоточения таких массивов (Каргалинская, Кызылтаская, Бешокинская, Шешенкара-Сарыюбинская, Уштобе-Наурызбайская, Карабас-Борлинская вулcano-тектонические структуры) и критерии их оценки.

В главе 4 рассматриваются *эксплозивные брекчии* – важный рудолокализирующий фактор и концентратор различных полезных ископаемых (благородные, цветные, редкие, радиоактивные элементы). Эксплозивные брекчии формировались от нижнего палеозоя до пермо-триаса в широком интервале тектонических обстановок (вулcano-плутонические пояса, островные дуги, области орогенеза и гранитизации) и палеоглубин (0,0-4,0 км) при активном участии вулканических, магматических и гидротермально-метасоматических продуктов. Ярко и продуктивно рудоносные брекчии выражены на месторождениях золота (Кочбулак, Бестобе, Секисовское, Таскора, Васильковское и др.) и в золото-медно/молибден-порфировых объектах (Талдыбулак, Бозшаколь, Андаш, Нурказган, Хармагтай и др.). Обозначены районы с эксплозивными брекчиями, определены актуальные направления в их изучении (разработка моделей различного содержания, совершенствование технологии поисков, разведки и геолого-экономической оценки, составление и экспертиза кадастров по эксплозивным сооружениям, проведение специализированных научно-исследовательских, геолого-разведочных и добычных работ).

Монография представляет интерес для научных сотрудников и специалистов, занимающихся металлогеническим анализом, поисками и оценкой месторождений золота и родственных ему металлов; преподавателей, докторантов, магистрантов и студентов ВУЗов геологического направления; представителей смежных профессий (химиков, обогатителей, экологов).

*По вопросу приобретения книги просим обращаться по телефону (727)246-01-93,
E-mail: mrafailovich@mail.ru.*

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

Сейәтов Н., Сейәтова Ш.Н. Қазақстан аумағы жер қыртысының ерекшеліктері.....3

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Өмірсеріков М.Ш., Исаева Л.Д. Сирекметалды кенпайда болуының қалыптасу үдерісіне жылу өрісінің әсері (Сырымбет кенорны мысалында).....9

Рафаилович М.С. Орталық Азияның алтын-скарнды формациясының кенорны: геологиялық позициясы, заттық құрамы, келешегі.....16

Минералогия

Степанов А.В., Байсалова А.О., Тұрсынұлы Е., Стеблевская Е.В., Бекенова Г.К. Жоғарғыесті кенорнындағы кальцийқұрамды эльпидиттің түрлері (Шығыс Қазақстан).....36

Мұнай және газ

Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Мусина Э.С. Оңтүстік Торғайлы тұнба бассейні – заттық құрамы және мезозойға дейінгі құрылуының мұнайгаздылығы.....44

Сейсмология

Тимуш А.В., Садықова А.Б., Степаненко Н.П., Хачикян Г.Я. Солтүстік Тянь-Шаньда күнн белсенділігіне байланысты сейсотехникалық деформацияның вариация факторы ретінде литосфераның құрылуы.....55

Әдістеме және технология

Буктіков Н.С., Рогов Е. И., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж. Жаңа мыңжылдыққа – жаңа геотехнологиялар.....67

Пікірсайыс

Филинский Л.М. «Жер қыртысы химиясы» (Минералдар түрлері мен молекулалық құрылымның матрикалық жүйеленуі туралы).....72

Мерейтойлар

Халел Абулхақұлы Беспәев (туғанына 80 жыл толуына арналған)82

Ғалымды еске алу

Сыдықов Ж. Табиғи сулар туралы академик В. И. Вернадский ілімінің негізгі ойлары.....84

Авторларға арналған ереже.....92

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

Сеитов Н., Сеитова Ш.Н. Особенности земной коры территории Казахстана.....3

Минералогия, прогнозы, перспективы

Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д. Влияние теплового поля редкометалльного рудообразования (на примере месторождения Сарымбет).....9

Рафаилович М.С. Месторождения золото-скарновой формации Центральной Азии: геологическая позиция, вещественный состав, перспективы.....16

Минералогия

Степанов А.В., Байсалова А.О., Турсунулы Е., Стеблевская Е.В., Бекенова Г.К. Кальцийсодержащие разновидности эльпидита из верхнеэспинского месторождения (Восточный Казахстан).....36

Нефть и газ

Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Мусина Э.С. Южно-Торгайский осадочный бассейн – вещественный состав и нефтегазоносность домезозойских образований.....44

Сейсмология

Тимуш А.В., Садыкова А.Б., Степаненко Н.П., Хачикян Г.Я. Строение литосферы как фактор вариаций сейсмотектонических деформаций в связи с солнечной активностью на северном Тянь-Шане.....55

Методика и технология

Буктуков Н.С., Рогов Е.И., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж. Новому тысячелетию – новые технологии.....67

Дискуссии

Филинский Л.М. «Химия земной коры» (О матричной систематике минеральных видов и молекулярных структур).....72

Юбилейные даты

Халел Абдулхакович Беспаев (к 80-летию со дня рождения).....82

Памяти ученого

Сыдыков Ж. Основные положения учения Академика В. И. Вернадского о природных водах.....84

Правила для авторов.....92

CONTENT

Regional geology

Seitov N., Seitova S. N. Features of the crust of earth at the Kazakhstan territory.....3

Minerageny, prognosis, perspectives

Omirsirikov M. Sh., Isaeva L. D. Influence of a thermal field for rare-metal ore-generating (for example Sarymbet-field)....9

Rafailovich M. S. Fields of a gold-skarn formation at the Central Asia: a geologic position, material composition, perspectives.....16

Mineralogy

Stepanov A. B., Baisalova A. O., Tursunuly E., Steblevskaya E. B., Bekenova G. K. The calcium-bearing varieties of elpidite from Upperepsinskoe fields (East Kazakhstan).....36

Oil and gas

Paragulgov T. H., Paragulgov H. H., Fazylov E. M., Musina E.S. Southern-Torgay sedimentary basin - material structure and an oil-and-gas-bearing capacity at the Pre-Mezozoic formations.....44

Seismology

Timush A. V., Sadykov A. B., Stepanenko N. P., Hachikyan G. Ya. A lithosphere constitution as the factor of variations of seismotectonic deformations in connection with a solar activity on northern Tyaan-Shan.....55

The method of application and technology

Buktukov N. S., horns E. H., Metaksa G. P., Moldabaeva G. Zh. For a new millenium - new technologies.....67

Discussions

Filinsky L. M. «Chemistry of a crust of Earth» (About matrix systematisation of mineral kinds and molecular patterns).....72

Anniversary dates

Khalel Abdulkhkovich Bespaev (To the 80 anniversary from the date of birth).....82

Memories of the scientist

Sydykov Zh. A basic proposition of academician V. I. Vernadsky's study about natural waters.....84

The reles for authors.....92

Серия геологии и технических наук. №2. 2013 г.

МАЗМҰНЫ

Қ.И. Сәтбаевтың туғанына 114 жыл толуына орай..... 3

Аймақтық геология

Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Шабалина Л.В. Торғай-Сырдария аймағы – терең құрылымының эволюциясы мен минералогия мәселелері 8
Жаймина В.Я., Сәлменова М.Е. Оңтүстік Торғай мұнайгазды алабының төменгі юрасындағы агглютиндейтін фораминиферлері 19
Қасенова А.Т., Дүйсембаева К.Ш. Олигоцен-төрттік даму кезеңіндегі Торғай индиейсын тектоникалық аудандастыру..... 27

Минералогия, болжамдар, болашақтар

Сейтмұратова Э.Ю., Диаров А.Б., Сайдашева Ф.Ф., Жақыпова Ш.А., Аршамов Я.К., Парфенова Л.П., Баратов Р.Т., Дәуітбеков Д.О., Бақдәулетқызы С. Орталық және Оңтүстік Қазақстандағы ірі эпипермалды алтын-күміс кенорнын анықтау болашағын негіздеуге 34

Антоненко А.А., Жуков Н.М., Гойколова Т.В., Нұрдәулетова З.Ж., Оразалин А.Т., Бұтабаева Ж.А., Тоғайбаева Ж.Б. Карсты қорғасын-мырыш кенденуінің ізденіс белгілері (Ащысай кен аймағы мысалында). 47

Минералогия

Құдайбергенова Н.К., Стецюра М.М. Қазақстан жер қойнауындағы фергусонит(иттрий танталониобаты және лантаноид) минералы туралы 59

Мұнай және газ

Оздоев С.М. Солтүстік Үстірттегі палеозой құрылымының мұнайгаз болашағы. 66

Сейсмология

Сыдықов А., Садықова А.Б., Полешко Н.Н., Стихарная Г.Г., Жүнісова А.Ж. Қазақстанның жоғарғы сейсмикалық аймақтарындағы жер қыртысының сеймотектоникалық деформациясының үлгілері (II бөлім). Сеймотектоникалық деформация тензорының ығыспа компоненттері..... 72

Әдістеме және технологиялар

Филинский Л.М. Болжамдық-металлогениялық құрылулар кезінде ұқсастық және полярлық қағидаларды Қолданудың әдістемелік аспектілері..... 80

Скринник Л.И., Рыбин В.М., Гадеев Р.Р. Қазақстанның магматикалық жыныстары бойынша петрохимиялық деректер банкісінің онан арғы жетілуі туралы..... 84

Козлов В.А., Саматов И.Б. Температураның өсу жағдайында Vo , Feo және Mno минералдарының қайта Құрылуының термодинамикалық белгілері..... 91

Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л. “Қазақстан жерасты суларының” автоматтандырылған ақпараттар жүйесін құрудың теориялық тұжырымдамалары..... 98

Ғалымды еске алу

Евгений Иванович Паталаха (*сексен жылдық мерейтойына орай*) 102

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|---|
| К 114-летию со дня рождения К.И. Сатпаева..... | 3 |
|--|---|

Региональная геология

| | |
|--|----|
| <i>Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Шабалина Л.В.</i> Торгайско - Сырдарьинский регион – эволюция глубинного строения и проблемы минерагении..... | 8 |
| <i>Жаймина В.Я., Сальменова М.Е.</i> Агглютинирующие фораминиферы нижней юры Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна..... | 19 |
| <i>Касенова А.Т., Дюсембаева К.Ш.</i> Тектоническое районирование Торгайского прогиба в олигоцен-четвертичный этап развития..... | 27 |

Минерагения, прогнозы, перспективы.

| | |
|---|----|
| <i>Сейтмуратова Э.Ю., Диаров А.Б., Сайдашева Ф.Ф., Жакупова Ш.А., Аршамов Я.К., Парфенова Л.П., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.О., Бакдаулеткызы С.</i> К обоснованию перспектив выявления крупных эпитермальных золото – серебряных месторождений в Центральном и Южном Казахстане..... | 34 |
| <i>Антоненко А.А., Жуков Н.М., Гойколова Т.В., Нурдаулетова З.Ж., Оразалин А.Т., Бутабаева Ж.А., Тугайбаева Ж.Б.</i> Поисковые признаки карстового свинцово-цинкового оруденения (на примере Ачисайского рудного поля)..... | 47 |

Минералогия

| | |
|--|----|
| <i>Кудайбергенова Н.К., Стецюра М.М.</i> О минерале фергусоните (танталониобате иттрия и лантаноидов) в недрах Казахстана..... | 59 |
|--|----|

Нефть и газ

| | |
|--|----|
| <i>Оздоев С.М.</i> Перспективы нефтегазоносности палеозойских образований Северного Устюрта..... | 66 |
|--|----|

Сейсмология

| | |
|---|----|
| <i>Сыдыков А., Садыкова А.Б., Полешко Н.Н., Стихарная Г.Г., Жунусова А.Ж.</i> Модели сеймотектонических деформаций земной коры высокосейсмичных регионов Казахстана (часть II. Сдвиговые компоненты тензора сеймотектонических деформаций)..... | 72 |
|---|----|

Методика и технологии

| | |
|---|----|
| <i>Филинский Л.М.</i> Методологические аспекты применения принципов аналогии и полярности при прогнозно-металлогенических построениях..... | 80 |
| <i>Скринник Л.И., Рыбин В.М., Гадеев Р.Р.</i> О дальнейшем совершенствовании петрохимического банка данных по магматическим породам Казахстана..... | 84 |
| <i>Козлов В.А., Саматов.</i> Термодинамические критерии преобразования минеральных форм VO, FeO и MnO в условиях роста температуры..... | 91 |
| <i>Паничкин В.Ю., Мирошниченко О.Л.</i> Теоретические концепции создания автоматизированной информационной системы "Подземные воды Казахстана"..... | 98 |

Памяти ученого

| | |
|---|-----|
| Евгений Иванович Паталаха (к восьмидесятилетнему юбилею)..... | 102 |
|---|-----|

CONTENT

| | |
|---|-----|
| To the 114 anniversary from the date of K.I.Satpaev's birth..... | 3 |
| Regional geology | |
| <i>Paragulgov T.H., Paragulgov H.H., Fazylov E.M., Shabalin L.V.</i> Torgai - Syr-Darya region – evolution of a deep structure and a problem minerogeny..... | 8 |
| <i>Zhajmina V. Ja, Salmenova M. E.</i> Agglutinating foraminifera lower Jurassic South Torgai oil-and-gas pool..... | 19 |
| <i>Kasenova A.T., Duseмбаева K.Sh.</i> Tectonic division into districts of the Torgai depression in Oligocene – Quaternary a development stage..... | 27 |
| Minerageny, prediction, prospects | |
| <i>Sejtmuratova E.J., Diarov A.B., Sajdasheva F.F., Zhakupova S.A., Arshamov Ja.K., Parfenova L.P., Baratov R. T., Dautbekov D.O., Bakdauletқызы S.</i> To a substantiation of prospects of revealing large epithermal gold - silver deposits in the Central and Southern Kazakhstan..... | 34 |
| <i>Antonenko A.A., Zhukov N.M., Gokolova T.V., Nurdauletova Z.Zh., Orazalin A.T., Butabaeva Zh.A., Тызаубаева Zh.B.</i> Search signs karstic lead-zinc mineralization (on an example of the Achisajsky ore field)..... | 47 |
| Mineralogy | |
| <i>Kudajbergenova N.K., Stetsura M. M.</i> About a mineral фергусоните (tantalum- niobate yttrium and lanthanides) in mineral resources of Kazakhstan..... | 59 |
| Oil and gas | |
| <i>Ozdoev S.M.</i> Prospects oil-and-gas-bearing Paleozoic formations of Northern Ustyurt..... | 66 |
| Seismology | |
| <i>Sydykov A, Sadykova A.B., Poleshko N.N., Stiharnaja G.G., Zhumusova A.Zh.</i> Model of seismotectonic deformations of earth crust megaseismic regions of Kazakhstan (Part II. Shift components of a tensor of seismotectonic deformations)..... | 72 |
| Technique and technologies | |
| <i>Filinskij L.M.</i> Methodological aspects of application of principles of analogy and polarity at prediction – metallogeny constructions..... | 80 |
| <i>Skrinnik L.I., Rybin V.M., Gadeev R.R.</i> About the further perfection petrochemistry a databank on magmatic rocks of Kazakhstan..... | 84 |
| <i>Kozlov V.A., Samatov.</i> Thermodynamic criteria of transformation of mineral forms VO, FeO and MnO in the conditions of temperature propagation..... | 91 |
| <i>Panichkin V.Ju, Miroshnichenko O.L.</i> Theoretical concepts of creation of the automated information system "Underground waters of Kazakhstan"..... | 98 |
| Memories of the scientist | |
| Evgenie Ivanovich Patalaha (<i>by 80 year old anniversary</i>)..... | 102 |

Серия геологии и технических наук. №3. 2013 г.

МАЗМУНЫ

Аймақтық геология

| | |
|---|---|
| <i>Жаймина В.Я., Мұстапаева С.Н.</i> Үлкен Қаратаудағы (Оңтүстік Қазақстан) жоғарғы визе төменгі серпухов жікқабатшаларындағы фораминиферлі белдемдердің түзілімдері..... | 3 |
|---|---|

Минерогения, болжамдар, болашақтар

| | |
|--|----|
| <i>Жәутіков Т.М., Өмірсеріков М.Ш.</i> Қазақстанның қазіргі металлогениясы және оның мақсаттары..... | 10 |
| <i>Беспаев Х.А., Глоба В.А., Мұқанова А.Е.</i> Батыс-Қалба алтынкенті аймағындағы Балажал кенорнының келешегі... | 18 |
| <i>Сейітмұратова Э.Ю., Жүнісов А.А., Аршамов Я.К., Сәйдашева Ф.Ф., Жақытова Ш.А., Парфёнова Л.П., Баратов Р.Т., Дәуітбеков Д.</i> Ақшатау-Қоңырат кенті ауданында келешекте өнеркәсіптік мысты-порфирлі кенорындарын іздеу жолдарын негіздеу болашағы..... | 24 |
| <i>Қасенова А.Т., Дүйсембаева К.Ш.</i> Солтүстік Арал маңы және шекаралас аумақтарындағы олигоцен-неоген Түзілімдерінің басым пайдалы қазбаларының орналасу заңдылықтары | 36 |
| <i>Жуков Н.М., Гойколова Т.В.</i> Пренит-халькопиритті кенті ассоциация профир типті мыс кенорнының құрылу тереңдігінің көрсеткіші ретінде | 43 |

Наноминералогия

| | |
|---|----|
| <i>Марченко Л.Г. Комашко Л.В.</i> Сульфидтер мен көміртекті заттағы асыл металдардың микро- және нанобөлшектерінің таралуы туралы | 46 |
| <i>Бектыбаева М.А., Глаголев В.А., Шабанова Т.А.</i> Наноөлшемді индивидтердің қалыптасуының кейбір заңдылықтары..... | 65 |

Геофизика

| | |
|---|----|
| <i>Исаева Л.Д., Әбілаханова И.Т.</i> Магнитті барлау жұмыстарының нәтижесінде Көктемкөл кенорнында штокверктік зоналарды анықтау..... | 72 |
| <i>Жолдасбаева Э.Г., Истекова С.А.</i> Каспий маңы ойпатындағы түзүсті шөгінділерінің коллекторлық қасиеті мен флюидоқынықтылығын болжау кезіндегі сейсмикалық мәліметтердің сандық түсіндірілуі..... | 77 |

Экология

| | |
|--|----|
| <i>Нагиева О.Б.</i> Қапшағай су қоймасының жағалау маңы аймағының табиғи қауіптілігі,, | 83 |
|--|----|

Мерейтойлар

| | |
|---|----|
| <i>Аленсандр Николаевич Эсминцев (Туғанына 70 жыл толуына орай)</i> | 92 |
|---|----|

Ғалымды еске алу

| | |
|---|----|
| <i>Тұрар Мұратбекұлы Лаумулин</i> | 94 |
|---|----|

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

| | |
|--|---|
| <i>Жаймина В.Я., Мустапаева С.Н.</i> Фораминиферовая зональность отложений верхневизейского и нижнесерпуховского подъярусов в Большом Каратау (Южный Казахстан)..... | 3 |
|--|---|

Минералогия, прогнозы, перспективы

| | |
|---|----|
| <i>Жаутиков Т.М., Омирсериков М.Ш.</i> Современная металлогения Казахстана и ее задачи..... | 10 |
| <i>Беспяев Х.А., Глоба В.А., Мукаева А.Е.</i> Перспективы золоторудного месторождения Баладжал в Западно-Калбинском золоторудном поясе..... | 18 |
| <i>Сейтмуратова Э.Ю., Жунусов А.А., Аришамов Я.К., Сайдашева Ф.Ф., Жакупова Ш.А., Парфёнова Л.П., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.</i> Перспективные направления поисков промышленных медно-порфириновых месторождений в Акшатау-Коньратском рудном районе..... | 24 |
| <i>Касенова А.Т., Дюсембаева К.Ш.</i> Закономерности размещения приоритетных полезных ископаемых олигоцен-неогеновых отложений Северного Приаралья и прилегающих территорий..... | 36 |
| <i>Жуков Н.М., Гойколова Т.В.</i> Пренит-халькопиритовая рудная ассоциация как показатель глубины формирования медных месторождений порфиривого типа..... | 43 |

Наноминералогия

| | |
|--|----|
| <i>Марченко Л.Г., Комашко Л.В.</i> О распределении микро- и наночастиц благородных металлов в сульфидах и углеродистом веществе..... | 46 |
| <i>Бектыбаева М.А., Глаголев В. А., Шабанова Т. А.</i> Некоторые закономерности в формировании наноразмерных индивидов..... | 65 |

Геофизика

| | |
|---|----|
| <i>Исаева Л.Д., Абилаханова И.Т.</i> Выделение штокверковых зон по результатам магниторазведочных работ на месторождении Коктенколь..... | 72 |
| <i>Жолдасбаева Э.Г., Истекова С.А.</i> Количественная интерпретация сейсмических данных при прогнозе коллекторских свойств и флюидонасыщения в надсолевых отложениях Прикаспийской впадины..... | 77 |

Экология

| | |
|--|----|
| <i>Нагиева О.Б.</i> Природные опасности прибрежной зоны Капшагайского водохранилища..... | 83 |
|--|----|

Юбилейные даты

| | |
|---|----|
| <i>Александр Николаевич Эсминцев (к 70-летию со дня рождения)</i> | 92 |
|---|----|

Памяти ученого

| | |
|--|----|
| <i>Турар Муратбекович Лаумулин</i> | 94 |
|--|----|

CONTENT

Regional geology

| | |
|---|---|
| <i>Zhajmina V. Ja, Mustapaeva S.N.</i> Foraminifer assemblage of sediment upper Visean and bottom Serpukhovian substage in Big Karatau (Southern Kazakhstan)..... | 3 |
|---|---|

Minerageny, prediction, prospects

| | |
|--|----|
| <i>Zhautikov T.M., Omirserikov M.Sh.</i> Modern metallogeny of Kazakhstan and its problem..... | 10 |
| <i>Bespaev H.A., [Globo V.A.], Mukaeva, A.E.</i> Prospects of a gold ore deposit Baladzhal of the West Kalbinsky gold ore belt..... | 18 |
| <i>Seitmuratova E.Y., Zhunusov A.A., Arsham Y.K., Sajdasheva F.F., Zhakupova Sh.A., Parfenova L.P., Baratov R.T., Dautbekov D.</i> Perspective directions search industry copper-porphyry deposits in Akshatau-Konyrat ore region..... | 24 |
| <i>Kasenova A.T., Dusenbaeva K.Sh.</i> Laws of placing of priority mineral deposits Oligocene-Neogene sediments northern Priaral'ja and adjoining territories..... | 36 |
| <i>Zhukov N.M., Goikolova T.V.</i> Prehnite-chalkopyrite ore association as an indicator of depth of formation of copper deposits of porphyritic type..... | 43 |

Nanomineralogy

| | |
|---|----|
| <i>Marchenko L.G., Komashko L.V.</i> About distribution micro- and nano particle precious metals in sulphides and carbonaceous substance..... | 46 |
| <i>Bektybaeva M.A., Glagolev V.A., Shabanov T.A.</i> Some of law in formation nano size individuals..... | 65 |

Geophysics

| | |
|---|----|
| <i>Isaeva L.D., Abilkhanova I.T.</i> Allocation network zones by results magnetic works on deposit Koktenkol..... | 72 |
| <i>Zholdasbaeva E.G., Istekova S.A.</i> Quantitative interpretation of seismic data at the prediction reservoir properties and fluid saturation in oversalt sediments of the Near-Caspian depression..... | 77 |

Ecology

| | |
|--|----|
| <i>Nagieva O. B.</i> Natural dangers of a coastal zone of the Kapshagajsky water basin. Technique and technologists..... | 83 |
|--|----|

Anniversaries

| | |
|--|----|
| Alexander Nikolaevich Jesminceva (to the 70 anniversary from the date of a birth)..... | 92 |
|--|----|

Memories of the scientist

| | |
|-----------------------------------|----|
| Turar Muratbekovich laumulin..... | 94 |
|-----------------------------------|----|

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

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

Минералогия, болжаулар, болашақтары

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

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

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

Минералогия

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

Гидрогеология

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

Гидрология

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

Геофизика

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

Әдістеме және технология

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

Пікіргіластар

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

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

Мерейтойлар

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

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

Ғалымды еске алу

Любовь Викторовна Сергеева..... 101

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

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

Минералогия, прогнозы, перспективы

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

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

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

Минералогия

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

Гидрогеология

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

Гидрология

Курмашев К.М., Сарсенбаев М.Х. Водный баланс Акдалинского массива орошения..... 62

Геофизика

Истекова С.А., Тлебаева Д.М. Интерпретация сейсмических данных при изучении перспектив надсолевого триасового комплекса юга Прикаспийской впадины. 66

Методика и технология

Васин К.А., Глаголев В.А., Метакса Г.П. Экспериментальные доказательства существования водных кластеров.....71

Дискуссии

Эсминцев А.Н. Противостояние тектоники и стратиграфии. 79

Лось В.Л., Сайдукасов М.А. Концептуальные основы и базовая технология оценки недр Казахстана на рудные полезные ископаемые. 90

Юбилейные даты

Жуков Николай Мифодьевич (к 80-летию со дня рождения) 99

Тимуш Анатолий Владимирович (к 80-летию со дня рождения) 100

Памяти ученого

Сергеева Любовь Викторовна..... 101

CONTENT

Regional geology

| | |
|---|---|
| <i>Dilmuhamedova N.R., Nigmatova S.A., Petrova T.A., Akhmatova I.T.</i> Palynology the characteristic lower Jurassic sediment Southern Turgai. | 3 |
|---|---|

Minerageny, prediction, prospects.

| | |
|--|----|
| <i>Rafailovich M.S.</i> A Vasilkovskove deposit as an axample of large volume gold-sulphide-quartz stockworks of the world class..... | 16 |
| <i>Stepanenko N.I., Pankratova N.L.</i> Crust of decay and rare metal a mineralization of the Top-Irgizsky deposit..... | 29 |
| <i>Rodnova V.I., Gilev J.N., Mamonov E.P.</i> Material structure of ores and the mechanism of formation of pyritic-polymetallic deposit Kastek (Southern Kazakhstan) | 37 |

Mineralogy

| | |
|--|----|
| <i>Pavlova Z.N., Levin V. L., Kotelnikov P. E.</i> A new mineral species of sulphide of nickel and iron..... | 47 |
|--|----|

Hydrogeology

| | |
|---|----|
| <i>Porjadin V. I.</i> To a substantiation of an acoustic geofiltration, penetrability and piezoconductivity (part I)..... | 50 |
|---|----|

Hydrology

| | |
|--|----|
| <i>Kurmashev K.M., Sarsenbaev M. H.</i> Water balance of the Akdalinsky mass of an irrigation..... | 62 |
|--|----|

Geophysics

| | |
|--|----|
| <i>Istekova S.A., Tlebaeva D.M.</i> Interpretation of seismic data at studying of prospects subsoil a Triassic complex of the south of the Near-Caspian depression. | 66 |
|--|----|

Technique and technologies

| | |
|--|----|
| <i>Vasin K.A., Glagolev V.A, Metaksa G.P.</i> Experimental of the demonstration of existence water clusters..... | 71 |
|--|----|

Discussions

| | |
|--|----|
| <i>Jesminceva A.N.</i> Opposition of tectonics and stratigraphy..... | 79 |
| <i>Los V.L., Sajdukasov M.A.</i> Conceptual bases and base technology of an estimation of entrails of Kazakhstan on ore minerals. | 90 |

Anniversaries

| | |
|---|-----|
| <i>Zhukov Nicolai Mifodievich (to the 80 anniversary from the date of birth).</i> | 99 |
| <i>Timush Anatoliy Vladimirovich (to the 80 anniversary from the date of birth).</i> | 100 |

Memories of the scientist

| | |
|--|-----|
| <i>Sergeeva Lubov Victorovna.</i> | 101 |
|--|-----|

МАЗМҰНЫ

Минерагения, болжамдар, болашақтар

| | |
|--|----|
| <i>Жуков Н.М., Антоненко А.А., Гойколова Т.В.</i> Қазақстанның шеткі жанартаулы-плутонды белдеулерінің құрылысы және металлогениясы..... | 3 |
| <i>Беспяев Х.А., [Любецкий В.Н.], Любецкая Л.Д., Мұқаева А.Е.</i> Батыс-Қалба алтын-кенді аймағы металлогениясының ерекшеліктері..... | 13 |
| <i>Дьячков Б.А., Зимановская Н.А.</i> Шығыс Қазақстанның геологиялық орны және алтын-кенді кенорындарының жасы туралы..... | 21 |

Минералогия

| | |
|--|----|
| <i>Құдайбергенова Н.К., Шәріпова Н.А.</i> Қазақстанның өте сирек кездесетін галогенидтері..... | 34 |
| <i>Бектібаева М.А., Шабанова Т.А., Глаголев В.А.</i> Көміртек және кренезем мысалындағы табиғи минералды нанобөлшектердің морфологиялық құрылымдары..... | 42 |

Мұнай және газ

| | |
|--|----|
| <i>Ақшиолақов У.А., Бизараев А.Б., Қуанышев М.А., Оздоев С.М., Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М.</i> Арал шөгінді алабы – құрылыстың ерекшелігі және мұнайгаз болашағы..... | 48 |
|--|----|

Мерекелік даталар

| | |
|---|----|
| «Волковгеология» АҚ-ның Республика игілігі үшін 65 жыл табысты еңбегі..... | 59 |
| <i>Сушко С.М., Шишков И.А., Вериков А.Ф.</i> Қазақстанның уран өндіретін саласы және оның даму болашақтары..... | 61 |
| <i>Шишков И.А., Каюков П.Г.</i> Уран кенорындарын барлау және өңдеуге байланысты Қазақстан Республикасының радиоэкологиялық мәселелері..... | 69 |
| <i>Шишков И.А., Бахур А.Е.</i> Қазақстан Республикасында радиоэкологиялық зерттеулерді зертханалық- әдістемелік қамтамасыз ету..... | 78 |

СОДЕРЖАНИЕ

Минералогия, прогнозы, перспективы

| | |
|---|----|
| <i>Жуков Н.М., Антоненко А.А., Гойколова Т.В.</i> Строение и металлогения краевых вулканоплутонических поясов Казахстана..... | 3 |
| <i>Беспяев Х.А., Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Мукаева А.Е.</i> Особенности металлогении Западно-Калбинского золоторудного пояса..... | 13 |
| <i>Дьячков Б.А., Зимановская Н.А.</i> О геологической позиции и возрасте золоторудных месторождений Восточного Казахстана..... | 21 |

Минералогия

| | |
|--|----|
| <i>Кудайбергенова Н.К., Шарипова Н.А.</i> Редчайшие галогениды Казахстана..... | 34 |
| <i>Бектыбаева М.А., Глаголев В.А., Шабанова Т.А.</i> Морфоструктуры природных минеральных наночастиц на примере углерода и кремнезема..... | 42 |

Нефть и газ

| | |
|---|----|
| <i>Акчулаков У.А., Бигараев А.Б., Куванышев М.А., Оздоев С.М., Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М.</i> Уральский бассейн - особенности строения и перспективы нефтегазоносности..... | 48 |
|---|----|

Юбилейные даты

| | |
|--|----|
| 65 лет успешной работы АО «Волковгеология» на благо Республики..... | 59 |
| <i>Сушко С.М., Шишков И.А., Вериков А.Ф.</i> Уранодобывающая отрасль Казахстана и перспективы ее развития... .. | 61 |
| <i>Шишков И.А., Каюков П.Г.</i> Радиоэкологические проблемы Республики Казахстан, связанные с разведкой и разработкой месторождений урана..... | 69 |
| <i>Шишков И.А., Бахур А.Е.</i> Лабораторно-методическое обеспечение радиоэкологических исследований в Республике Казахстан..... | 78 |

CONTENT

Minerageniya, forecasts, prospects

| | |
|--|----|
| <i>Zhukov N.M., Antonenko A.A., Goykoloa T.V.</i> The structure and metallogeny of volcanoplutonic boundary zones of Kazakhstan..... | 3 |
| <i>Bespayev H.A., Lyubetsky V.N., Lyubetskaya L.D., Mukayeva A.Ye.</i> Metallogenic features of the West Kalba gold-ore belt | 13 |
| <i>Diachkov B.A., Zimanoskaya N.A.</i> On the geological position and age of the gold ore deposits of the Eastern Kazakhstan | 21 |

Mineralogy

| | |
|---|----|
| <i>Kudaibergenova N.K., Sharipov N.A.</i> Rare halides of Kazakhstan..... | 34 |
| <i>Bektybaeva M.A., Glagoliev V.A., Shabanov T.A.</i> Morphostructures of natural mineral nanoparticles as an example of carbon and silica..... | 42 |

Oil and gas

| | |
|---|----|
| <i>Akchulakov W.A., Bigirayev A.B., Kuvanyshv M.A., Ozdoyev S.M., Paragulgov T.H., Paragulgov H.H., Fazylov E.M.</i> Ural basin - the structural features and petroleum prospects | 48 |
|---|----|

Anniversaries

| | |
|--|----|
| 65 years of successful operation of JSC "Volkovgeologiya" for the benefit of Republic..... | 59 |
| <i>Sushko S.M., Shishkov I.A., Vershkov A.F.</i> Uranium mining industry of Kazakhstan and the prospects for its development.. | 61 |
| <i>Shishkov I.A., Kayukov P.G.</i> Radioecological problems of Kazakhstan relating to the exploration and development of uranium deposits..... | 69 |
| <i>Shishkov I.A., Bakhur A.Ye.</i> Laboratory and methodological support of radio-ecological studies in the Republic of Kazakhstan | 78 |

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

| | |
|--|----|
| <i>Ерғалиев Г.Х., Жемчужников В.Г., Дубинина С.В., Попов Л.Е., Альберг П., Покровский Б.Л.</i> Lotagnostus americanus Billings табу 1860 Қаратау тауында (Қазақстан) 10-шы кембрийлік ярустың шекарасын орнатуға мүмкіндік береді..... | 3 |
| <i>Қасенова А.Т., Дүйсембаева К.Ш.</i> Торғай иілімінің алигоцен-неогендік шөгінді түзілімдерінің стратиграфиясы..... | 14 |

Минералогия, болашақтар, болжамдар

| | |
|---|----|
| <i>Зейлик Б.С.</i> Жерді қашықтықтан зондтау мәліметтері негізінде болжаудың жаңа технологиясы бойынша перспективті бөлшектерді бөлумен Жезқазған аумағының мыскенді базасын бекіту проблемасына..... | 20 |
| <i>Ивлева Е.А., Пак Н.Т.</i> Тянь-Шань карбонаттарындағы сирекжерлі тантал- ниобилік Сарысай кенорны..... | 37 |

Гидрогеология

| | |
|--|----|
| <i>Порядин В.И.</i> Акустикалық геофилтрация, өткізгіштік және пьезосезгіштік (2 бөлім) негіздемеге..... | 46 |
|--|----|

Сейсмология

| | |
|--|----|
| <i>Тарадаева Т.В., Тарадаев Н.А., Степаненко Н.П., Аширов Б.М.</i> Сарыжаз жерсілкінісі ауданының сейсмоструктуралық тәсілі..... | 58 |
|--|----|

Әдістеме және технология

| | |
|---|----|
| <i>Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С.</i> Жасырын кенбақылаушы құрылымын анықтау үшін ғарыш түсірімін геологиялық риясыздау әдістемесі..... | 66 |
| <i>Анищенко Л.В.</i> Жол-жөнекей шығатын судың шайқалуларын неокондардың түзілімдерінде үлгілеу..... | 74 |

Пікіргіластар

| | |
|--|----|
| <i>Левин В.Л.</i> Л.В. Комашко, Л.Г. Марченконың «Қазақстанның «қарасланц типіндегі» бағалы металдар кенорнының сульфидті-сеппелі шунгитқұрамды кенінің үлгілерін электро-микроскопиялық зерттеу» мақаласы туралы..... | 80 |
|--|----|

Ғалымды еске алу

| | |
|---|----|
| <i>Толмачев Игорь Иннокентьевич</i> | 83 |
|---|----|

Жарыққа шықты

| | |
|---|----|
| <i>Рафаилович М.С.</i> Орталық Азиядағы алтынның геологиясы: кенденудің эволюциясы, метасоматикалық формациялар, эксплозивті брекчилер..... | 85 |
|---|----|

2013 жылғы журналдың мазмұны

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

| | |
|--|----|
| <i>Ергалиев Г.Х., Жемчужников В.Г., Дубинина С.В., Попов Л.Е., Альберг П., Покровская Б.Л.</i> Обнаружения <i>Lotagnostus americanus</i> Billings, 1860 позволяет установить границу 10-го кембрийского яруса в горах Каратау (Казахстан)..... | 3 |
| <i>Касенова А.Т., Дюсембаева К.Ш.</i> Стратиграфия алигоцен-неогеновых отложений Торгайского прогиба..... | 14 |

Минералогия, перспективы, прогнозы

| | |
|--|----|
| <i>Зейлик Б.С.</i> К проблеме укрепления рудной базы Жезказганского района. Выделение площадей перспективных на оруденение по новой технологии прогноза на основе ударно-взрывной тектоники с использованием данных дистанционного зондирования Земли..... | 20 |
| <i>Ивлева Е.А., Пак Н.Т.</i> Редкоземельное тантал-ниобиевое месторождение Сарысай в карбонатах Тянь-Шаня..... | 37 |

Гидрогеология

| | |
|--|----|
| <i>Порядин В.И.</i> К обоснованию акустической геофильтрации, проницаемости и пьезопроводности (часть II)..... | 46 |
|--|----|

Сейсмология

| | |
|--|----|
| <i>Тарадаева Т.В., Тарадаев Н.А., Степаненко Н.П., Аширов Б.М.</i> Сейсмоструктура района Сарыджазского землетрясения..... | 58 |
|--|----|

Методика и технология

| | |
|--|----|
| <i>Байбатиша А.Б., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С.</i> Методика геологического дешифрирования космических снимков для выявления скрытых рудоконтролирующих структур..... | 66 |
| <i>Анищенко Л.В.</i> Моделирование закачки попутно-добываемых вод в отложения неокома..... | 74 |

Дискуссия

| | |
|---|----|
| <i>Левин В.Л.</i> О статье Л.В. Комашко, Л.Г. Марченко «Электронно-микроскопические исследования образцов сульфидно-вкрапленных шунгитсодержащих руд месторождений благородных металлов «черносланцевого типа» Казахстана»..... | 80 |
|---|----|

Памяти ученого

| | |
|---|----|
| <i>Толмачев Игорь Иннокентьевич</i> | 83 |
|---|----|

Вышла в свет

| | |
|--|----|
| <i>Рафаилович М.С.</i> Геология золота Центральной Азии: эволюция оруденения, метасоматические формации, взрывные брекчии..... | 85 |
|--|----|

Содержание журнала за 2013 год

CONTENT

Regional geology

- Yergaliev G.Kh., Zhemchuzhnikov V.G., Dubinina S.V., Popov L.E., Ahlberg P., Pokrovskiy B L.* Detection of *Lotagnostus americanus* Billings/1860 allows to establish the border of the 10th Cambrian stage in the Karatau mountains (Kazakhstan)..... 3
- Kasenova A.T., Dyusembaeva K.S.* Stratigraphy of oligocene -neogene sediments of Torgay yield..... 14

Minerageny, prospects, forecasts

- Zejlik B.S.* On the problem of strengthening of ore base in Zhezkazgan ore district Selection of the areas, perspective on mineralization using new technology of prediction based on impact explosive tectonics (IET) using remote sensing (RS)..... 20
- Ivleva Ye. A., Park N.T.* Sarysay rare-earth tantalum- niobium deposit in carbonatites of the Tien Shan..... 37

Hydrogeology

- Poryadin V.I.* To the justification of acoustic geofiltration, permeability and diffusivity (Part II)..... 46

Seismology

- Taradayeva T.V., Taradayev N.A., Stepanenko N.P., Ashirov B.M.* Seismotectonics of region of Sarydzhas earthquake.... 58

Methods and technology

- Baybatsha A.B., Potceluyev A.A., Ananiyev Yu.S.* Methods of geological interpretation of satellite images to detect hidden ore-controlling structures 66
- Anischenko L.V.* Simulation of injection of produced water into the Neocomian deposits..... 74

Discussion

- Levin V.L.* On the article of L. Komashko L.G. Marchenko "Electron microscopic studies of samples of sulfide disseminated schungite-bearing ore deposits of precious metals "black shale type" of Kazakhstan"..... 80

- Honour the memory of Tolmachev Igor Innokentievich, scientist..... 83

Was published

- Rafailovich M.S.* Geology of gold in Central Asia: the evolution of mineralization, metasomatic formation, explosive breccias..... 85

The content of the journal 2013

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛОВ НАН РК

В журналах публикуются научные статьи и заметки, экспресс-сообщения о результатах исследований в различных областях естественно-технических и общественных наук.

Журналы публикуют сообщения академиков НАН РК, а также статьи других ученых, **представленные** действительными членами НАН РК (академиками НАН РК), несущими ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания рекомендуемых работ.

Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук, ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и **представлением** от академика НАН РК.

2. Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 5-7 страниц (статьи обзорного характера – до 15 стр.), включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (**аннотация** не менее 1/3 стр. через 1 компьютерный интервал, 12 пт), таблицы, рисунки, список литературы (12 пт через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word 2003, шрифтом Times New Roman 14 пт, с пробелом между строк 1,5 компьютерных интервала, поля – верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Количество рисунков – не более пяти. В начале статьи вверху слева следует указать индекс УДК. Далее посередине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем посередине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; Аннотация на языке статьи, **ключевые слова**. В конце статьи даются резюме на двух языках (русском (казахском), английском, перевод названия статьи, также на 3-х языках данные автора). Последняя страница подписывается всеми авторами. Прилагается электронный вариант на CD-диске.

3. Статьи публикуются на русском, казахском, английском языках. К статье необходимо приложить на отдельной странице Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, аннотации на двух языках (на казахском и английском, или русском и английском, или казахском и русском), а также сведения об авторах (уч.степень и звание, адрес, место работы, тел., факс, e-mail).

4. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания. Список литературы оформляется следующим образом:

1 *Адамов А.А.* Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. 2007. №1. С. 16-19.

2 *Чудновский А.Ф.* Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1994. 444 с.

В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

ВНИМАНИЕ!!!

С 1 июля 2011 года вводятся следующие дополнения к Правилам:

После списка литературы приводится список литературы в романском алфавите (References) для SCOPUS и других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (латиница).

В References не используются разделительные знаки («//» и «-»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов типом шрифта, чаще всего курсивом, точкой или запятой.

Структура библиографической ссылки: авторы (транслитерация), название источника (транслитерация), выходные данные, указание на язык статьи в скобках.

Пример ссылки на статью из российского переводного журнала:

Gromov S.P., Fedorova O.A., Ushakov E.N., Stanislavskii O.B., Lednev I.K., Alfimov M.V. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1991, 317, 1134-1139 (in Russ.).

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для

готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

Преобразуем транслитерированную ссылку:

- 1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
- 2) убираем специальные разделители между полями (“/”, “-”);
- 3) выделяем курсивом название источника;
- 4) выделяем год полужирным шрифтом;
- 5) указываем язык статьи (in Russ.).

Просьба к авторам статей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать Правилам при оформлении начала статьи: посередине страницы прописными буквами (курсивом) – фамилии и инициалы авторов, затем посередине строчными буквами – название организации (ий), в которой выполнена работа, и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи. Затем следует аннотация, ключевые слова на 3-х языках и далее текст статьи.

Точно в такой же последовательности следует представлять резюме на двух других языках в том же файле только на отдельной странице (Ф.И.О. авторов, название статьи с переводов на 2 других языка, наименование организации, город, резюме). Далее в том же файле на отдельной странице представляются сведения об авторах.

Тел. Редакции 272-13-19

Оплата:

ТОО Исследовательский центр НАН РК

Алматинский филиал АО БТА Банк

KZ 44319A010000460573

БИН 060540019019, РНН 600900571703

КБЕ 17, КНП 859, БИК AVKZKZKX

За публикацию в журнале 1. Доклады НАН РК, Вестник НАН РК, Известия НАН РК. Серия _____ 5000 тенге

Сайт НАН РК:<http://akademiyanauk.kz/>

Редакторы: *Ж.М. Нургожина, М.С. Ахметова,*
Верстка *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 05.12.2013.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,3 п.л. Тираж 3000. Заказ 6.

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